

ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛОДЕЖИ

Материалы
XXII научно-практической конференции
с международным участием
(г. Кумертау, 15 – 16 апреля 2024 г.)



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
В Г. КУМЕРТАУ**

**ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛОДЕЖИ**

*Материалы
XXII научно-практической конференции
с международным участием
(г. Кумертау, 15 – 16 апреля 2024 г.)*

Научное электронное издание сетевого доступа

**Уфа
РИЦ УУНиТ
2024**

УДК 64.012.63
ББК 94.31
Д70

*Печатается по решению кафедры «Технологии производства
летательных аппаратов» УУНиТ.
Протокол № 9 от 30.05.2024 г.*

Редакционная коллегия:

- Захаров В.П.** – ректор УУНиТ, доктор химических наук, профессор
(г. Уфа, Россия) – председатель;
- Федоров С.В.** – канд. техн. наук, доцент кафедры ТПЛА филиала УУНиТ
в г. Кумертау (*ответственный редактор*);
- Ишкулова А.Р.** – канд. техн. наук, доцент кафедры ТПЛА филиала УУНиТ
в г. Кумертау;
- Фаткуллин А.Р.** – канд. техн. наук, доцент кафедры ЕНиОТД филиала УУНиТ
в г. Кумертау;
- Кочетова Г.Р.** – канд. филол. наук, доцент кафедры ЕНиОТД филиала УУНиТ в
г. Кумертау;
- Ерофеев А.В.** – канд. экон. наук, доцент кафедры ЕНиОТД филиала УУНиТ
в г. Кумертау;
- Лазарев Д.М.** – канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры ЭИ УУНиТ

Достижения и перспективы научных исследований молодежи:

Д70 материалы XXII научно-практической конференции с международным
Участием (г. Кумертау, 15 – 16 апреля 2024 г.) / отв. ред. С.В. Федоров.
[Электронный ресурс] / Уфимск. ун-т науки и технологий. – Уфа: РИЦ
УУНиТ, 2024. – 672 с. – URL: [https://uust.ru/digital-
publications/2024/101.pdf](https://uust.ru/digital-publications/2024/101.pdf) – Загл. с титула экрана.
ISBN 978-5-7477-5924-4

В материалах конференции содержатся статьи, включенные в
программу XXII научно-практической конференции с международным
участием «Достижения и перспективы научных исследований
молодежи», состоявшейся в г. Кумертау 15–16 апреля 2024 г.

УДК 64.012.63
ББК 94.31

ISBN 978-5-7477-5924-4

© УУНиТ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ 1 (УЧАЩИЕСЯ СРЕДНИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ). ОКРУЖАЮЩИЙ МИР (ПРИРОДОВЕДЕНИЕ. БИОЛОГИЯ. ХИМИЯ. ЭКОЛОГИЯ)	13
Загидуллина Р.А.	
ПОЧЕМУ В КОСМОСЕ ХОЛОДНО, ЕСЛИ СОЛНЦЕ ГОРЯЧЕЕ	13
Цыркаев М.А.	
ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ <i>ARTEMISIA SALSOLOIDES</i> WILLD (<i>ASTERACEAE</i>) В КУЮРГАЗИНСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН	17
НАПРАВЛЕНИЕ 2 (УЧАЩИЕСЯ СРЕДНИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ). МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. ЭКОНОМИКА	21
Ямилов Р.А.	
ЗНАЙ МЕРУ	21
Дунин В.В.	
НЕЙРОСЕТИ КАК ВИД ЦИФРОВОГО ИСККУСТВА	28
Черноусов С.В.	
ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ В ДРЕВНЕЙ РУСИ	33
СЕКЦИЯ 1 (СТУДЕНТЫ). СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИННОВАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ	36
Габидуллин Т.Р.	
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА РАБОТЫ СТУДЕНТУ	36
Трифорова Е.А.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАРБОНИЗАЦИОННОЙ КОЛОННОЙ	42
Абдуллаев А.З.	
ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ	48
Муравьева Е.А., Алимов Т.М.	
ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНОГО НЕЧЕТКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА ЭТИЛ-ТРЕТ-БУТИЛОВОГО ЭФИРА	54
Арсланов Р.В.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФАНОЛА	59
Булатова Р.В.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЕЛ	64
Кулакова Е.С., Вершинин А.А.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗАШИФРОВАННЫХ И СЖАТЫХ ДАННЫХ	69

Муравьева Е.А., Владимиров С.К. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ	75
Гайдукова А.Д. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ХЛОРИРОВАНИЯ РЕЦИКЛОВОГО ДИХЛОРЭТАНА	85
Герасименко С.А. ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДЕГАЗАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА	90
Голенастов Б.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	95
Григорян К.Х. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ АЗЕОТРОПНОЙ ОСУШКИ ТОЛУОЛА, ПОЛУЧЕНИЯ ТОЛУОЛА-ХЛАДАГЕНТА И КОНДЕНСАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ОТДУВОК В ЦЕХЕ И-5П АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «СТЕРЛИТАМАКСКИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»	101
Муравьева Е.А., Емельянов С.И. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ХЛОРА ДИФРАГМЕННЫМ МЕТОДОМ	107
Ефимов Л.Ю. РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АТМОСФЕРНОЙ УСТАНОВКОЙ РЕКТИФИКАЦИИ НЕФТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИРТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЛЕРА	113
Идрисова Р.А. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УЗЛА ДОЗИРОВАНИЯ АНТИВСПЕНИВАТЕЛЕМ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ ГАЗА	118
Камалов М.Р. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ ПУНКТОМ ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СТЕРЛИТАМАКСКАЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ»	123
Капусто Н.Е. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ЭКСТРАКТИВНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ ИЗОПРЕНА ИЗ КАТАЛИЗАТОРОВ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ СТАДИЙ ДЕГИДРИРОВАНИЯ НА ПЕРВОМ И ВТОРОМ БЛОКАХ В ЦЕХЕ И-4/1 ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «СИНТЕЗ-КАУЧУК»	129
Каримов В.Р. WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОТПРАВКИ СТУДЕНТОВ НА ПРАКТИКУ	135

Климик К.К.	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ОЧИСТКИ ГАЗА ЦЕХА ИЗВЕСТКОВЫХ ПЕЧЕЙ АО «БСК»	139
Кадыров Р.Р., Кононов Н.А.	
УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ	146
Маннасов В.Ф.	
РАЗРАБОТКА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО БЕСПРОВОДНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ IEEE 802.11	152
Муравьева Е.А., Агибалов Д.Н.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДИХЛОРЕТАНА	157
Муравьева Е.А., Гуров А.Р.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА НА АЗОТ, КИСЛОРОД И ОТБРОСНУЮ ФРАКЦИЮ	163
Муравьева Е.А., Дорофеев А.С.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО НЕЧЕТКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫПАРКИ ЕДКОГО НАТРА	168
Муравьева Е.А., Масков Г.Г.	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ХЛОРИРОВАНИЯ ЭТИЛЕНА	174
Муравьева Е.А., Ургеншбаев Ж.Е.	
РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА, РАССЧИТЫВАЮЩЕГО ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА В ВИДЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ЩЕЛОЧИ	180
Муравьева Е.А., Михайлов И.О.	
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЕДКОГО НАТРА ДИАФРАГМЕННЫМ МЕТОДОМ	186
Мухтасаров М.Р.	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗОПРЕНА В РАСТВОРЕ ИЗОПЕНТАНА В ЦЕХЕ И-5П ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «СИНТЕЗ-КАУЧУК»	192
Муслимов А.Р.	
РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КОРРОЗИИ В ТРУБОПРОВОДЕ	199
Муравьева Е.А., Николаева А.И.	
ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕСС ПИРОЛИЗА ДИХЛОРЕТАНА: ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	204

Кулакова Е.С., Пименов А.А. ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕСТАХ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ	210
Рамазанова Ю.Р. ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ	216
Родионов Г.А. РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ	222
Сапунов А.С. РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ЭКОСИСТЕМА «УМНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»	227
Сайфуллин М.М. РАЗРАБОТКА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЦИФРОВОЙ МОБИЛЬНОЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ GROUPE SPECIAL MOBILE	233
Семенов П.И. АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНЫМИ СТАНЦИЯМИ	238
Серяков А.М. РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ХЕМОСОРБЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕДНО-АММИАЧНОГО РАСТВОРА	244
Сидоров С.С. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИЕЙ	249
Скрипник М.В. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕКАЧКИ И ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ КОНТУРА ОХЛАЖДЕНИЯ АММИАЧНОЙ СТАНЦИИ ФЕЛИАЛА «ШИХАН» ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ОБЪЕДИНЕННЫЕ ПИВОВАРНИ ХЕЙНЕКЕН»	254
Абдрахимов Р.Р. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА АГИДОЛА-1	261
Баринов А.Е. НЕОБХОДИМОСТЬ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫМ НЕФТЕПРОВОДОМ	266

Чариков П.Н., Теренин Д.Р. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ГИДРООЧИСТКИ БЕНЗИНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ	272
Кулакова Е.С., Труханов Д.А. СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ	278
Тряпицин Н.Е. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧИ №3 В ОТДЕЛЕНИИ КАЛЬЦИНАЦИИ	284
Файзуллин Т.Ф. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА	289
Файзуханов А.Р. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА БЕНЗИНА	295
Фаткуллин О.Р. РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «ПОРТАЛ МЕРОПРИЯТИЙ»	300
Муравьева Е.А., Хабибуллин А.И., Шарипов М.И. ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧАМИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ	306
Халмурзин Т.М. РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ПОДАЧЕ, ОБРАБОТКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ	312
Хисамеев Р.М. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ГАЗОДОБЫЧИ	317
Юриков Р.С. РАЗРАБОТКА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ИНСПЕКЦИИ И АНАЛИЗА ЦЕХА	322
Яковлев М.Е. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ МЕТАНИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ МОНОЭТАЛОМИНОВОЙ ОЧИСТКИ	329
Бызов А.В., Юлдашев И.Р. ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ДАТЧИКОВ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ	334
Вагапов Р.Р., Ишкулова А.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SCADA – СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ДЛЯ УСТАНОВКИ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ	340
Габбясова Д.И. АНАЛИЗ СТАНДАРТНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕМРИСТОРОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ МЕМРИСТОРА ДЖОГЛЕКАРА (K2).	346

Горбунова В.А. ПОЧЕМУ СЕГОДНЯ В РОССИИ ЗАМЕДЛИЛОСЬ РАЗВИТИЕ ВЕРТОЛЁТОСТРОЕНИЯ?	350
Искужина Г.И. НАНОПОКРЫТИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ	354
Ишбердина Ф.И. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ АГРЕГАТОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	358
Канарейкин Г.Е., Жалобин О.В. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ СВОЙСТВА	363
Канарейкин Г.Е. МОДЕРНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЧИТЫВАЯ УСЛОВИЙ САНКЦИЙ	367
Найденов Р.Д., Ишкулова А.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SCADA – СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ЛИНИИ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦИНКОВАНИЯ	371
Плохинов Д.А. ПРОГРАММА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОИСКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ПО РАЗМЕРАМ И КВАЛИТЕТАМ	375
Прищепо В.С. РОЛЬ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.	378
Прищепо В.С., Харина А.С. АНАЛИЗ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ МЕМРИСТОРА НА ОСНОВЕ ОКСИДА ТИТАНА	384
Хамидуллин Р.Р., Плохинов Д.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЛОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПИТАНИЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ	388
Харина А.С., Прищепо В.С. АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ МЕМТРИСТОРА ЛЕХТОНЕНА-ЛАЙХО	392
Хисаметдинов В.Р. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЗАГОТОВОК В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	396
Шарипов А.З. ЛАЗЕРНАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОТЛИЧИЯ	400
Юлдашев И.Р., Хамидуллин Р.Р. ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОДЕРЖИМОГО ХОЛОДИЛЬНИКА: МОНИТОРИНГ, УПРАВЛЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ	405

СЕКЦИЯ 2 (СТУДЕНТЫ). ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК	409
Салманова Л.В., Даутова З.З., Фаткуллин А.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ	409
Кусяпов А.В., Лазарев Д.М. ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПОПУЛЯЦИИ МИКРОРАЗРЯДОВ ПРИ ПЛАЗМЕННО- ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ ОКСИДИРОВАНИИ	415
Салманова Л.В., Даутова З.З., Фаткуллин А.Р. КОНТРОЛЬ (ИСПЫТАНИЯ) И ПРИЕМКА ИЗГОТОВЛЕННОЙ, ОТРЕМОНТИРОВАННОЙ ИЛИ ПРОШЕДШЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРОДУКЦИИ	420
Ядгарова С.Р. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ МАСТЕРОМ МАНИКЮРНОГО КАБИНЕТА	423
Митрофанов С.А. УТИЛИЗАЦИЯ БАТАРЕЕК: РЕАЛЬНОСТЬ И ТЕНДЕНЦИИ	427
СЕКЦИЯ 3 (СТУДЕНТЫ). АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГУМАНИТАРНЫХ НАУК	431
Иванова К.А. ГУМАНИТАРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	431
Иванова К.А., Яппаров Р.Ш. ГУМАНИТАРНЫЕ ЗНАНИЯ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ГАРМОНИЧНО РАЗВИТОЙ ЛИЧНОСТИ МОЛОДЕЖИ	435
Хисамова А.Ф. ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ И УМЕНИЙ В ИГРУ ТЕННИС НА БАЗЕ ФИЛИАЛА УУНИТ В ГОРОДЕ КУМЕРТАУ	440
Кочетова Г.Р., Хуснуллин Р.Ф., Драгулин А.Э. МЕТОДЫ УЛУЧШЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РАЗГОВОРНОМ УРОВНЕ	444
Свистунова В.А., Кочетов В.Е. ВИДЫ МЕДИЦИНСКИХ ТЕРМОМЕТРОВ	448
Кочетова Г.Р. «ТЕХНИЧЕСКИЙ АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК» КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА	451
Салманова Л.В., Даутова З.З. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ	454
Таймасов И.Р., Андреев К.П. БЕЗРАБОТИЦА В КУМЕРТАУ (2019-2023)	459
Яппаров Р.Ш. АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КИБЕРСПОРТА	462

СЕКЦИЯ 4 (СТУДЕНТЫ). ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ	467
Алибаева Г.С. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АССИСТЕНТ ВЫБОРА МЕСТ ДЛЯ ДОСУГА В ГОРОДЕ КУМЕРТАУ	467
Алибаева Г.С. ИНТЕРНЕТ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КИБЕРАТАК	472
Салимов А.А. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ФИЛИАЛА ВУЗА	476
Колесникова М.Е. ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ ДИЗАЙНА	480
Мухамедзянов Р.Ф. НЕЙРОСЕТЬ ИЛИ ХУДОЖНИКИ: СМОЖЕТ ЛИ ПРЕВЗОЙТИ В ТВОРЧЕСТВЕ ЛЮДЕЙ	483
Абдрашитов А.Р., Плохов И.А., Ежова А.В. РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ОТПРАВКИ РАСПИСАНИЯ	488
Кромина А.М., Родионова Л.Е. ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТА	496
Буркин А.А., Марьян Н.Е., Дорошин К.М. КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАБОТЫ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ ПЕРЧАТКИ	502
Кусяпов А.В., Ерофеев А.В. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАТЕНТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	508
Искужина Г.И. ПЛАНИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА С УЧЕТОМ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ	512
Рискулов Р.А. РИСКИ И ИХ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЕКТОРА	516
Силин И.П., Гаврилов В.Ф., Ерофеев А.В. ТРАНСГРАНИЧНЫЙ УГЛЕРОДНЫЙ НАЛОГ И ЭНЕРГОПЕРЕХОД К НИЗКО УГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКЕ	520
Узянбаева Л.И. ПРОБЛЕМЫ КРЕДИТОВАНИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА	525
СЕКЦИЯ 5 (СТУДЕНТЫ). ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ	530
Асеев В.А., Лазарев Д.М. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЦЕЛЕУКАЗАТЕЛЬ ОЧАГА ВОЗГОРАНИЯ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ВЕРТОЛЕТНОГО ТИПА	530

Белявцев М.В. Казлюк Д.А. АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ, ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА, ПРОГРАММ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ САУ ТВГТД	539
Белявцев М.В. Савин С.К. АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ ВЕРТОЛЕТА	553
Зайцева А.А. Белявцев М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОРЕЖИМНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ ВЕРТОЛЕТА ПРИ СЛУЧАЙНОМ ИЗМЕНЕНИИ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ЧАСТИ	565
Федоров С.В., Морозова А.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИГМА-ДЕЛЬТА АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	576
Горбунов Д.Е. ОПТИМИЗАЦИЯ НАГРУЗКИ ПЕРЕДНИХ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ РАМЫ ТОПЛИВНОГО БАКА В ПРОЕКТЕ «МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ВЕРТОЛЕТА КА-32А11ВС С ГТП»	584
Хуснуллин Р.Ф. СХЕМА МЕМРИСТОРНОЙ ПАМЯТИ НА ОСНОВЕ КРОСС-БАР СТРУКТУРЫ	588
Хуснуллин Р.Ф. ИСТОРИЯ МЕТРОЛОГИИ В РОССИИ С ИНДУСТРИАЛЬНОГО ВЕКА ДО НОВЕЙШЕГО ВРЕМЕНИ	599
Кильмаков Д.К. ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДОВ СИНТЕЗА НА ПРИМЕРЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТА КА-226Т	603
Кильмаков Д.К. СИНТЕЗ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ ВЕРТОЛЕТА В УСЛОВИЯХ СТРУКТУРНОЙ И ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	611
Кильмаков Д.К. СИНТЕЗ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТА ПО КОМПЛЕКСУ ВНУТРИДВИГАТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ	618
Култаев Д.Р., Сайфутдинова З.Р. АНАЛИЗ НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ	627
Сайфутдинова З.Р., Зайцева А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТА	638

Шевцов А.А. Лазарев Д.М. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	647
Силин И П., Гаврилов В.Ф. СИНТЕЗ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТА ПО КОМПЛЕКСУ ВНУТРИДВИГАТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ	655
Таушкин А.А. ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН	659
Федоров С.В., Морозова А.И. НОВЫЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БОРТОВЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ И УЗЛОВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ	664

**НАПРАВЛЕНИЕ 1 (УЧАЩИЕСЯ СРЕДНИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
УЧРЕЖДЕНИЙ). ОКРУЖАЮЩИЙ МИР (ПРИРОДОВЕДЕНИЕ.
БИОЛОГИЯ. ХИМИЯ. ЭКОЛОГИЯ).**

УДК 052

Загидуллина Р.А.

МОБУ СОШ № 8 г. Мелеуз

Науч. рук. учитель начальных классов высшей категории, *Васильева С.В.*

Zagidullina R.A.

MOBU secondary school No. 8 MR Meleuzovsky district of the RB

ПОЧЕМУ В КОСМОСЕ ХОЛОДНО, ЕСЛИ СОЛНЦЕ ГОРЯЧЕЕ

WHY IS IT COLD IN SPACE IF THE SUN IS HOT?

Аннотация: В данной статье рассматривается гипотеза о том, что космическое пространство остается холодным, пока солнце остается горячим.

Abstract: This article examines the hypothesis that outer space remains cold while the sun remains hot.

Ключевые слова: Солнце, космос, земля, температура.

Keywords: Sun, space, earth, temperature

Несмотря на то, что люди исследуют Космос уже продолжительное время, он до сих пор полон загадок и тайн. И ответы на все существующие вопросы мы сможем получить нескоро, если вообще сможем.

Однако некоторые вопросы уже давно получили свои ответы. И сегодня мы хотим разобраться в том, почему в Космосе холодно. Как известно, и видно невооруженным глазом, в Космосе присутствует неисчислимое множество звезд. Кроме того, есть и наше главное светило – Солнце. Оно согревает нашу планету. Наше Солнце такое же, как и те звезды, которые мы видим ночью. Но

тогда, если каждое такое Солнце выделяет тепло, то почему Космос такой холодный?

Почему тепло от Солнца других звезд не согревает Космическое пространство? Этот вопрос интересует очень многих людей. Однако ответ на него достаточно прост.

Существуют три вида теплопередачи: конвекция, теплопроводность и излучение.

Теплопередача - это передача тепла от одного тела другому.

Конвекция — вид теплопередачи, при котором тепло передаётся слоями жидкости или газа. Когда теплые слои поднимаются вверх, а холодные опускаются вниз. Конвекция связана с переносом вещества, поэтому она может осуществляться только в жидкостях и газах, (например, когда мы греемся, сидя у батареи, не касаясь её, – в данном случае мы получаем тепло от движущихся горячих потоков воздуха)

Теплопроводность – это передача тепла от одной части тела к другой или от одного тела к другому при их непосредственном контакте, (например, когда мы ложем холодные руки на тёплую батарею, тепло передаётся при непосредственном контакте).

Излучение – это передача тепла от одного тела другому с помощью волн.

Мы знаем, что для передачи тепла путём излучения не требуется наличия какой-либо среды, именно поэтому эта теплопередача может осуществляться и в Космосе. Космическое пространство представляет собой вакуум, поэтому в Космосе тепло может передаваться только излучением.

Путём излучения тепло передаётся от Солнца к Земле, это происходит потому что нашу планету окружает атмосфера.

Атмосфера - воздушная оболочка Земли.

Все дело в том, что в Космосе нет атмосферы. Тепло, которое покидает Солнце и другие звезды, распространяется сквозь космос в виде волн, но эти

волны могут согреть только те тела и частицы, которые встречаются на их пути, но пустое пространство при этом остается холодным.

Космос холодный, потому что там нет атмосферы, нет элементов и частиц, которые могут нагреться, поэтому каким бы горячим не было Солнце, пространство в Космосе будет холодным. Теперь мы понимаем, почему в Космосе холодно.

Проведем опыт, который покажет, как передастся тепло с помощью конвекции. Для опыта нам понадобятся: свеча, металлическая спица и спираль вырезанная из плотной бумаги.

Из плотной бумаги вырезаем обычную спираль, в серединке, выдавливаем остриём карандаша небольшое углубление, немного растягиваем спираль и насаживаем ее углублением на кончик спицы. Спицу со спиралью устанавливаем над горящей свечей. Бумажная спираль начала вращаться! Это происходит потому, что нагретые слои воздуха поднимаются вверх, а холодные движутся вниз, что и приводит к вращению спирали.

Делаем вывод: для передачи тепла путем конвекции нужна жидкость или газ, потому что, конвекция — это вид теплопередачи, при котором тепло передаётся слоями жидкости или газа.

Проведем опыт, который покажет, как передастся тепло с помощью теплопроводности. Для опыта нам понадобятся: свеча, металлический стержень и канцелярские кнопки.

К металлическому стержню с помощью воска прикрепляем несколько кнопок, закрепляем один конец стержня, а другой начинаем нагревать над свечей, через некоторое время кнопки начинают отпадать от стержня: сначала отпадает та кнопка, которая ближе к свече, затем следующая и т.д.

Это происходит потому, что при повышении температуры воск начинает плавиться. Поскольку кнопки отпадают не одновременно, а постепенно, можно сделать вывод, что температура стержня при нагревании повышается постепенно. Значит, тепло постепенно передается от одного его конца к другому.

Процесс передачи тепла от одной части тела к другой или от одного тела к другому при их непосредственном контакте называется теплопроводностью.

С помощью опытов мы увидели, как передается тепло в твердых предметах, газах или жидкостях. Передача тепла в Космосе может осуществляться только путём излучения, но из-за отсутствия атмосферы пространство, находящееся между планетами и другими небесными телами, называемое Космосом, остается холодным. Все просто, Космос холодный потому что там нет атмосферы.

Чтобы тепло, исходящее из какого-либо источника согрело пространство, нужна атмосфера.

Передача тепла в Космосе может осуществляться только путём излучения, потому что Космическое пространство – это вакуум, пустота, в пустом пространстве отсутствуют объекты, которые могли бы нагреться. Поэтому пространство, даже то, которое находится вокруг нашего горячего Солнца, остается очень холодным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерофеева: Энциклопедия с развивающими заданиями. Космос. Издательство: Умка, 2018 г.
2. Кэти Дейнс: Вопросы и ответы о космосе. Издательство: Робинс , 2017 г.
3. Перышкин А.В., Физика 8 класс, М.:2017
4. Рахманова, Щетинина, Дыбина: Неизведанное. Изд.: Сфера, 2019г.
5. Физика. Большой справочник для школьника /Ю.И. Дик, В.А. Ильин, Д.А. Исаев. – М.: Дрофа, 2007

© Загидуллина Р.А., 2024

Цыркаев М.А.

МБОУ Гимназия № 1 им. Н.Т. Антошкина

Науч. рук. канд. эконом. наук *Мартынов Л.Е.*

Tsyркаев М.А.

MBOU Gymnasium No. 1 named after N.T. Antoshkin

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *ARTEMISIA SALSOLOIDES* WILLD (*ASTERACEAE*) В КУЮРГАЗИНСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ONTOGENETIC STRUCTURE OF POPULATIONS OF *ARTEMISIA SALSOLOIDES* WILLD (*ASTERACEAE*) IN THE KUYURGAZINSKY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Аннотация: В данной статье рассматриваются особенности прорастания популяции полыни солянковидной *Artemisia salsoloides* Willd., – редкого вида из семейства Сложноцветных (*Asteraceae*). Представлена географическая среда обитания, характеристика онтогенетических состояний растений, демографические показатели популяций.

Abstract: This article discusses the features of germination of the population of *Artemisia salsoloides* Willd., a rare species from the *Asteraceae* family. The geographical habitat, characteristics of the ontogenetic states of plants, demographic indicators of populations are presented.

Ключевые слова: популяция, полынь солянковидная, Красная книга

Keywords: population, salty wormwood, Red Book

Для ведения материалов Красной книги необходим постоянный мониторинг современному состоянию локальных популяций редких видов. Объектом нашего исследования являются 3 популяции полыни солянковидной *Artemisia salsoloides* Willd., – редкого вида из семейства Сложноцветных (*Asteraceae*).

Цель исследования: изучить онтогенетическую структуру популяций *A. salsoloides* на территории Кююргазинского района Республики Башкортостан.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи: а) определить плотность/численность популяций; б) определить онтогенетические спектры для каждой популяции; в) вычислить основные демографические индексы; г) определить тип популяций, и оценить перспективы их развития.

Исследования проводились в августе 2023 года, когда растения находились как в фазе цветения, так и в фазе плодообразования. В работе использованы общепринятые онтогенетические и популяционно-демографические методы. При определении структуры популяций мы учитывали следующие онтогенетические состояния: проростки (p), ювенильное (j), имматурное (im), виргинильное (v), молодое генеративное (g_1), средневозрастное генеративное (g_2), старое генеративное (g_3), субсенильное (ss).

Все популяции характеризуются низкой плотностью (менее 1 ос./м²) По данным литературы, в популяциях Самарской области отмечена плотность 3,0 ос./м² [8], а в Волгоградской – 3,5 ос./м² [18].

Все обследованные популяции – неполночленные, в них отсутствуют проростки. Это связано со временем наблюдения – к середине июля большая часть проростков погибает или переходит в ювенильное состояние. В популяциях Куяргазинского района отмечено крайне низкое количество прегенеративных и постгенеративных особей, по сравнению с популяциями, наблюдаемыми в Самарской и Волгоградской областях. Отсутствие первых можно объяснить периодами засухи на протяжении последних трех сезонов, что приводит к гибели молодых растений. Низкое количество постгенеративных особей вероятно связано с отсутствием антропогенной нагрузки. В популяциях Самарской области, испытывающих высокое антропогенное воздействие доля постгенеративных растений составляет около 8%.

Ювенильные и имматурные особи отмечены только в одной популяции, и только в ней отсутствуют субсенильные и сенильные особи. На наш взгляд, это связано со сравнительно низким уклоном местности, что способствует накоплению почвенной массы и лучшему удержанию влаги.

Индексы восстановления и замещения низкие, что говорит о затруднительном семенном возобновлении. Индекс замещения $I_3 < 1$, что характеризует популяции как нестабильные. Индексы старения также низкие, что говорит об устойчивости взрослых растений к неблагоприятным факторам.

Все популяции зрелые. В условиях низкой антропогенной нагрузки могут поддерживать свою численность на протяжении длительного времени. Тем не менее, они остаются уязвимыми в силу узкой экологической ниши, занимаемой видом.

В перспективе предполагается изучение других популяций *A. salsoloides* на территории Куюргазинского района и повторные исследования некоторых популяций для оценки динамики их численности. Кроме того, необходимо подробное изучение онтогенеза *A. salsoloides*, для уточнения некоторых его особенностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асадулаев З. М., Маллалиев М. М. Экологическая характеристика условий произрастания и структура популяций *Artemisia salsoloides* Willd. в Дагестане // Ботанический вестник Северного Кавказа. – 2015. – № 1. – С. 18-29.
2. Ильина В. Н., Онтогенетическая структура ценологических популяций полыни солянко-идной (*Artemisia salsoloides* Willd., Asteraceae) в Самарской области // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти А.И. Золотухина и Году экологии, Саратов, 18–19 мая 2017 года / Под редакцией А. Н. Володченко. – Саратов: Издательство "Саратовский источник", 2017. – С. 80-84.
3. Меликян А. А. Качественный анализ эколого-трофических групп микроорганизмов *Artemisia salsoloides* Willd // Материалы Научной сессии, г. Волгоград, 20–24 апр. 2015 г. / Федер. гос. авт. образоват. учреждение высш. проф. образования «Волгогр. гос. ун-т» ; редкол.: А. Э. Калинина (отв. ред.) [и

др.]. – Волгоград : Волгоградский государственный университет, 2015. – С. 230-232.

5. Составление схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Республики Башкортостан. Ч. 39. Куюргазинский район. (отчет о научно-исследовательской работе) / рук. НИР А.В. Долгих; ГНУ ВНИИОЗ им. проф.Б.М. Житкова Россельхозакадемии. – Киров, 2013.

6. UFA, Гербарий Института биологии УФИЦ РАН, адрес: 454054, г. Уфа, пр. Октября, 71, Институт биологии УФИЦ РАН. – по состоянию на ноябрь 2023 г.

© Цыркаев М.А., 2024

НАПРАВЛЕНИЕ 2 (УЧАЩИЕСЯ СРЕДНИХ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ). МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. ЭКОНОМИКА.

УДК 051

Ямилов Р.А.

МБОУ ОК «Перспектива»

Yamilov R.A.

MBOU OK "Perspective"

ЗНАЙ МЕРУ

KNOW YOUR MOTION

Аннотация: в данной статье, мы рассматриваем старые методы измерения и сравниваем их с современными

Abstract: in this article, we review old measurement methods and compare them with modern ones

Ключевые слова: измерения, меры длины, старинные.

Keywords: measurements, length measures, ancient.

Современные единицы измерения длины знакомы нам с начала обучения в школе – это миллиметр, сантиметр, дециметр, метр и километр. Мы пользуемся ими на уроках и в повседневной жизни.

Старинными единицами измерения длины в повседневной жизни мы никогда не пользовались, однако в литературных произведениях нам встречались строки с непонятными для нас словами: аршин, верста, пядь, сажень, вершок и другие.

Я обратился к Толковым словарям разных авторов, чтобы узнать, что означает слово «мера».

В словаре В.И. Даля я узнал, что «Мера - способ определения количества по принятой единице; мера вообще прилагается к протяжению и к

пространству... Погонная, линейная мера служит для обозначенья расстояний или величины линий». Д.Н. Ушаков толковал, что «Мера – единица измерения протяжения». А у С.И. Ожегова я узнал, что «Мера – единица измерения.». Благодаря этим источникам, я пришел к выводу, что мера – это определённая единица измерения.

Я решил выяснить, какими же мерами длины пользовались наши предки. У наших предков были и весьма любопытные способы измерения.

У славян была такая мера длины, как “вержение камня” – бросок камнем, “перестрел” – расстояние, которое пролетала стрела, выпущенная из лука.

В старинных грамотах о пожаловании земли можно прочесть: “От погоста во все стороны на бычачий рев”, это значило – на расстояние с которых еще слышен рев быка. Подобные меры были и у других народов – “коровий крик”, “петушиный крик”. Мерой служило и время “пока закипит котел воды”. Эстонские моряки говорили, что до берега еще “три трубки” (время затраченное на выкуривание трубок). “Пушечный выстрел” – тоже мера расстояния. Когда в Японии еще не знали подков для лошадей и обували их

соломенными подошвами, появилась мера “соломенный башмак” – расстояние, на котором этот башмак изнашивался. В Испании известна мера расстояния – сигара: путь, который может пройти человек, куря сигару.

В Сибири в стародавние времена употреблялась мера расстояния – «бука». Это расстояние, на котором человек перестает видеть отдельно рога быка.

Когда наш предок – древний, но уже мыслящий попытался найти для себя пещеру, он вынужден был соразмерить длину, ширину и высоту своего будущего убежища с собственным ростом. А ведь это и есть измерение. Первобытный человек располагал только собственным ростом, длиной рук и ног. Если при счете он пользовался пальцами рук и ног, то при измерении расстояний использовались руки и ноги. Не было народа, который не изобрел бы свои единицы измерения.

Например, строители египетских пирамид эталоном длины считали локоть (расстояние от локтя до конца среднего пальца), древние арабы – волос из ослиной морды, англичане до сих пор пользуются королевским футом (в переводе с английского фут означает нога), равным длине ступни короля. Длина фута была уточнена с введением такой единицы длины как шток. Это “длина ступней 16 человек, выходящих из храма от заутрени в воскресенье”. Деля длину штока на 16 равных частей, получали среднюю длину ступни, ибо из церкви выходили люди разного роста. Длина фута стала равняться 30 см 5 мм. Английский «ярд» тоже связан с размерами человеческого тела. Эта мера длины была введена королем Эдгаром и равнялась расстоянию от кончика носа его величества до кончика среднего пальца вытянутой в сторону руки. Как только сменился король, ярд удлинился, так как новый монарх был более крупного телосложения. Такие изменения длины внесли большую путаницу, поэтому король Генрих I узаконил постоянный ярд и приказал изготовить из вяза эталон. Этим «ярдом» в Англии пользуются до сих пор (длина его равна 91 см). Для измерения небольших длин употреблялась длина сустава большого пальца в переводе с голландского «дюйм» означает большой палец). Длина дюйма в Англии была уточнена и стала равняться длине трех ячменных зерен, вынутых из средней части колоса и поставленных друг к другу своими концами. Из английских повестей и рассказов известно, что крестьяне часто определяли высоту лошадей ладонями.

В программе Олимпийских игр Древней Эллады был бег на стадию. Установлено, что греческая «стадия» (или стадий) это длина стадиона в Олимпии – 192 м 27 см. Эта мера была введена в Вавилоне, а затем перешла к грекам. За стадий принимали расстояние, которое человек проходит спокойным шагом за промежуток времени от появления первого луча солнца, при его восходе, до момента, когда солнечный диск целиком окажется над горизонтом. Это время приблизительно равно двум минутам.

Почти у всех народов расстояние измерялось шагами, но для измерения полей и других больших расстояний шаг был слишком малой мерой, поэтому

была введена мера «трость» или «двойной шаг», а затем и двойная трость, или «перша». В морском деле трость называлась «штоком». В Англии была и такая мера, как хорошая палка пахаря, длина которой 12–16 футов. В Риме вводится мера равная тысяче двойных шагов, получившая название «миля» (от слова милле, милиа– тысяча).

Старинные меры длины на Руси

С глубокой древности наши предки измеряли расстояние собой, своим телом. Это и удобно, и руки с ногами всегда при тебе, их нельзя "забыть дома". Но ни рост человека, ни рулон ткани шагами не измеришь. Стали применять другие единицы длины. При измерениях длин использовали ширину пальца, длину сустава пальца, расстояние от локтя до кончика среднего пальца, размах рук и т.д.

Система древнерусских мер длины включала в себя следующие основные меры: версту, сажень, аршин, локоть, пядь и вершок. Эти меры длины были в ходу до XVIII в. В конце XVIII - начале XIX в. специальные правительственные комиссии занялись упорядочением мер длины. На больших дорогах стали ставить столбы — указатели расстояний в верстах. Длину сажени определили в 213 см. Сохранились более мелкие деления на

четверти и вершки. К 1833 г. относится изготовление эталонов метрических мер длины в России.

Перст. В старину палец руки называли перстом. Так же нарекли и самую маленькую единицу длины. Русский перст был равен ширине указательного пальца, что составляет примерно 2 см. Хотя перст и не входил в официальную систему мер, долгое время он использовался для определения размеров мелких предметов. Слово «перст» ныне считается устаревшим, однако в богатом русском языке сохранилось немало порожденных им слов и выражений: перстень, наперсток, перчатки, перст судьбы, один как перст.

Вершо́к — старорусская единица измерения, равная 4 см 4 мм. Наименование происходит от слова "верх" ("верх перста", т.е. пальца). В

литературе XVII в. встречаются и доли вершка "полвершки" и "четвертьвершки". Первоначально равнялась длине основной фаланги указательного пальца.

Пядь - это расстояние между вытянутыми большим и указательным пальцами руки при их наибольшем удалении (размер пяди колебался от 19 см до 23 см). Разновидности пяди: "малая пядь" — расстояние между концами вытянутых большого и указательного пальцев (19 см); "пядь великая" — расстояние по прямой между вытянутыми большим пальцем и мизинцем руки (20-25 см) "пядь с кувырком" — длина малой пяди, плюс 2 или 3 сустава указательного пальца (27 см).

Ладонь — использовалась для измерения меньших расстояний, равнялась ширине руки (10-16 см).

Локоть - это расстояние от конца вытянутого среднего пальца руки до локтевого сгиба (размер локтя колебался от 38 см до 46 см и соответствовал двум пядям). Локтями купцы измеряли продаваемые ткани, наматывая их на руку. Но локти у людей имеют разную длину. Поэтому в каждом городе издавался свой указ, каким локтем должны пользоваться. В розничной торговле холстом, сукном, полотном локоть был основной мерой. В крупной оптовой торговле локоть сохранял свое значение в качестве контрольной меры, т.к. был неудобен для измерений. Полотно, сукно поступали в виде больших отрезков — "поставов", длина которых в разное время и в разных местах колебалась от 30 до 60 локтей. Но в конкретное время и в данном месте она имела вполне определенное значение.

Аршин - одна из основных русских мер длины использовалась с XVI в. Пришёл аршин на Русь вместе с купцами из далёких восточных стран. Купцы привозили ткани, и их приходилось отмерять. Восточные купцы обходились без всяких метров: ткань они натягивали на собственную руку, до плеча. Это и называлось мерить аршинами. Название аршин происходит от персидского слова "арш" - локоть. Это длина всей вытянутой руки от плечевого сустава до конца фаланги среднего пальца. В аршине 71 см. Мера была очень удобной -

руки всегда при себе, - но был у неё существенный недостаток: руки, к сожалению, у всех разные. У одних они длинные, у других - короче. Хитрые купцы стали искать приказчиков с руками по - короче. Но однажды этому пришёл конец. Продавать "на свой аршин" властями было строго запрещено. Употреблять разрешалось только "казённый аршин". Это эталон аршина, представляющий собой металлическую линейку, изготовили в Москве. Деревянные когти такой линейки рассылались по всей территории России. Чтобы деревянный аршин нельзя было укоротить, концы оковывали железом и помечали государственным клеймом. 4 июня 1899 года «Положением о мерах и весах» аршин был узаконен в России в качестве основной меры длины.

Сажень - расстояние между большими пальцами вытянутых в противоположные стороны рук человека (равнялась примерно 152 см и состояла из 4 локтей или 8 пядей).

Маховая сажень - расстояние между кончиками средних пальцев вытянутых в противоположные стороны рук человека среднего роста (равнялась примерно 176 см).

Косая сажень - расстояние от пальцев правой (левой) ноги стоящего человека до конца пальцев вытянутой по диагонали левой (правой) руки (примерно 216 см).

Шаг - расстояние между носками и пятками шагающего человека. Средняя длина человеческого шага 70 см. Шаг – одна из древнейших мер длины.

Сохранились сведения об использовании шага для определения расстояния между городами в Древней Греции, Древнем Египте, Персии. В России шагами измеряли длину земельных участков.

Верста - старорусская путевая мера (ранее "поприще"). Верста упоминается в летописях еще за 1097 год. Она содержала в себе 750 сажень. Этим словом, первоначально называли расстояние, пройденное от одного поворота плуга до другого во время пахоты. Два названия долгое время употреблялись параллельно, как синонимы. "Верстой" также назывался

верстовой столб на дороге. Величина версты неоднократно менялась в зависимости от числа саженей, входивших в неё, и величины сажени. Верста в 1000 саженей (2 км 16 м) употребляли широко в качестве межевой меры, а также на окраинах России, особенно в Сибири, — и для измерения расстояний между населёнными пунктами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иллюстрированный толковый словарь русского языка/ В. И. Даль. – М.: Эксмо, 2007.
2. Кузнецов С. А. Большой толковый словарь русского языка. – М.: Норинт, 2000.
3. Мокиенко В. М. Загадки русской фразеологии. Санкт-Петербург: Авалон, Азбука-классика, 2005.
4. Пушкин А.С. Собрание сочинений в 3-х томах. М., «Мир книги», 2004.
5. Ушаков Д. Н. Большой толковый словарь современного русского языка. - М.: Альта-Принт, 2007.
6. Русские пословицы и поговорки/Под ред. В. П. Аникина. – М.: Художественная литература, 1988.
7. Энциклопедический словарь юного математика.

© Ямилов Р.А., 2024

Дунин В.В.

МБОУ «СОШ №5» г. Кумертау Республики Башкортостан,

Науч. рук. учитель информатики *Протопопова Н.С.*

Dunin V.V.

MBOU "Secondary School No. 5" Kumertau, Republic of Bashkortostan,

НЕЙРОСЕТИ КАК ВИД ЦИФРОВОГО ИСКУССТВА

NEURAL NETWORKS AS A KIND OF DIGITAL ART

Аннотация: Данная статья акцентирует внимание на изучении школьниками возможностей нейросетей, призывает использовать их в качестве инструмента, который можно с пользой интегрировать в учебном процессе. Также статья приводит примеры нейросетей, которые могут быть полезными для создания изображений и уже доступны для использования.

Abstract: This article focuses on the capabilities of neural networks studied by schoolchildren, which are recommended to be used as a tool that can be profitably integrated into the educational process. The article also provides examples of neural networks that can be used to create images and are already available for use.

Ключевые слова: нейросети в искусстве, нейросети, изображения.

Keywords: neural networks in art, neural networks, images.

В современном мире, в котором компьютерные технологии, искусственный интеллект и высокотехнологичный гаджет есть в кармане каждого, от школьника до пенсионера, диктует свои законы. Алгоритмы создания картин нейронными сетями позволяют из текстовой команды получить полноценную картину за несколько минут, а ведь они еще только учатся!

Нас заинтересовал вопрос: способна ли нейросеть создать картину?

К концу первой четверти XXI века цифровые технологии навсегда укрепились в бытовой жизни общества. Художники стали использовать цифровые инструменты для создания своих произведений. Так и появилось

цифровое искусство. Пандемия 2020 года ускорила процесс диджитализации, а технология МЕТ, пришедшая в мир арта, прочно закрепила за цифровыми работами художников почетное звание произведений искусства.

Одним из таких цифровых инструментов стал искусственный интеллект. Долгое время в сообществе современного искусства велись дискуссии о том, можно ли считать работу, созданную нейросетью, произведением искусства. В конечном итоге стало понятно, что в данном контексте, нейросеть только лишь инструмент в руках художника. Искусственный интеллект в такой форме не принимает никаких самостоятельных решений, поэтому такую работу по праву можно считать произведением цифрового искусства

Нами была изучена информация о нейросетях. Все нейронные сети можно разделить на несколько видов: однослойные, многослойные, прямого распространения, рекуррентные.

Однослойные сети сразу же выдают результат после загрузки в них некоторого массива данных. Многослойные сети прогоняют вводную информацию через несколько промежуточных слоев и принципом своей работы больше напоминают биологическую нейронную сеть. Выходная информация получается после прохождения всех слоев, на которых происходит обработка и анализ. Каждую нейросеть можно распределить по еще нескольким типам. Однородные и гибридные сети — в зависимости от типов нейронов, обучаемые и самообучающиеся — в зависимости от метода обучения, а также аналоговые, двоичные или образные — в зависимости от типа входных сигналов. На самом деле, классификаций еще больше, но это уже материал для еще одной огромной статьи.

Сама по себе идея искусственных нейрончиков, соединённых в сеть, очень старая, появилась в 1960-х, но в последние годы были найдены новые способы её использовать, что привело к очередному витку прогресса. На сегодняшний день обучением нейросетей занимаются люди. И алгоритмы работы пишут тоже они.

Учёные и программисты примерно к середине 2010-х создали быстрые алгоритмы, подобрали хорошие наборы учебных картинок и поставили создание нейронных сетей, которые распознают образы, на поток.

Для работы с сервисами искусственного интеллекта важно научиться грамотно составлять промпты — текстовые запросы, которые служат нейросетям короткими инструкциями. Правильно подобранные промпты увеличивают вероятность выдачи нужного результата и позволяют генерировать тот контент, который мы изначально себе представляем.

Для того чтобы понять как работает нейросеть, как составлять промпты мы прошли Курс «ИИ и генеративные нейросети» на платформе ЯндексУчебник. Продолжительность курса составила 12 академических часов. Мы познакомились нейросетями для генерации изображений и другими сервисами, создали несколько проектов и узнали, как использовать искусственный интеллект, чтобы учиться эффективнее. Также в форме дебатов обсудили будущее нейросетей и авторское право в области ИИ.



Мы решили создать картину с помощью нейросети FusionBrain. В ней изображения генерируется по словесному описанию сами из уже известных элементов. FusionBrain — это исследовательский проект, основными задачами которого являются разработка эффективных мультизадачных и мультимодальных моделей и применение их для решения широкого круга практических задач. Промт был такой: «рисунок карандашом, ученик готовится к ЕГЭ перед компьютером вместе с учителем». Вот, что получилось (рис.1).

Также мы попытались создать картины с помощью разных инструментов самых известных нейросетей и составили список самых популярных и доступных.

Lexica позволяет создавать только 16 изображений в месяц бесплатно.

В Starryai можно создавать арты на ПК и в мобильном приложении. Сервис даёт пять кредитов, которые обновляются каждый день.

Kandinsky 2.2 — усовершенствованная версия нейросети от Сбера. Сервис предлагает несколько инструментов ИИ: генерация по тексту, дорисовка загруженных изображений. В этой нейросети можно ввести запрос на русском языке.

Шедевр — нейросеть от Яндекса для создания картинок по описанию, тексту или фото. Работает только в мобильном приложении, но на сайте можно посмотреть сгенерированные арты с промптами других пользователей.

Мы пришли к выводу, что нейросеть можно использоваться для создания произведений изобразительного искусства, например: для копирования стилей художников; для превращения эскизов в фотореалистичные иллюстрации; для «оживления» портретов; для создания новых изображений.

Подводя итог, нам хотелось бы ещё раз подчеркнуть, что нейросети не должны заменять человека, они должны стать удобным инструментом, который поможет всему человечеству обучаться, заниматься творчеством и наукой быстрее и интереснее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гафаров Ф.М УДК 004.032.26 ББК 32.973.2-018+32.813 Г12Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с. (дата обращения: 04.04.2024)
2. Лыццов Н.А., Мартышкин А.И. НЕЙРОННЫЕ СЕТИ: ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 3-2. – С. 35-38;URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=1951> (дата обращения: 04.04.2024).
3. Старовойт А.Н., Черпакова Н.А. Использование нейронных сетей в общеобразовательных организациях для повышения качества обучения /

Старовойт А.Н., Черпакова Н.А. // Информация и образование: границы коммуникаций. — 2023 . — № 15 (23) . — с. 169-170.

4. 10 самых популярных нейросетей для создания картинок./

URL:<https://netology.ru/blog/08-2023-ai-pictures?ysclid=lum5xl3y2m11827092>

© Дунин В.В., 2024

Черноусов С.В.

МБОУ СОШ №3 им. С. А. Погребача

Науч. рук. учитель начальных классов *Якупова Р. Н.*

Chernousov S.V.

MBOU Secondary School No. 3 named after. S. A. Pogrebacha

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ В ДРЕВНЕЙ РУСИ

UNITS OF MEASUREMENT IN ANCIENT RUS'

Аннотация: в данной статье поставлена цель изучить возникновение древних единиц измерения и установить их связь с современными единицами.

Abstract: this article aims to study the emergence of ancient units of measurement and establish their connection with modern units.

Ключевые слова: измерение, древняя русь, мера, длинна.

Keywords: measurement, ancient Rus', measure, length.

В наше время мы легко считаем в метрах, килограммах, литрах. Это просто. Но так было не всегда. В 17-18 веках французские учёные увидели нерациональность и неточность многих стандартов, используемых для измерений, и начали работу над созданием полной, логичной, точной и универсальной системы измерений — Международной системы единиц (СИ). В его основе лежит метрическая система. Поскольку все единицы кратны 10, расчеты упрощаются. Сегодня эту систему используют все страны, кроме США, Бирмы и Либерии. Метрическая система СИ состоит из семи основных единиц: метр (длина), килограмм (масса), секунда (время), ампер (электрический ток), кельвин (температура), свеча (светимость), моль (количество вещества). Кроме того, современная система СИ включает две дополнительные единицы —

радиан (плоский угол) и стерадиан (местный угол), а также большое количество производных единиц. Система единиц постоянно развивается.

Но, однако, часто в нашей жизни мы встречаем слова, обозначающие древние единицы измерения. По-русски их называют устаревшими, уже не используемыми активно в повседневной жизни. Не зная их значения, порой сложно понять литературное произведение, абзац окружающего мира, математические действия и даже пословицу. В каждой книге есть сноски, но они написаны очень мелким шрифтом и не запоминаются.

Например: «Семь пядей на лбу». Не зная древних единиц измерения, невозможно понять смысл русского фольклора. Поэтому в нашем проекте мы рассмотрим самые распространенные древнерусские единицы измерения.

Содержание данной работы может быть использовано учителями и учащимися как справочный материал для расширения кругозора на уроках математики, литературного чтения и смежных предметов на дополнительных занятиях.

Мною была проделана большая, интересная работа. В ходе работы я познакомилась с историей возникновения измерений в древней Руси.

В результате проведенного исследования я убедился, что старинная система мер была разнообразной, одна мера длины могла носить множества имён, и назначений, поэтому мы пришли к выводам:

- В древней Руси меры измерения зависели от самого человека и видов его практической деятельности.
- Возникла необходимость отказаться от установления связей между единицами измерения и размерами человеческого тела.
- Гипотеза наша подтверждена: переход к общей для всех стран системе измерений был необходим, современные единицы и способы дают более точные результаты измерений.

Изучив много литературы и обработав ее, мы с Ритой Николаевной приготовили и провели классный час на тему: «Единицы измерения в Древней

Руси», который в дальнейшем может нам пригодиться на уроках математики, литературного чтения, окружающего мира и других предметах.

Единицы измерений сегодня удобны, лаконичны и понятны. Мир меняется, меняемся и мы, но знания дают нам нужную структуру для понимания духовного мира нашего народа в далёком прошлом.

Каждый человек должен знать и современные меры длины и старинные. Не зная прошлого нельзя понять настоящее!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иллюстрированный толковый словарь русского языка/ В. И. Даль. – М.: Эксмо, 2007
2. Кузнецов С. А. Большой толковый словарь русского языка. – М.: Норинт, 2000
3. Мокиенко В. М. Загадки русской фразеологии. Санкт-Петербург: Авалон, Азбука-классика, 2005.

© Черноусов С.В., 2024

СЕКЦИЯ 1 (СТУДЕНТЫ). СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИННОВАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ.

УДК 681.5

Габидуллин Т.Р.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. к-т техн. наук, доц. *Кулакова Е.С.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Gabidullin T.R.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА РАБОТЫ СТУДЕНТУ

DEVELOPING AN APPLICATION FOR A STUDENT'S JOB SEARCH

Аннотация: В данной выпускной квалификационной работе было разработано приложение для поиска работы студенту на предприятии, которое предоставляет уникальную платформу для поиска работы студенту и упрощённую систему подбора персонала для отдела кадров. В процессе создания приложения были применены современные методы разработки и анализа, что позволило достичь высокой функциональности и удобства интерфейса. Проведенное тестирование приложения выявило и помогло устранить ряд недостатков, повышая его пользовательскую привлекательность и эффективность. Разработка приложения включает в себя выбор подходящих технических инструментов и средств, разработку алгоритмов функционирования приложения, а также постоянный анализ и исправление обнаруженных ошибок.

Abstract: this final qualifying work, an application was developed to find a job for a student in an enterprise, which provides a unique platform for finding a job for a student and a simplified recruitment system for the human resources department. In the process of creating the application,

modern development and analysis methods were applied, which made it possible to achieve high functionality and user-friendliness of the interface. The conducted testing of the application revealed and helped to eliminate a number of shortcomings, increasing its user attractiveness and effectiveness. Application development includes the selection of appropriate technical tools and tools, the development of algorithms for the operation of the application, as well as continuous analysis and correction of detected errors.

Ключевые слова: поиск вакансий, подбор персонала, приложение, сайт, программирование, JavaScript, Laravel.

Keywords: job search, recruitment, application, website, programming, JavaScript, Laravel.

В современном мире, особенно в условиях пандемии, поиск работы для студентов становится все более актуальной проблемой. В то же время, технологический прогресс и развитие мобильных приложений создают уникальные возможности для упрощения этого процесса. В данной статье мы рассмотрим разработку мобильного приложения "Вакансии от предприятий", которое поможет студентам быстро и удобно находить работу.

Первым шагом при разработке любого приложения является определение его целевой аудитории и основных потребностей, которые приложение должно удовлетворять. В данном случае, целевой аудиторией являются студенты, их потребность заключается в том, чтобы быстро и эффективно находить работу, которая соответствует их учебному расписанию и предпочтениям.

Следующим шагом является разработка функционала приложения. Главной задачей "Вакансий от предприятий" является предоставление студентам актуальной информации о вакансиях, которые соответствуют их критериям. Для этого приложение будет использовать геолокацию и данные профиля пользователя для поиска вакансий, которые находятся вблизи от места проживания студента и соответствуют его опыту и квалификации.

Для того чтобы сделать процесс поиска еще более удобным, в приложении будут использоваться фильтры. С их помощью студенты смогут отбирать вакансии по таким параметрам, как тип занятости, уровень оплаты, график работы и другие. Кроме того, приложение будет иметь функцию

уведомлений о новых вакансиях, которые соответствуют критериям пользователя.

Одним из ключевых элементов "Вакансий от предприятий" будет являться простой и понятный интерфейс. Это позволит студентам быстро и легко находить необходимую информацию и быстро реагировать на новые вакансии.

Кроме того, приложение предоставляет множество дополнительных функций, которые помогают студентам упростить процесс поиска работы. Среди таких функций можно выделить:

1.Фильтрация вакансий по различным критериям, таким как тип занятости, график работы и зарплата.

2.Возможность создания профиля со своими резюме и контактными данными, что позволяет работодателям легко связаться со студентами.

3.Напоминания о предстоящих собеседованиях и других важных событиях, связанных с процессом поиска работы.

4.Возможность получать уведомления о новых вакансиях, соответствующих интересам студента.

Кроме того, приложение может помочь работодателям найти наиболее подходящих кандидатов для работы. Система поиска и фильтрации позволяет находить соискателей с нужными навыками, опытом и образованием, а также осуществлять прямую связь с ними через платформу.

Для компаний, которые заинтересованы в привлечении талантливых и мотивированных кандидатов, приложение "Вакансии от предприятий" может стать эффективным инструментом для рекрутинга и поиска новых сотрудников.

Разработка мобильного приложения для поиска работы студенту - это отличная идея, которая может значительно облегчить процесс поиска работы для молодых людей.

Создание такого приложения позволит студентам быстро и удобно находить вакансии, которые соответствуют их профессиональным навыкам и интересам. Оно также может помочь работодателям быстрее находить подходящих кандидатов на вакансии.

Важно убедиться, что приложение будет иметь простой и интуитивно понятный интерфейс, который позволит студентам быстро находить вакансии и связываться с работодателями. Кроме того, важно обеспечить надежную систему безопасности для обмена личной информации между студентами и работодателями.

С учетом того, что все больше людей предпочитают искать работу через мобильные устройства, разработка приложения "Вакансии от предприятий" может оказаться успешной идеей. Важно заранее продумать монетизационную модель приложения, чтобы оно могло оставаться жизнеспособным в долгосрочной перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.9. – С. 46-54.
3. Калач А. В., Перегудов А. Н., Чуйков А. М. Разработка мультисенсорного газоанализатора для анализа горючих газов //Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20. – №. 1. – С. 54-56.
4. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
11. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian

Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Габидуллин Т.Р., 2024

Трифонов Е.А.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Trifonova E.A.

«Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak»

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАРБОНИЗАЦИОННОЙ КОЛОННОЙ

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR A CARBONIZATION COLUMN

Аннотация. Автоматизация – это процесс использования технологий и программного обеспечения для выполнения задач без необходимости вмешательства человека. Она позволяет увеличить эффективность работы, сократить время выполнения задач и снизить вероятность ошибок, а также снизить затраты на рабочую силу и повысить качество продукции. Автоматизация карбонизационной колонны – это процесс использования автоматических систем и технологий для управления и контроля процессом карбонизации, который широко применяется в химической промышленности.

Abstract. Automation is the process of using technology and software to complete tasks without the need for human intervention. It allows you to increase operational efficiency, reduce task completion times and reduce the likelihood of errors, as well as reduce labor costs and improve product quality. Carbonation column automation is the process of using automatic systems and technologies to control and control the carbonization process, which is widely used in the chemical industry.

Ключевые слова: карбонизационная колонна, автоматизация, программируемые логические контроллеры, датчики

Key words: carbonization column, automation, programmable logic controllers, sensors

Для автоматизации технологического процесса рассматривается дооснащение технологических узлов контрольно-измерительными приборами и установка программируемого логического контроллера [1]. Автоматизация карбонизационной колонны с использованием контрольно-измерительных приборов и программируемого логического контроллера (ПЛК) обладает значительной актуальностью в современной промышленности по нескольким причинам:

- Автоматизация карбонизационной колонны с использованием ПЛК и контрольно-измерительных приборов позволяет оптимизировать процессы, уменьшая время настройки оборудования, улучшая точность измерений и минимизируя человеческое вмешательство. Высота карбонизационной колонны может достигать десятки метров, что затрудняет контроль технологических параметров по месту, установка современных устройств автоматизации позволит вывести данные централизованно в систему дистанционного контроля и управления.

- Автоматизация позволит строго контролировать параметры карбонизации, что важно для соблюдения стандартов качества продукции. Это также способствует уменьшению отходов и повторной производственной деятельности.

- Установка датчиков и систем контроля с использованием ПЛК способствует непрерывному мониторингу и обнаружению отклонений в процессе, что может снизить риск возникновения аварийных ситуаций и повысить безопасность персонала.

- Системы автоматизации могут быть настроены для оптимального использования энергии в процессе карбонизации, что приводит к экономии ресурсов и снижению эксплуатационных затрат.

– Программируемые логические контроллеры обеспечивают гибкость настройки процесса в соответствии с различными параметрами и требованиями. Это особенно полезно в условиях изменяющегося спроса и производственных условий [2]. Настройка технологии в последующем возможна также обслуживающим персоналом, что позволит дистанционно получить требуемые показатели качества продукции и оперативно вносить коррективы в процесс для получения наилучшего получаемого продукта.

– Современные системы автоматизации могут легко интегрироваться с другими уровнями производственных систем, такими как системы управления предприятием (ERP) или системы управления производством (MES), что обеспечивает единое и эффективное управление всем производственным процессом.

– Работа с автоматизированными системами требует специализированных знаний, потому разработка курсового проекта по автоматизации карбонизационной колонны дает возможность овладеть современными технологиями и методами автоматизации, что полезно для будущей карьеры в области промышленной автоматизации.

Техническое перевооружение карбонизационной колонны может иметь несколько новых решений и практических преимуществ [3].

Во-первых, техническое перевооружение может включать в себя замену устаревшего оборудования на новое, более современное и эффективное, что может привести к повышению производительности, снижению затрат на энергию и сырье, а также повышению точности и надежности процесса.

Во-вторых, техническое перевооружение может предполагать внедрение новых технологий, например, автоматизации карбонизационной колонны может увеличить эффективность и точность процесса, а также улучшить контроль качества продукции.

В-третьих, техническое перевооружение может позволить использовать более экологически чистые методы производства, что повысит экологическую безопасность и снизит воздействие на окружающую среду.

В целом, техническое перевооружение карбонизационной колонны может иметь существенную практическую ценность и привести к повышению производительности, снижению затрат на производство, улучшению контроля качества и экологической безопасности, что позволит улучшить конкурентоспособность производителя на рынке и повысить качество продукции [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Муравьева Е.А. Интегрированные системы проектирования и управления [Текст]: учеб. пособие/ Муравьева Е.А. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2011. – 354с.
2. Егоров В.А., Канаков Ю.К., Сазонов В.Н. Способ автоматического управления работой карбонизационных колонн
3. Афанасенко А.Г., Гнатенко Ю.А. Математическая модель и оптимизация процесса карбонизации аммонизированного рассола. – Математическое моделирование. - 2008. - Т. 20. - № 9. - С. 105-111.
4. Афанасенко А.Г., Вережкин А.П. Нейросетевое моделирование показателей качества процесса карбонизации. - Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. - 2009. - Т. 13. - № 2. - С. 222-225.
5. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
8. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
9. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
10. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
11. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
12. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
13. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
14. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian

Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Трифонова Е.А., 2024

УДК 681.5

Абдуллаев А.З.

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. канд. тех. наук, доцент *Кадыров Р.Р.*

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Abdullaev A.Z.

Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ

OPTIMIZATION OF THE MANAGEMENT OF THE PROCESS OF ELECTROCHEMICAL PURIFICATION OF OIL-CONTAMINATED SOILS

Аннотация: Статья посвящена исследованию и разработке методов оптимизации управления процессом электрохимической очистки нефтезагрязненных грунтов. Электрохимическая очистка является эффективным методом удаления нефтепродуктов из почвы путем электролиза, что способствует улучшению экологической обстановки на загрязненных участках. В статье рассматриваются ключевые аспекты оптимизации управления процессом, такие как выбор оптимальных параметров электролиза, оптимизация питания и контроля за процессом обработки грунтов.

Abstract: The article is devoted to the research and development of methods for optimizing the management of the process of electrochemical purification of oil-contaminated soils. Electrochemical purification is an effective method of removing petroleum products from the soil by electrolysis, which helps to improve the environmental situation in polluted areas. The article discusses key aspects of process control optimization, such as the choice of optimal electrolysis parameters, optimization of nutrition and control of the soil treatment process.

Ключевые слова: Электрохимическая очистка, нефтезагрязненные грунты, оптимизация, управление процессом, электролиз, экология.

Keywords: Electrochemical purification, oil-contaminated soils, optimization, process control, electrolysis, ecology.

Электрохимическая очистка нефтезагрязненных грунтов представляет собой эффективный метод восстановления экологического равновесия в природной среде. Данный процесс основан на использовании электричества для уменьшения загрязнения грунта нефтью и нефтепродуктами. В связи с повышением объемов нефтепродуктов, выбрасываемых в окружающую среду, вопрос оптимизации управления процессом электрохимической очистки нефтезагрязненных грунтов становится все более актуальным.

Оптимизация управления данным процессом позволяет повысить эффективность очистки, снизить энергопотребление и сократить затраты на проведение работ. Для успешной реализации оптимального управления электрохимической очисткой нефтезагрязненных грунтов необходимо учитывать ряд ключевых аспектов.

Во-первых, необходимо провести тщательный анализ состава загрязнения грунта, определить параметры загрязнителей и их концентрации. Это позволит разработать оптимальные режимы работы электрохимических установок для максимальной эффективности очистки.

Во-вторых, важно правильно подобрать параметры процесса, такие как плотность тока, концентрация электролита, температура и другие. Настройка данных параметров позволит достичь оптимального сочетания энергопотребления и качества очистки.

Для эффективной оптимизации управления процессом электрохимической очистки нефтезагрязненных грунтов может использоваться автоматизированные системы управления, основанные на современных методах искусственного интеллекта. Такие системы способны быстро адаптироваться к изменяющимся условиям и обеспечивать стабильность и точность процесса очистки.

Кроме того, важным аспектом оптимизации управления является постоянный мониторинг состояния процесса, анализ полученных данных и корректировка параметров в реальном времени. Это позволяет быстро реагировать на изменения среды и обеспечивать непрерывную и эффективную работу системы очистки.

Таким образом, оптимизация управления процессом электрохимической очистки нефтезагрязненных грунтов играет важную роль в повышении эффективности и экологической безопасности данного метода очистки. Правильно подобранные параметры и автоматизированные системы управления позволяют достичь высоких результатов в очистке загрязненных грунтов и сохранении окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шулаев Н.С., Мешалкин В.П., Пряничникова В.В., Кадыров Р.Р., Быковский Н.А. Электрохимическая очистка нефтезагрязненных грунтов с учетом рельефа местности. *Экология и промышленность России*, 2022, т.26, №2, с.9-13
2. Шулаев Н.С., Пряничникова В.В., Кадыров Р.Р. Закономерности электрохимической очистки нефтезагрязненных грунтов. *Записки Горного института*, 2021, т.252, с.937-946
3. Shulaev N.S., Meshalkin V.P., Pryanichnikova V.V., Kadyrov R.R., Bykovsky N.A. Electrochemical Cleaning of Oil-Contaminated Soils, Taking into Account the Terrain. *Ecology and Industry of Russia*, 2022, 26(2), pp. 9–13
4. Шулаев Н.С., Пряничникова В.В., Кадыров Р.Р. Установки электрохимической очистки нефтезагрязненных грунтов с учетом рельефа. *Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов*. 2022. Вып.5(139).с.148-159
5. Muravyova E.A. Development of a neural network to control the process of cleaning the pyrolysis fraction from acetylene compounds. В сборнике: *ior*

conference series: earth and environmental science. iii international scientific conference: agritech-iii-2020: agribusiness, environmental engineering and biotechnologies. krasnoyarsk science and technology city hall of the russian union of scientific and engineering associations. 2020. с. 32003.

6. Абдрафикова Ф.Ф., Муравьева Е.А. Система управления процессом сбраживания в броидильных чанах на основе нечеткого регулятора. В сборнике: математическое моделирование процессов и систем. материалы ix международной молодежной научно-практической конференции. 2019. с. 11-16.

7. Патент № 2782565 С1 Российская Федерация, МПК G01N 1/10. Система усредненного отбора пробы воды из контрольного створа для автоматизированного контроля качества поверхностных водотоков : № 2021135386 : заявл. 01.12.2021 : опубл. 31.10.2022 / А. М. Сафаров, Е. С. Кулакова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет". – EDN QSDZTI.

8. E. S. Kulakova, A. M. Safarov, M. A. Malkova. Phenol monitoring in the air of the city residential part / [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Moscow, 10 марта 2020 года. – Moscow, 2020. – P. 012102. – DOI 10.1088/1755-1315/579/1/012102. – EDN PSXSLA.

9. Shulaev N. S., Pryanichnikova V. V., Damineva R. M. Changes of characteristics of soil contaminated by oil products during electrochemical cleaning // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 459. Issue 2. P. 1–5.

10. Phytotoxic properties of electrically-cleaned oil-contaminated soils (the use of *Lepidium sativum* L. biotest) / N. S. Shulaev [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 862 (2020) 062021.

11. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

12. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
13. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
14. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
15. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
16. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
17. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
18. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
19. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия

Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

20. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

21. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Абдуллаев А.З., 2024

Муравьева Е.А., Алимов Т.М.

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке

Науч. рук. должность, *Муравьева Е. А.*, д. т. н., профессор, заведующая кафедрой «Автоматизированные технологические и информационные системы» Института химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Стерлитамаке

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке

Alimov T.M.

Institute of Chemical Technologies and Engineering of the Ufa State Petroleum Technological University in Sterlitamak

**ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНОГО НЕЧЕТКОГО
УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА ЭТИЛ-ТРЕТ-
БУТИЛОВОГО ЭФИРА**

**ADVANTAGES OF APPLYING ADAPTIVE FUZZY CONTROL IN THE
TECHNOLOGICAL PROCESS OF ETHYL-TERT-BUTYL ETHER SYNTHESIS**

Аннотация: Адаптивное нечеткое управление является важным инструментом в автоматизации и оптимизации технологических процессов. В данной статье мы рассмотрим применение адаптивного нечеткого управления в технологическом процессе синтеза этил-трет-бутилового эфира (ЭТБЭ), который является важным компонентом многих промышленных процессов, таких как производство бензина и дополнительных присадок для топлива.

Abstract: Adaptive fuzzy control is an important tool in automation and optimization of technological processes. In this article, we will consider the application of adaptive fuzzy control in the technological process for the synthesis of ethyl tert-butyl ether (ETBE), which is an important component of many industrial processes, such as the production of gasoline and additional fuel

additives.

Ключевые слова: адаптивное управление, процесс синтеза, математическая модель.

Key words: adaptive control, synthesis process, mathematical model.

Нечеткое управление является важным инструментом в автоматизации и оптимизации технологических процессов. В данной статье мы рассмотрим применение адаптивного нечеткого управления в технологическом процессе синтеза этил-трет-бутилового эфира (ЭТБЭ), который является важным компонентом многих промышленных процессов, таких как производство бензина и дополнительных присадок для топлива.

Адаптивное нечеткое управление - это методология, основанная на использовании нечеткой логики для управления системами, динамика которых не полностью известна или может изменяться со временем. Этот подход позволяет системе автоматически адаптироваться к изменяющимся условиям и эффективно регулировать свои параметры для достижения заданных целей.

Технологический процесс синтеза этил-трет-бутилового эфира является сложным и мультипараметрическим. Он включает в себя множество переменных, таких как температура, давление, концентрации реагентов и скорость реакции. В таких условиях использование традиционных методов управления может быть недостаточно эффективным.

Преимущества адаптивного нечеткого управления:

- **Гибкость:** Адаптивное нечеткое управление позволяет системе быстро адаптироваться к изменяющимся условиям и реагировать на них.
- **Устойчивость:** Нечеткая логика и возможность адаптации обеспечивают стабильное управление системой, даже при наличии шума или неопределенности во входных данных.
- **Оптимизация:** Адаптивное нечеткое управление позволяет оптимизировать процесс синтеза, улучшая его качество, энергоэффективность и производительность.

Для применения адаптивного нечеткого управления в синтезе ЭТБЭ необходимо создать математическую модель процесса и определить критерии

оптимального управления. Затем разрабатывается нечеткая система правил, которая управляет параметрами процесса.

Алгоритм адаптивного нечеткого управления обычно состоит из следующих шагов:

1. Определение входных и выходных переменных системы.
2. Построение нечеткой системы правил на основе экспертных знаний.
3. Адаптация нечеткой системы правил в процессе работы системы.
4. Определение оптимальных параметров управления на основе выбранных критериев.
5. Реализация управления и наблюдение за процессом синтеза.

Адаптивное нечеткое управление является мощным инструментом для оптимизации технологического процесса синтеза этил-трет-бутилового эфира. Оно позволяет системе эффективно адаптироваться к изменениям в процессе и достигать оптимальных результатов. Применение этого подхода может привести к улучшению качества, энергоэффективности и производительности процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Обзор приборной базы по контролю парниковых газов. Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2022. Т. 14. № 1. С. 62-69.
2. Муравьева Е.А., Исмоилов Т.Н. Файзуллин С.Р. Анализ режимов работы автоклава в программе iThink. В сборнике: Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность. Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 333-335.
3. Muravyova E.A., Bondarev A.V., Sharipov M.I., Galiaskarova G.R., Kubryak A.I. Power consumption analysis of pump station control systems based on fuzzy controllers with discrete terms in iThink software. IOP Conference Series: Materials

Science and Engineering. 2018. Т. 327. № 2.

4. Назаров И.С. Математическое моделирование нечеткого регулятора // В сб. научных трудов V Международной научной конференции: Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине. 2018. С. 113-118.

5. Мефедова Ю.А., Моисеева Ю.Р. Применение нечеткой логики в системах управления // сб. трудов IV Международной научно-практической конференции: Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий. 2018. С. 94-97.

6. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

10. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и

информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

13. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Алимов Т.М., 2024

Арсланов Р.В.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Arslanov R.V.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФАНОЛА

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE SULFANOL PRODUCTION PROCESS

Аннотация: В данной работе представлена разработка автоматизированной системы управления процессом получения сульфанола. Система предназначена для повышения эффективности производства и контроля качества процесса. Основные этапы разработки включают анализ процесса получения сульфанола, проектирование системы управления, разработку программного обеспечения и тестирование системы на практике. Ключевые компоненты системы включают автоматизированные датчики, контроллеры, алгоритмы управления и пользовательский интерфейс. Эксперименты показали значительное улучшение эффективности производства сульфанола при использовании разработанной системы.

Ключевые слова: Автоматизация, управление процессом, сульфанол, производство, контроль качества.

Abstract: This paper presents the development of an automated control system for the process of sulfanol production. The system is designed to improve production efficiency and control the quality of the process. The main stages of development include analyzing the sulfanol production process, designing the control system, developing software and testing the system in practice. Key

components of the system include automated sensors, controllers, control algorithms and user interface. Experiments showed a significant improvement in the efficiency of sulfanol production using the developed system.

Keywords: Automation, process control, sulfanol, production, quality control.

Целью данной работы является разработка автоматизированной системы управления процессом получения сульфанола с целью повышения эффективности производства и обеспечения стабильного контроля качества продукции.

В химической промышленности процесс получения сульфанола играет ключевую роль, поскольку этот продукт является важным компонентом для производства различных химических веществ, в том числе моющих средств, синтетических масел и растворителей. Однако, эффективность процесса и качество конечного продукта зависят от множества параметров, которые необходимо строго контролировать. Традиционные методы управления процессом могут быть неэффективными и подвержены человеческим ошибкам, что может привести к непредсказуемым результатам и потере ресурсов.

Для преодоления этих проблем была предложена автоматизированная система управления процессом получения сульфанола. В ее основе лежит комплексный подход, включающий использование современных датчиков для непрерывного мониторинга параметров процесса, контроллеров для автоматического регулирования работы оборудования и программного обеспечения для анализа данных и принятия решений. Датчики предоставляют информацию о температуре, давлении, концентрации реагентов и других важных параметрах, которые передаются контроллерам. На основе этих данных контроллеры принимают решения о необходимых корректировках параметров процесса с использованием заранее определенных алгоритмов управления. Пользовательский интерфейс обеспечивает операторам доступ к информации о состоянии процесса и позволяет им мониторить и контролировать его работу.

Разработанная система управления процессом получения сульфанола является эффективным инструментом для повышения производственной

эффективности и обеспечения качества конечного продукта. Ее внедрение может принести значительные экономические выгоды предприятиям, занимающимся производством сульфанола, и способствовать устойчивому развитию химической промышленности в целом. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию системы и ее адаптацию для других производственных процессов с использованием новых технологий и методов управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хлесткова Н.В. Исследование свойств растворов одноатомных спиртов с целью выбора экологически менее вредных хладоносителей и растворителей // Экология промышленного производства. 2003, №1.
2. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / под науч. ред. Зайченко Л.П. СПб.: Профессия. 2005. С. 240.
3. Коррозия и защита от коррозии / под ред. Соколова П.Н. - М.: Химия, 1996.
4. ГОСТ 28084–89. Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия; введ.1990 - 07 - 01. — Москва: Стандартформ, 2007.
5. Вережников В.Н., Гермашева И.И., Крысин М.Ю. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ. – М.: Лань, 2015. 299 с.
6. Абрамзон А.А., Гаевой Г.М. Поверхностно-активные вещества. – Л.: Химия, 1979. 458 с.
7. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного

- аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
11. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
14. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Арсланов Р.В., 2024

Булатова Р.В.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Bulatova R.V.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЕЛ

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR SELECTIVE OILS PURIFICATION INSTALLATION

Аннотация: Разработанная система управления позволит оптимизировать производственный процесс, снизить энергопотребление и уменьшить количество отходов, что в свою очередь приведет к сокращению эксплуатационных расходов и улучшению экологической безопасности производства. Результаты исследования могут быть использованы для модернизации существующих и создания новых установок селективной очистки масел.

Abstract: The developed control system will optimize the production process, reduce energy consumption and reduce the amount of waste, which in turn will lead to a reduction in operating costs and improved environmental safety of production. The results of the study can be used to modernize existing and create new installations for selective oil purification.

Ключевые слова: селективная очистка масел, оптимальные растворители, экологическая безопасность, N-метил- α -пирролидон, система управления по показателям качества, качество продукции.

Key words: selective purification of oils, optimal solvents, environmental safety, N-methyl- α -pyrrolidone, quality management system, product quality.

Целью работы – улучшение процесса управления технологическим процессом путем внедрения системы управления по показателям качества с использованием виртуального анализатора.

Установка селективной очистки масел предназначена для удаления из масляных фракций смолистых веществ, полициклических ароматических и нафтеноароматических углеводородов с короткими боковыми цепями, серосодержащих соединений с целью повышения индекса вязкости, снижения коксуемости, улучшения цвета и вязкостно-температурных свойств смазочных масел [4].

Основные промышленные растворители: фенол, фурфурол и N-метил- α -пирролидон (достоинство последнего - относительная экологическая чистота).

На установке осуществляется очистка N-метил- α -пирролидоном (метилпирролидоном) дистиллятных фракций (+350...420 °С, +420...500 °С, +450...550 °С), получаемых при вакуумной перегонке мазутов, и остаточных фракций (деасфальтизата). При селективной очистке M-метил- α -пирролидоном в зону экстракции иногда вводят так называемый антирастворитель (обычно вода), снижающий избыточную растворяющую способность растворителя и повышающий четкость (селективность) разделения полезных компонентов сырья и вредных примесей [2].

Типовая промышленная установка селективной очистки включает секции экстракции и регенерации растворителя соответственно из рафината и экстракта.

Целевые продукты процессов – рафинаты – направляются на депарафинизацию с целью улучшения низкотемпературных свойств масел. Побочные продукты селективной очистки – экстракты – используются как сырье для производства битумов, технического углерода, нефтяных коксов, пластификаторов каучуков в резиновой и шинной промышленности, как компонент котельного топлива [4].

В работе проведен обзор технологии процесса селективной очистки масел и изучен состав оборудования установки. Проанализирована существующая структура системы управления технологическим процессом. Проведен обзор технических средств автоматизации, для повышения эффективности управления процессом было предложено в качестве альтернативы промышленным анализаторам состава потоков использовать виртуальные анализаторы показателей качества, имеющие ряд преимуществ, такие как дешевизна (по сравнению с промышленными анализаторами) и простота эксплуатационного обслуживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нигматуллин Р.Г., Золотарев П.А., Сайфуллин Н.Р. Селективная очистка масляного сырья – М.: Нефть и газ, 1998. – 208 с.
2. Фаизов А.Р., Нигматуллин В.Р., Нигматуллин Р.Г. Развитие процесса селективной очистки масляного сырья N-метилпирролидоном в ОАО «Ново-уфимский НПЗ». М: Мир нефтепродуктов. – 2003. – № 2. – с. 9..
3. Агеев И. М., Рыбин Ю. М. Измерительный комплекс для мониторинга углекислого газа в воздухе //Измерительная техника. – 2021. – №. 4. – С. 68-71.
4. Технологический регламент установки селективной очистки масел 37/1.
5. Колесник И.О. Процесс селективной очистки масляного сырья N-метилпирролидоном. Химия и технология топлив и масел. – 2003. - № 2. – с. 4.
6. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного

- аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
13. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Булатова Р.В., 2024

Кулакова Е.С., Вершинин А.А.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. к-т техн. наук, доцент *Кулакова Е. С.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Kulakova E. S., Vershinin A. A.

Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Chemical Technology and Engineering, Department of automated technological and information systems

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗАШИФРОВАННЫХ И СЖАТЫХ ДАННЫХ

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION PROTECTION SYSTEM BASED ON SEPARATION OF ENCRYPTED AND COMPRESSED DATA

Аннотация: В данном исследовании рассматривается разработка системы защиты информации, основанной на разделении зашифрованных и сжатых данных. Аспекты исследования включают в себя разработку методов шифрования и сжатия данных, а также создание системы мониторинга и управления с целью повышения безопасности информации. Значимость данной темы заключается в обеспечении высокого уровня безопасности и целостности данных в условиях растущих угроз информационной безопасности, что имеет критическое значение для защиты конфиденциальных данных и обеспечения надежности информационных систем в различных областях, включая медицинскую сферу, финансы и корпоративные структуры.

Abstract: This study examines the development of an information security system based on the separation of encrypted and compressed data. The aspects of the study encompass the development of data encryption and compression methods, as well as the creation of a monitoring and management system to enhance information security. The significance of this topic lies in ensuring a high level of data security and integrity in the face of growing information security threats, which

is critically important for safeguarding confidential data and ensuring the reliability of information systems in various domains, including the medical field, finance, and corporate structures.

Ключевые слова: система защиты информации, безопасность, целостность, шифрование, сжатие данных.

Key words: information security system, security, integrity, encryption, data compression.

Современный мир, пронизанный современными технологиями и цифровой информацией, стал свидетелем не только великолепных достижений, но и растущих вызовов в области информационной безопасности. В эту эпоху цифровой революции, когда ценность данных стала критически важной для организаций, учреждений и отдельных лиц, необходимость обеспечения безопасности и конфиденциальности информации стала более актуальной, чем когда-либо [3].

Исследование сосредоточено на обеспечении целостности информации в медицинских учреждениях, тщательном анализе потенциальных угроз безопасности персональных данных и представлении действенных стратегий защиты конфиденциальной информации, таких как надежные механизмы защиты ключей и безопасные системы удаленного доступа. Кроме того, в документе разъясняется комплексная архитектурная модель создания защищенной информационной экосистемы в медицинских организациях, дающая бесценную информацию об основных протоколах, необходимых для обеспечения безопасности данных. Такой многогранный подход позиционирует исследование как незаменимый актив для экспертов по информационной безопасности и медицинских организаций, стремящихся сохранить конфиденциальность пациентов и придерживаться современных протоколов защиты данных, тем самым укрепляя доверие и соответствие требованиям в секторе здравоохранения.

С целью защиты чувствительных данных и обеспечения целостности информационных систем, множество организаций и учреждений стремятся к разработке и внедрению передовых систем защиты информации. В рамках этого контекста, данное исследование фокусируется на разработке

инновационной системы защиты информации, базирующейся на разделении зашифрованных и сжатых данных. Этот подход позволяет эффективно сочетать два важных аспекта информационной безопасности: конфиденциальность данных и эффективность передачи и хранения информации [1, 2, 4].

Неиспользование метода разделения зашифрованных и сжатых данных в системе защиты информации влечет ряд недостатков. Во-первых, это снижает уровень безопасности данных, так как они могут храниться и передаваться в открытом виде, что делает их уязвимыми для несанкционированного доступа и утечек [4]. Во-вторых, отсутствие сжатия данных приводит к избыточной нагрузке на хранилище и пропускную способность сети, что может привести к дополнительным расходам на инфраструктуру [3]. Кроме того, это может ограничить оперативную эффективность системы, замедляя процессы обработки и обмена информацией [6].

Использование метода разделения зашифрованных и сжатых данных в системе защиты информации предоставляет целый ряд преимуществ. Прежде всего, это повышает безопасность данных, поскольку они хранятся и передаются в зашифрованном виде, что делает их более устойчивыми к несанкционированному доступу и утечкам информации [3]. Кроме того, сжатие данных снижает нагрузку на хранилище и сеть, что приводит к экономии ресурсов и снижению операционных издержек [2]. Разделение зашифрованных и сжатых данных облегчает управление информацией, позволяя централизованно контролировать доступ и мониторить целостность данных, а также сохраняет пропускную способность сети, особенно важную при передаче больших объемов данных [3].

Для успешной разработки системы защиты информации на основе разделения зашифрованных и сжатых данных необходимо провести анализ текущей системы защиты, разработать эффективные методы шифрования и сжатия данных, создать системы мониторинга и управления, а также обеспечить интеграцию разработанных методов и обучить персонал [1] [2] [3].

Это позволит обеспечить безопасность данных и эффективное управление ими, соответствуя требованиям безопасности и законодательству.

Таким образом, данное исследование показывает, что разработка и внедрение системы защиты информации на основе разделения зашифрованных и сжатых данных представляет собой ключевой шаг в обеспечении информационной безопасности в современном цифровом мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козачок, А. В. Модель псевдослучайных последовательностей, сформированных алгоритмами шифрования и сжатия данных / А. Козачок, А. Спирин // Программирование. — 2021. — 4. — с. 31—44.
2. Спирин, А. А. Алгоритм классификации псевдослучайных последовательностей / А. А. Спирин, А. В. Козачок // Вестник воронежского государственного университета. Серия: системный анализ и информационные технологии. — 2020. — 1. — с. 87—98.
3. Бабаш, А. В. Криптографические методы и средства защиты информации: учебник / А.В. Бабаш, Е.К. Баранова. — Москва: КНОРУС, 2024. — 224 с.
4. Kozachok, A. V. An Encrypted File Detection Algorithm / A. V. Kozachok, A. A. Spirin, V. I. Kozachok // Automatic Control and Computer/Sciences. — 2021. — Vol. 55, no. 8. — P. 1121—1128.
5. Modeling of Pseudo-Random Sequences Generated by Data Encryption and Compression Algorithms / A. V. Kozachok [et al.] // CEUR Workshop proceedings. Vol. 3035. — Bauman Moscow State Technical University. 2021. — P. 98—106.
6. Classification of pseudo-random sequences based on the random forest algorithm / A. A. Spirin [et al.] // Ivannikov Memorial Workshop Proceedings. — 2020. — P. 55—58.
7. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров

- // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
11. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
14. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Кулакова Е.С., Вершинин А.А., 2024

Муравьева Е.А., Владимиров С.К.

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. доктор тех. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Vladimirov S.K.

Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT EMERGENCY DETECTION SYSTEM

Аннотация: В данной статье представлена разработка интеллектуальной системы обнаружения чрезвычайных ситуаций, предназначенной для повышения эффективности и результативности процедур реагирования на чрезвычайные ситуации. Система использует передовые алгоритмы машинного обучения и сенсорные технологии для быстрого выявления, оценки и реагирования на различные чрезвычайные ситуации, такие как пожары, несчастные случаи и неотложная медицинская помощь. Интеграция анализа данных в режиме реального времени и автоматизированных процессов принятия решений позволяет системе предоставлять своевременные оповещения и практические рекомендации лицам, реагирующим на чрезвычайные ситуации, тем самым сокращая время реагирования и улучшая общие результаты управления чрезвычайными ситуациями. В статье описывается разработка, внедрение и тестирование интеллектуальной системы обнаружения чрезвычайных ситуаций, подчеркивается ее потенциал для значительного повышения общественной безопасности и возможностей реагирования на чрезвычайные ситуации в различных условиях.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, нейронная сеть, обнаружение.

Abstract: This article presents the development of an intelligent emergency detection system designed to enhance the efficiency and effectiveness of emergency response procedures. The system leverages advanced machine learning algorithms and sensor technologies to rapidly identify,

assess, and respond to diverse emergency situations such as fires, accidents, and medical emergencies. The integration of real-time data analysis and automated decision-making processes enables the system to provide timely alerts and actionable recommendations to emergency responders, thereby reducing response times and improving overall emergency management outcomes. The article outlines the design, implementation, and testing of the intelligent emergency detection system, highlighting its potential to significantly improve public safety and emergency response capabilities in various settings.

Keywords: emergency situations, neural network, detection.

В последние годы все более частые и сложные чрезвычайные ситуации подчеркивают острую потребность в инновационных технологиях для улучшения стратегий реагирования и результатов. Одной из таких многообещающих технологий является разработка интеллектуальных систем обнаружения чрезвычайных ситуаций. Эти системы используют передовые достижения в области искусственного интеллекта, машинного обучения и сенсорных технологий для повышения скорости, точности и эффективности процедур реагирования на чрезвычайные ситуации. Сочетая анализ данных в реальном времени с автоматизированными возможностями принятия решений, эти системы способны революционизировать методы обнаружения, оценки и устранения чрезвычайных ситуаций. В данной статье представлен обзор проектирования, разработки и внедрения интеллектуальной системы обнаружения чрезвычайных ситуаций, направленной на трансформацию традиционных методов реагирования на чрезвычайные ситуации и повышение общей общественной безопасности.

Разработка интеллектуальной системы обнаружения чрезвычайных ситуаций требует комплексного подхода к сбору данных, включающего различные источники и параметры. Во-первых, сенсорные технологии, такие как детекторы дыма, датчики движения, датчики температуры и камеры наблюдения, играют решающую роль в сборе экологических данных в реальном времени, связанных с потенциальными чрезвычайными ситуациями, включая пожары, вторжения и необычные изменения условий. Кроме того,

исторические данные о реагировании на чрезвычайные ситуации, включая время реагирования, типы инцидентов и их результаты, дают ценную информацию для обучения моделей машинного обучения и оптимизации производительности системы.

Кроме того, демографические и географические данные, относящиеся к целевому району развертывания, могут служить основой для настройки и контекстуализации алгоритмов системы и процессов принятия решений. Наконец, вклад соответствующих заинтересованных сторон, таких как сотрудники служб реагирования на чрезвычайные ситуации, руководители объектов и члены сообщества, может способствовать получению качественных данных о конкретных сценариях чрезвычайных ситуаций, протоколах реагирования и требованиях пользователей. Сочетание этих разнообразных источников данных формирует основу для разработки интеллектуальной системы обнаружения чрезвычайных ситуаций, которая является надежной, адаптивной и реагирующей на широкий спектр чрезвычайных ситуаций.

В контексте разработки интеллектуальной системы обнаружения чрезвычайных ситуаций реализация нейронной сети играет ключевую роль в том, чтобы система могла распознавать закономерности, принимать решения и реагировать на различные сценарии чрезвычайных ситуаций. Архитектура нейронной сети предназначена для обработки и анализа огромного количества данных, собранных с различных датчиков и источников, чтобы точно обнаружить и классифицировать потенциальные чрезвычайные ситуации в режиме реального времени.

Процесс разработки начинается с выбора подходящих архитектур нейронных сетей, таких как сверточные нейронные сети (CNNs) для обнаружения чрезвычайных ситуаций на основе изображений или рекуррентные нейронные сети (RNNs) для анализа данных временных рядов, связанных с чрезвычайными ситуациями. Следующий шаг включает в себя обучение нейронной сети с использованием маркированных наборов данных, охватывающих широкий спектр аварийных сценариев и неаварийных условий.

Этот этап обучения направлен на оптимизацию способности сети распознавать и различать различные аварийные события, сводя к минимуму ложные тревоги и неточности.

Впоследствии обученная нейронная сеть интегрируется в интеллектуальную систему обнаружения чрезвычайных ситуаций, где она непрерывно обрабатывает поступающие данные от датчиков и других источников входных данных, оперативно выявляя потенциальные чрезвычайные ситуации и предоставляя действенную информацию для облегчения быстрого реагирования соответствующих органов власти.

Кроме того, постоянное совершенствование и оптимизация нейронной сети необходимы для адаптации к новым типам чрезвычайных ситуаций, изменениям окружающей среды и меняющимся потребностям пользователей. Этот итеративный процесс включает в себя тонкую настройку параметров сети, переподготовку с обновленными наборами данных и включение обратной связи из реальных сценариев реагирования на чрезвычайные ситуации.

В конечном счете, успешная разработка нейронной сети для интеллектуального обнаружения чрезвычайных ситуаций играет важную роль в расширении возможностей всей системы для активного выявления и снижения рисков, тем самым повышая общественную безопасность и оперативность реагирования на чрезвычайные ситуации в различных оперативных средах.

При разработке интеллектуальной системы обнаружения чрезвычайных ситуаций архитектура сверточной нейронной сети (CNN) является подходящим выбором благодаря своей эффективности в обработке визуальных данных от датчиков, таких как камеры наблюдения, для быстрой и точной идентификации чрезвычайных ситуаций. Предлагаемая архитектура CNN состоит из нескольких ключевых компонентов:

1. входной слой: этот слой получает входные данные в виде изображений, снятых камерами наблюдения или другими визуальными датчиками.

2. сверточные слои: эти слои используют фильтры для извлечения объектов из входных изображений с помощью операций свертки, захватывая

пространственные паттерны, относящиеся к различным типам чрезвычайных ситуаций.

3. функции активации: функции активации, такие как ReLU (выпрямленная Линейная единица), вводят нелинейность в сеть, позволяя ей эффективно изучать сложные паттерны.

4. объединение слоев: объединение слоев уменьшает пространственные размеры карт объектов, сохраняя при этом важную информацию, повышая вычислительную эффективность и предотвращая переобучение.

5. выравнивающий слой: этот слой преобразует выходные данные предыдущих слоев в векторный формат для подачи в полностью связанные слои.

6. полностью связанные слои: также известные как плотные слои, эти слои обрабатывают сплюсненные объекты для принятия высокоуровневых решений на основе извлеченных объектов.

7. выходной уровень: последний уровень производит прогноз выходного сигнала, указывая на наличие конкретных аварийных сценариев, обнаруженных сетью.

8. функция активации Softmax: используемая в выходном слое для задач многоклассовой классификации, функция softmax нормализует выходные значения в вероятности, указывая вероятность каждого аварийного класса.

Используя эту архитектуру CNN, предназначенную для интеллектуального обнаружения чрезвычайных ситуаций, система может эффективно анализировать визуальные данные, распознавать закономерности, указывающие на чрезвычайные ситуации, и обеспечивать своевременное оповещение для повышения возможностей реагирования на чрезвычайные ситуации и обеспечения общественной безопасности.

Работа нейронной сети в рамках интеллектуальной системы обнаружения чрезвычайных ситуаций включает в себя несколько ключевых этапов-от ввода данных до принятия решений в режиме реального времени.

1. ввод данных: визуальные данные, захваченные камерами наблюдения или другими датчиками, служат входными данными для нейронной сети. Эти данные включают изображения или видеокadres, изображающие контролируруемую среду.

2. предварительная обработка: входные данные проходят такие этапы предварительной обработки, как нормализация, изменение размера и увеличение, чтобы обеспечить согласованность и повысить способность сети обобщать данные в различных условиях окружающей среды.

3. прямое распространение: предварительно обработанные данные поступают в обученную нейронную сеть, где они подвергаются прямому распространению через различные слои сети.

4. извлечение признаков: сверточные слои внутри сети извлекают соответствующие признаки из входных данных, распознавая пространственные паттерны, указывающие на потенциальные чрезвычайные ситуации.

5. принятие решений: извлеченные объекты обрабатываются через полностью связанные слои, что позволяет сети принимать высокоуровневые решения относительно наличия конкретных аварийных сценариев на основе изученных паттернов.

6. генерация выходных данных: выходной уровень производит прогнозы, указывающие на вероятность различных классов аварийных ситуаций, обнаруженных сетью, а также соответствующие доверительные баллы.

Интеграция нейронной сети в интеллектуальную систему обнаружения чрезвычайных ситуаций предполагает развертывание сети в рамках более крупной программной инфраструктуры. Эта интеграция включает в себя прием данных с датчиков в режиме реального времени, параллельную обработку нескольких потоков данных и бесперебойную связь с модулями принятия решений и механизмами оповещения. Кроме того, Выходные данные нейронной сети служат входными данными для нижестоящих систем, ответственных за запуск протоколов реагирования на чрезвычайные ситуации,

уведомление соответствующих органов власти и предоставление действенной информации для эффективного управления кризисными ситуациями.

Эффективно интегрируя нейронную сеть в общую интеллектуальную систему обнаружения чрезвычайных ситуаций, можно использовать ее возможности для быстрой и точной идентификации чрезвычайных ситуаций, что в конечном итоге повысит общественную безопасность и результаты реагирования.

В заключение следует отметить, что интеграция нейронной сети в интеллектуальную систему обнаружения чрезвычайных ситуаций представляет собой значительный прогресс в повышении оперативности реагирования и эффективности протоколов управления чрезвычайными ситуациями. Развертывание архитектуры сверточной нейронной сети (CNN) позволяет системе анализировать визуальные данные с датчиков, выявлять закономерности, указывающие на различные сценарии чрезвычайных ситуаций, и обеспечивать своевременное оповещение для облегчения оперативного вмешательства аварийно-спасательных служб.

Благодаря работе нейронной сети, от ввода данных и предварительной обработки до принятия решений и генерации выходных данных, система может быстро и точно обнаруживать чрезвычайные ситуации в режиме реального времени, тем самым повышая общую общественную безопасность и минимизируя время реагирования. Плавная интеграция нейронной сети в более широкую программную инфраструктуру интеллектуальной системы обнаружения чрезвычайных ситуаций гарантирует эффективное использование ее выходных данных для запуска механизмов реагирования, уведомления соответствующих заинтересованных сторон и оптимизации стратегий управления кризисными ситуациями.

По мере дальнейшего развития технологий и усложнения источников данных роль нейронных сетей в интеллектуальных системах обнаружения чрезвычайных ситуаций будет только возрастать. Используя возможности искусственного интеллекта и машинного обучения, эти системы способны

революционизировать практику реагирования на чрезвычайные ситуации, снижать риски и защищать сообщества от непредвиденных угроз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева, Е. А. разработка интеллектуальной системы управления процессом подготовки и перекачки воды в контуре охлаждения аммиачной станции / Е. А. Муравьева, А. В. Коченков // нанотехнологии в строительстве: научный интернет – журнал. - 2021. - Т. 13. - № 4. – С. 252-258. - 258.
2. Интеллектуальные системы управления в нефтегазовой отрасли (А. С. Заболотный, А. В. Колесникова, Н. В. Щербакова) - статья опубликована в журнале нефть, газ и Бизнес, № 3, 2018 г.
- 3.Использование искусственного интеллекта для повышения эффективности добычи нефти и газа (Е. А. Гаврилова, А. В. Моисеева, О. Н. Шумилкин) - статья опубликована в журнале" нефть, газ и бизнес, № 5, 2019 г.
4. Анализ использования интеллектуальных систем управления на примере стабильной подготовки газового конденсата (Д. А. Беляков, И. С. Корнеев, А. В. Тюрин) - статья, опубликованная в журнале нефть, газ и бизнес, № 4, 2021.
5. Исследование использования системы машинного обучения для оптимизации процесса подготовки стабильного газового конденсата (Е. А. Фомина, А. С. Бондарев, В. Н. Гуров) - статья опубликована в журнале Наука и техника нефти и газа, № 5, 2018 г.
6. Оценка эффективности использования интеллектуальных систем управления на примере комплексной подготовки газа и конденсата (М. С. Краснов, Е. В. Шилкина, И. А. Попов) - статья, опубликованная в журнале нефть, газ и бизнес", № 2, 2022.
- 7.Применение интеллектуальных систем управления недропользованием (А. А. Колесников, Е. А. Смирнова, О. В. Михайлова) - статья опубликована в

журнале геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, № 4, 2020 г.

8. Интеллектуальные системы в нефтегазодобыче: оценка эффективности и перспективы развития (А. В. Ильясов, А. С. Волков, М. А. Кожевников) - книга, вышедшая в издательстве Логос, 2019 г.

9. Муравьева, Е. А. алгоритм фаззификации физических величин на основе четких множеств / Е. А. Муравьева, А. И. Каяшев,

10. Антипин А. Ф. // Информатика и информационные технологии (CSIT'2007): тр. IX Международная конференция-Красноусольск–Уфа, Россия. 2007. - Том 2. – (Статья на английском языке) - С. 82-83.

11. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

12. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

13. Ефанов В. Н., Бондарев А. В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

14. Бондарев А. В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

15. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

16. Бондарев А. В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании

- сложных систем (на примере системы MICROGRID) // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
17. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
18. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
19. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
20. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
21. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Владимиров С.К., 2024

Гайдукова А.Д.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Gaydukova A.D.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ХЛОРИРОВАНИЯ РЕЦИКЛОВОГО ДИХЛОРЭТАНА

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATION SYSTEM FOR THE CHLORINATION PROCESS OF RECYCLED DICHLOROETHANE

Аннотация: В мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, становится очевидным, что для поддержания и улучшения эффективности и безопасности производственных процессов необходимо комплексное внедрение автоматизированных систем управления. Современная и эффективная система автоматизации должна быть гибкой, чтобы обеспечивать не только качественное регулирование, но и оптимизацию процесса хлорирования рециклового дихлорэтана, который является ключевым в производстве множества полимерных материалов, необходимых современному обществу. Внедрение более современных контроллеров и аппаратно-программных средств позволит нам добиться значительного прогресса в точности регулирования процессов, повышении оперативности и безопасности производства. Поэтому переход на новую систему автоматизации – это не просто шаг вперед, это необходимость, диктуемая временем и обстоятельствами.

Abstract: In a world where technology is advancing at an incredible pace, it becomes clear that the maintenance and enhancement of the efficiency and safety of manufacturing processes necessitate the comprehensive implementation of automated control systems. A modern and efficient

automation system must be flexible to ensure not only quality regulation but also the optimization of the chlorination process of recycled dichloroethane, which is key in the production of many polymeric materials essential to modern society. The introduction of more modern controllers and hardware-software means will allow us to achieve significant progress in the precision of process control, improvement of operational efficiency, and safety of production. Therefore, transitioning to a new automation system is not just a step forward; it is a necessity dictated by time and circumstances.

Ключевые слова: дихлорэтан, производство, технологический процесс, хлорирование.

Keywords: dichloroethane, production, technological process, chlorination.

В современных условиях процесс производства дихлорэтана тесно взаимосвязан с винилхлоридом, что делает актуальным внедрение современных технологических решений.

Система требует автоматизированного управления в связи с протекающими процессами. Все эти особенности являются причинами для осуществления комплексной автоматизации указанного отделения с помощью автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Главное условие стабильной работы системы автоматического управления является получение информации, которая отражает состояние объекта управления, ход технологического процесса и взаимодействие всех производительных звеньев.

Существующая система автоматизации включает в себя, как электрические, так и пневматические средства контроля и регулирования технологическим процессом. Содержит много функциональных блоков, что приводит к большим размерам щита КИПиА и неудобству в обслуживании. Элементы данной системы устарели, как физически, так и морально. Все эти факты говорят о том, что для нормальной работы установки получения рециклов дихлорэтана требуется более современная и эффективная система автоматизации.

Производство дихлорэтана играет ключевую роль в цепи производства

полимеров, необходимых для создания пластмасс, фундаментальных материалов в современном обществе. В данном контексте внедрение системы автоматического управления в процесс хлорирования рециклового дихлорэтана обещает значительный прогресс в эффективности управления производственным процессом.

Видно, что существующая система автоматизации подверглась физическому и моральному износу. Следовательно, возникает проблема перевода данного технологического процесса на современную систему автоматизации, которая позволит с помощью современных аппаратно-программных средств, осуществляющих контроль и управление технологическим процессом, обеспечить качественное регулирование и оптимизацию рассматриваемого процесса.

Проблема сложная и ответственная, поскольку цена ошибки очень высока, и чревата она потерей не только денег, но и времени, что в рыночных условиях совершенно недопустимо. Особенно тяжелые последствия возникают, когда выясняется, что выбранные элементы системы не стыкуются между собой, не удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям, и нет никаких средств и возможностей для исправления создавшейся ситуации.

Учитывая сложность технологического процесса хлорирования рециклового дихлорэтана, включая множество переменных состояний, корреляцию параметров и воздействие различных факторов, существующая автоматизированная система управления не соответствует требованиям полноценного контроля.

Предложенные решения по автоматизации процесса хлорирования обеспечивают непрерывность и точность регулирования, что является крайне важным для обеспечения стабильной и высококачественной работы производства. Внедрение более современного контроллера позволит автоматизировать процессы, повысить оперативность и безопасность, что в совокупности сделает наше производство более конкурентоспособным и эффективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.8. – С. 12-24.
2. Пат. RU№2021244С1 Способ получения 1,2- дихлорэтана и установка для получения 1,2- дихлорэтана/ Кадыров М.У.; Косачев И.П.; Романов Г.В.; Риянов А.М.; Галимов Р.А. (RU)-№ 95107260/04, заявил 04.05.1995, опубл: 10.01.1998.
3. Пат. RU№2384556С2 способ получения дихлорэтана/ Аветьян М.Г. Сони́на Л.Л. Кришта́ль Н.Ф. Зайдман О.А. Емельянов В.И. Мубараков Р.Г. Перевалов А.Ф. Попов В.Е. Рожков В.И. Трегер Ю.А. Харитонов В.И. Николаев Е.С. Флид М.Р. -№ 5035685/04, заявил 1991.12.16, опубл: 1996.01.10.
4. Пат. RU№2186759С2 способ получения 1,2-дихлорэтана/ Шишкин З.А. Самсонов В.В. Мубараков Р.Г. Кузнецов А.М. Харитонов В.И. Медведев Ю.И. Пуляевский Н.Л.-№ 2000123451/04, заявил 2000.09.11, опубл: 2002.08.10.
5. Пат. RU№2386610С2 способ получения 1,2-дихлорэтана высокой степени чистоты прямым хлорированием и устройство для его осуществления/ ХАФЕНШЕР Харальд (DE) ВАЙС Райнхольд (DE) БЕНЬЕ Михель (DE) -№ 2007127880/04, заявил 2005.12.15, опубл: 2010.04.20.
6. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSNKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
13. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах

УДК 681.5

Герасименко С.А.

Институт химической технологии и инжиниринга

Науч. рук. Д-р техн. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

Институт химической технологии и инжиниринга

Gerasimenko S.A.

Institute of Chemical Technology and Engineering

**ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДЕГАЗАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКОГО
КАУЧУКА**

**INTRODUCTION OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR
THE DEGASSING PROCESS OF SYNTHETIC RUBBER**

Аннотация. В работе разработана автоматизированная система управления дегазации синтетического каучука. Поставленная задача сводится к решению задачи автоматизации и модернизации системы дегазации полимеров.

Annotation. We are working on the development of an automated control system for the degassing of synthetic rubber. The task at hand comes down to solving of an infinite system of conventional automation and modernization of the polymer degassing system.

Ключевые слова: автоматизация, дегазация, производство, каучук.

Key words: automation, degassing, production, rubber.

Дегазация каучука - это процесс удаления газов, таких как воздух и растворенные газы, из сырого или обработанного каучука.

Каучук является важным сырьевым материалом для производства широкого спектра изделий, таких как шины, ремни, резиновые покрытия и другие. Одним из ключевых этапов в производстве каучука является процесс дегазации - удаление газов и других примесей из сырого или обработанного каучука. Этот процесс помогает улучшить качество и свойства каучука, а также гарантирует, что конечные изделия будут безопасными и отвечать стандартам качества. Автоматизация системы управления дегазации синтетического каучука может принести ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами.^[1]

Одним из главных преимуществ автоматизации управления дегазацией является повышение качества конечного продукта. Автоматический процесс дегазации обеспечивает более стабильный и точный контроль за процессом, что в свою очередь приводит к повышению качества каучука и его свойств.^[2]

Автоматизированные системы управления дегазацией не нуждаются в ручной работе, что позволяет снизить затраты времени и ресурсов на процесс дегазации. Более точное управление и контроль над дегазацией также позволяет снизить отходы и повысить эффективность использования сырья.

В отраслях с высокими требованиями к качеству и безопасности продукции, таких как автомобильная промышленность, автоматизированная система управления дегазацией синтетического каучука может быть крайне эффективной.^[3] Она позволяет соблюдать жесткие стандарты качества и безопасности в производстве, а также предотвращать возможные дефекты и проблемы с качеством продукции.

Одним из главных преимуществ автоматизации системы управления дегазацией является непрерывный мониторинг и контроль параметров процесса. Это позволяет быстро обнаруживать и исправлять любые отклонения или проблемы в процессе дегазации синтетического каучука и обеспечивать стабильность процесса.

Автоматизация системы управления дегазацией синтетического каучука может включать в себя внедрение новых технологий и систем управления,

обновление оборудования, улучшение мониторинга и сигнализации, а также изменение процесса для повышения эффективности и безопасности.^[4] Системы управления дегазации синтетического каучука могут также включать сенсоры, мониторы и другие устройства, которые позволяют контролировать параметры процесса в реальном времени и получать автоматические уведомления об отклонениях или проблемах. ^[5] Как и при любой автоматизации, важно обеспечить безопасность и надежность работы системы.

Из всего вышесказанного следует, что автоматизация системы управления дегазацией синтетического каучука является важной и необходимой для оптимизации процесса производства, повышения качества продукции и обеспечения соответствия стандартам безопасности и требованиям отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.9. – С. 46-54.
3. Шарипов М.И., Муравьева Е.А. Система управления процессом подготовки и переработки нефти // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022611771, 01.02.2022. Заявка № 2021680030 от 01.12.2021.
4. Технологический регламент производства полиэтилена непрерывным способом в трубчатом реакторе, ООО «Салаватнефтеоргсинтез», 2007.
5. Ривин Э. М., Проскурин Г. В., Антипин Д. А. Энергопотребление в процессах водной и безводной дегазации каучуков растворной полимеризации // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2014. – №. 3. – С. 21-25.
6. Кириллов Д. А., Елизаров В. В., Елизаров Д. В. Оптимизация процесса

дегазации крошки каучука способом реконструкции внутренних устройств аппарата //Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2011. – Т. 54. – №. 4. – С. 104-109.

7. ГАЛКИН В. И., ПОПЛАВСКИЙ В. Ф. Способ автоматического управления процессом водной дегазации каучука. – 1984.

8. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

10. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

11. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

12. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

13. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

14. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual

problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

15. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

16. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

17. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

18. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Герасименко С.А., 2024

Голенастов Б.В.

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке

Науч. рук. должность, *Кадыров Р. Р., доцент*

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке

Golenastov B.V.

Institute of Chemical Technologies and Engineering of the Ufa State Petroleum Technological University in Sterlitamak

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО
УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**THE USE OF ADVANCED PROCESS CONTROL TECHNOLOGIES TO
IMPROVE THE PRODUCT QUALITY OF INDUSTRIAL FACILITIES**

Аннотация: Большинство систем управления в промышленности используют технологии управления с обратной связью, основанные на пропорциональном, интегральном и дифференциальном принципах. Однако, существуют сложные установки, которые имеют сильно нелинейное поведение, длительную задержку по времени и частые непредвиденные помехи. Для таких установок широко применяется усовершенствованное управление, которое выходит за рамки традиционного ПИД-управления. В статье рассмотрены примеры использования усовершенствованного управления в промышленности с целью улучшения производительности процессов, снижения затрат и уменьшения воздействия на окружающую среду.

Abstract: Most control systems in industry use feedback control technologies based on proportional, integral and differential principles. However, there are complex installations that have highly nonlinear behavior, long time delay, and frequent unforeseen interference. Advanced process control is widely used for such installations, which goes beyond the traditional PID control. The

article discusses examples of the use of advanced process control in industry in order to improve process productivity, reduce costs and reduce environmental impact.

Ключевые слова: усовершенствованное управление, энергосбережение, оптимизация, продукты.

Keywords: advanced process control, energy saving, optimization, products.

В современном мире, где технологии играют все большую роль во всех сферах жизни, промышленные предприятия не могут обойтись без систем автоматического управления. ПИД-регуляторы являются одним из основных инструментов управления технологическими процессами на промышленных объектах. Они обеспечивают высокую точность и стабильность работы оборудования, что в свою очередь повышает эффективность работы всего предприятия.

Нефтехимическая промышленность является одной из наиболее технологически развитых отраслей, и использование ПИД-регуляторов на таких предприятиях позволяет оптимизировать процессы и контролировать качество продукции [1].

В целом, автоматизация технологических процессов с использованием ПИД-регуляторов способствует снижению затрат на производство, улучшению экологической обстановки и повышению безопасности труда. Они просты в использовании, не зависят от модели процесса и относительно легко настраиваются в соответствии с устоявшимися правилами настройки. Advanced control - это более продвинутая технология управления, способная работать лучше, чем ПИД-управление с обратной связью, особенно для сложных нефтехимических установок с нелинейным поведением, длительными задержками и частыми помехами. Усовершенствованное управление обычно основано на математических моделях процесса и включает вычислительные операции. Оно часто используется в сочетании с ПИД-управлением, образуя последовательную систему управления. Расширенное управление выдает желаемые значения уставок для ПИД-регуляторов, а затем ПИД-регуляторы поддерживают управляемые переменные на уровне или близком к их желаемым

установкам при непредвиденных помехах. Оптимизация в нефтехимической промышленности относится к расчету новых условий эксплуатации, при которых производительность установки является оптимальной с точки зрения производительности, энергопотребления или других критериев. Несмотря на то, что автоматическое управление технологическими процессами в нефтехимической промышленности осуществляется давно, многие нефтехимические процессы по-прежнему сталкиваются с серьезными техническими проблемами, такими как огромные колебания в сырье и растущий спрос клиентов на высококачественную продукцию, и нуждаются в расширенном управлении и оптимизации для достижения лучших экономических показателей [2-4].

Имеются реальные примеры применения усовершенствованного контроля и оптимизации на нефтехимических заводах.

Известно усовершенствованное управление технологическим процессом печи для крекинга этилена, где осуществляется применение усовершенствованного управления для печи для крекинга этилена. Печь для крекинга этилена является ключевым узлом на заводе по производству этилена [1].

Существуют трудности многомерной, сильной связи и нелинейных характеристик, к которым традиционное ПИД-регулирование не способно обеспечить удовлетворительную производительность. Применяется структура каскадного управления с ПИД-регулятором в качестве внутреннего контура управления и опережающим регулированием температуры на выходе крекинга (COT) в качестве внешнего контура управления. Расширенное управление реализовано на верхнем компьютере, подключенном к распределенной системе управления (DCS).

Сведения о работе опережающего регулирования печи крекинга этилена показывают, что производительность по этилену увеличилась на 0,3% за счет снижения флуктуации общего объема сырья. Также по той же причине удлиняется интервальный цикл коксоудаления крекинг-печи.

Важное значение имеет оптимизация нефтехимических процессов. Существует несколько оптимальных задач для работы газофракционирующей установки. Они минимизируют потребление энергии для трех последовательных колонн, максимально увеличивая как выход депропанизатора, так и выход пропилена, а также минимизируя выбросы пропилена. Эти цели определяются на основе исторических данных, собранных в ходе операций за определенный период времени. Диапазоны действия шести оптимальных переменных включены в оптимизационную модель в качестве ограничений.

Решается задача оптимизации путем применения эволюционного алгоритма. Результатом оптимизации является набор оптимальных условий работы, названный в оптимальной схеме работы. Результаты применения показывают, что в газофракционирующей установке увеличивается выход продукта и снижается потребление энергии.

Таким образом, существует немало примеров применения усовершенствованного управления технологическими процессами в нефтехимической промышленности, что показывает высокую актуальность данной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Seborg DE. Automation and control of chemical and petrochemical plants. In H Unbehauen (ed.) Control Systems, Robotics, and Automation, vol. XIX. Paris: EOLSS, 2003, pp.57–72.
2. Craig I, Aldrich C, Braatz R, Cuzzola F, Domlan E, et al. Control in the process industries. In T Samad, AM Annaswamy (eds) The Impact of Control Technology, 2011. Available online at <http://ieeecss.org/sites/ieeecss.org/files/documents/IoCT-Part1-02ProcessIndustries.pdf>.
3. Масаков Е.М., Кадыров Р.Р. Оценка разрабатываемого проекта усовершенствованной системы управления // Современные технологии:

достижения и инновации-2021: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции.- Уфа: Издательство «Нефтегазовое дело», 2021. – С. 314-317.

4. Kadyrov, R. R. Advanced process control of boiler installation / R. R. Kadyrov, A. G. Kondratyuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52059. – DOI 10.1088/1755-1315/839/5/052059.

5. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

8. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

9. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

10. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и

информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

11. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

12. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

13. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

14. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Голенастов Б.В., 2024

УДК 681.5

Григорян К.Х.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Институт химических технологий и инжиниринга

ИХТИ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке

Руководитель Канд. техн. наук, доцент. *П.Н. Чариков*

Grigoryan K.H.

Ufa State Petroleum Technical University

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
УЗЛОМ АЗЕОТРОПНОЙ ОСУШКИ ТОЛУОЛА, ПОЛУЧЕНИЯ
ТОЛУОЛА-ХЛАДАГЕНТА И КОНДЕНСАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ
ОТДУВОК В ЦЕХЕ И-5П АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА
«СТЕРЛИТАМАКСКИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE
AZEOTROPIC TOLUENE DRYING UNIT, TOLUENE REFRIGERANT
PRODUCTION AND CONDENSATION OF HYDROCARBON BLOWOUTS
IN THE I-5P WORKSHOP OF THE STERLITAMAK PETROCHEMICAL
PLANT JOINT STOCK COMPANY**

Аннотация: Объектом автоматизации является узел азеотропной осушки толуола и получения толуола-хладагента, расположенная в цехе И-5П акционерного общества «Стерлитамакский нефтехимический завод». В процессе исследования выполнен анализ существующего уровня автоматизации узла, обоснована необходимость разработки автоматизированной системы управления. Цель данного проекта состоит в разработке автоматизированной системы управления узлом азеотропной осушки толуола, получения

толуола-хладагента и конденсации углеводородных отдувок в цехе И-5П акционерного общества «Стерлитамакский нефтехимический завод». В результате исследования разработана функциональная схема автоматизации на базе существующей системы. На основании ФСА разработана структурная схема автоматизации, которая отображает связь различных уровней автоматизации: нижнего (полевых КИП) со средним и дальнейшим выводом на верхний уровень. Для управления технологическим процессом с АРМ оператора разработана мнемосхема и программа в среде Vijeo Citect. Проект предполагает внедрение на узел азеотропной осушки толуола, получения толуола-хладагента и конденсации углеводородных отдувок, расположенная в цехе И-5П Акционерного Общества «Стерлитамакский нефтехимический завод». Эффективность работы установки отобразится в положительную сторону сразу после внедрения системы за счет возможности качественного регулирования технологических параметров, ускоренной обработки сигналов и анализа входных данных на базе программируемого логического контроллера.

Abstract: The object of automation is an azeotropic toluene drying and toluene refrigerant production unit located in the I-5P workshop of the Sterlitamak Petrochemical Plant Joint Stock Company. In the course of the research, an analysis of the existing level of automation of the node was performed, the need for the development of an automated control system was justified.

The purpose of this project is to develop an automated control system for the azeotropic toluene drying unit, the production of toluene refrigerant and the condensation of hydrocarbon blowouts in the I-5P workshop of the Sterlitamak Petrochemical Plant Joint Stock Company.

As a result of the research, a functional automation scheme based on the existing system has been developed. Based on the FSA, a block diagram of automation has been developed, which displays the relationship of various levels of automation: the lower (field instrumentation) with the middle and further output to the upper level. A mnemonic circuit and a program in the Vijeo Citect environment have been developed to control the technological process from the operator's workstation. The project involves the introduction of azeotropic toluene drying, production of toluene refrigerant and condensation of hydrocarbon blow-offs, located in the I-5P workshop of the Sterlitamak Petrochemical Plant Joint Stock Company.

The efficiency of the installation will be displayed in a positive way immediately after the introduction of the system due to the possibility of high-quality regulation of technological parameters, accelerated signal processing and analysis of input data based on a programmable logic controller.

Ключевые слова: автоматизация, узел, азеотропная осушка, толуол, хладагент, система управления, проект, функциональная схема, структурная схема, КИП, АРМ оператора, мнемосхема, программа, Vijeo Citect, внедрение, эффективность, регулирование,

технологические параметры, обработка сигналов, анализ данных, программируемый логический контроллер.

Keywords: automation, node, azeotropic drying, toluene, refrigerant, control system, project, functional diagram, block diagram, instrumentation, operator's ARM, mnemonic circuit, program, Vijeo Citect, implementation, efficiency, regulation, technological parameters, signal processing, data analysis, programmable logic controller.

Развитие автоматизации химической промышленности связано с возрастающей интенсификацией технологических процессов и ростом производств, использованием агрегатов большой единичной мощности, усложнением технологических схем, предъявлением повышенных требований к получаемым продуктам, а также с необходимостью производства продуктов высокого качества на действующих предприятиях.

Рассмотрим действующую существующую систему управления на различных уровнях автоматизации:

на нижнем уровне установлены преобразователи, используются морально-устаревшие приборы, срок эксплуатации которых превысил паспортные данные. Кроме того, по результатам проведения поверки приборов, часть устройств признаны не годными и превышающими относительную погрешность, указанную заводом-изготовителем. Замена полевых устройств на современные средства автоматики позволит увеличить надёжность системы за счёт современных технических решений, увеличить быстродействие за счёт более быстрого отклика преобразователей и исполнительных механизмов на технологический процесс, увеличить точность измеряемых параметров за счёт использования приборов с высокой точностью измерений.

для обеспечения искрозащиты устройств применяются шунт-диодные барьеры (также известны как «барьеры на зенеровских диодах», «пассивные барьеры»), которые выходят из строя при штатном срабатывании (сгорает предохранитель), а так как конструкция является неразборной (залитой компаудом), то ремонт не представляется возможным, а также барьеры данного типа уязвимы для импульсных перенапряжений. В данном случае замена на

барьер искробезопасности с гальванической развязкой решает вышеперечисленные проблемы.

действующий средний уровень автоматизации базируется на релейных схемах управления с применением большого количества компонентов типа реле времени, промежуточные реле, одноконтурные и многоконтурные регуляторы, что исключает возможности удобного и безопасного ведения технологического процесса, а также при появлении неисправности в схеме управления вызывает долгий простой оборудования, что несёт за собой экономические потери, в виду отсутствия явной причины неисправности. Применение в данном случае программируемого промышленного контроллера позволит оперативно выявлять причину неисправности и сократить технологические простои.

в роли верхнего операторного уровня выступает щитовая панель, на котором разрознено располагаются регуляторы, регистраторы, светосигнальные лампы и кнопки управления. Данное исполнение является не удобным, при необходимости добавления преобразователя приходится дополнительно устанавливать вторичный прибор в свободном месте, не всегда удобном для операторов и аппаратчиков. В данном случае применение централизованного рабочего места оператора со SCADA-системой позволит оперативно решать поставленные задачи и полноценно контролировать, и управлять технологическим процессом с компьютера.

Именно поэтому на современном уровне автоматизация управления узла азеотропной осушкой толуола и получения толуола-хладагента является актуальной задачей. Автоматизированные системы призваны обеспечить более высокое качество выпускаемой продукции, снижение производственных затрат, повышать рентабельность предприятия, а также обезвредить и минимизировать отходы в этой отрасли.

В химической промышленности могут быть использованы различные средства автоматизации, и их выбор чаще всего обосновывается не только на предпочтениях руководства, но и на вопросах повышения эффективности и рентабельности выпускаемой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Муравьева Е.А. Интегрированные системы проектирования и управления [Текст]: учеб. пособие/ Муравьева Е.А. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2011. – 354с.
- 2 ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. Общие требования к текстовым документам.
- 3 ГОСТ 2.304-81. ЕСКД. Шрифты чертежные (с Изменениями N 1, 2).
- 4 ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.
- 5 ПД100И модели 1x5-2 датчики с ЖК-индикацией и перенастройкой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://owen.ru/product/pd100i_modeli_115_125_175_185_2 (дата обращения: 20.12.2019).
- 6 Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSNKVM.
- 7 Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
- 8 Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
- 9 Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
- 10 Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением /

С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

11 Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

12 Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

13 Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

14 Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15 Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

16 Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Григорян К.Х., 2024

Муравьева Е.А., Емельянов С.И.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. д-р техн. наук, профессор *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Muravyova E. A., Emelyanov S. I.

Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Chemical Technology and Engineering, Department of automated technological and information systems

**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ХЛОРА ДИФРАГМЕННЫМ МЕТОДОМ**

**THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO INCREASE THE
EFFICIENCY OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF CHLORINE
PRODUCTION BY THE DIFFRACTION METHOD**

Аннотация: Искусственный интеллект повышает эффективность производства хлора диафрагменным методом. Интеграция ИИ в процесс позволяет проводить мониторинг, анализ и управление в реальном времени. Алгоритмы ИИ оптимизируют ключевые параметры, повышая производительность и снижая ресурсозатраты. Это делает производство хлора более стабильным и экологически чистым, сокращая операционные расходы и обеспечивая более эффективное удовлетворение спроса на хлор.

Abstract: Artificial intelligence improves the efficiency of chlorine production using the diaphragm method. Integrating AI into the process allows for real-time monitoring, analysis and control. AI algorithms optimize key parameters, increasing productivity and reducing resource costs. This makes chlorine production more sustainable and environmentally friendly, reducing operating costs and better meeting chlorine demand.

Ключевые слова: искусственный интеллект, производство хлора, диафрагменный метод, инновационный подход, технологии, адаптивное управление, оптимизация, экологическая чистота, экономическая целесообразность, глобальный спрос.

Keywords: artificial intelligence, chlorine production, diaphragm method, innovative approach, technology, adaptive control, optimization, environmental friendliness, economic feasibility, global demand.

В наше время искусственный интеллект (ИИ) становится все более значимым и широко используется в различных сферах человеческой деятельности. Одной из областей, где ИИ может принести значительные преимущества, является производство химических веществ. В данном тезисе рассматривается применение искусственного интеллекта для оптимизации технологического процесса производства хлора диафрагменным методом, исследуя его потенциал для увеличения эффективности, снижения затрат и обеспечения экологической устойчивости этой важной промышленной отрасли.[1, 2]

Производство хлора диафрагменным методом является одним из ключевых процессов в химической промышленности. Оно играет важную роль в создании химических соединений, используемых в различных отраслях, включая производство пластмасс, дезинфекцию питьевой воды и другие применения. Традиционно этот процесс требует точного контроля и оптимизации параметров, таких как температура, давление и химические реакции, чтобы обеспечить высокую эффективность и качество продукции. Внедрение искусственного интеллекта в этот процесс представляет собой инновационный подход, который может улучшить результаты и сделать производство хлора более устойчивым и экономически целесообразным.[3]

В процессе производства хлора диафрагменным методом с использованием искусственного интеллекта (ИИ) выделяется ряд преимуществ, которые могут воздействовать на эффективность и надежность производственного процесса.

Реальное время. ИИ может обеспечить мониторинг производственного процесса в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения и события, что особенно важно в случае аварийных ситуаций.

Анализ данных. Искусственный интеллект способен анализировать большие объемы данных, что помогает выявлять закономерности и тренды, которые могут быть незаметны оператору.

Адаптивное управление. ИИ позволяет настраивать параметры процесса в режиме реального времени в зависимости от изменяющихся условий, что повышает эффективность и экономичность производства.

Для достижения данных целей поставлены следующие задачи.

Сбор и анализ данных. Разработка системы сбора данных, включая использование сенсоров и датчиков, для мониторинга производственных параметров, таких как температура, давление, концентрация реагентов, а также создание инфраструктуры для хранения и обработки данных.

Искусственный интеллект. Применение методов искусственного интеллекта для создания моделей, способных предсказывать оптимальные параметры производства на основе исторических данных. Обучение моделей на данных, собранных в реальном времени, для улучшения их точности и адаптивности.

Адаптивное управление. Разработка системы, способной настраивать параметры производства в реальном времени в зависимости от текущих условий и целей. Интеграция алгоритмов адаптивного управления для оптимизации процесса.

Мониторинг и анализ в реальном времени. Создание системы мониторинга в реальном времени с использованием искусственного интеллекта, способной следить за производственными параметрами и предупреждать о возможных сбоях или аномалиях. Разработка алгоритмов для анализа и интерпретации данных в реальном времени.

Экологическая устойчивость. Постановка задачи снижения негативного воздействия производства на окружающую среду, включая снижение выбросов

и улучшение эффективности использования ресурсов. Разработка методов для мониторинга и снижения экологического следа производства.

Оценка результатов и усовершенствование. Внедрение системы оценки результатов, чтобы измерить улучшения в эффективности и качестве производства. Проведение анализа полученных данных и усовершенствование системы на основе обратной связи.

Таким образом, применение искусственного интеллекта для оптимизации технологического процесса производства хлора диафрагменным методом представляет собой перспективное направление развития в химической промышленности. Этот подход способен улучшить эффективность, сделать производство экологически чище и снизить операционные расходы. Современные технологии и методы искусственного интеллекта позволяют достичь значительных результатов в этой области, и дальнейшее исследование и внедрение ИИ могут привести к революционным изменениям в производстве хлора диафрагменным методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.9. – С. 46-54.
3. Шарипов М.И., Муравьева Е.А. Система управления процессом подготовки и переработки нефти // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022611771, 01.02.2022. Заявка № 2021680030 от 01.12.2021.
4. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров

- // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем // Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
11. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Емельянов С.И., 2024

УДК 681.5

Ефимов Л.Ю.

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. канд. тех. наук, доцент *Чариков П.Н.*

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Efimov L.YU.

Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

**РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АТМОСФЕРНОЙ
УСТАНОВКОЙ РЕКТИФИКАЦИИ НЕФТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ВИРТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЛЕРА**

**IMPLEMENTATION OF A CONTROL SYSTEM FOR AN ATMOSPHERIC
OIL CORRECTION PLANT USING A VIRTUAL CONTROLLER**

Аннотация: Статья посвящена разработке системы управления атмосферной установкой на основе модели объекта в Matlab, реализации объекта, в контроллере CoDeSys SP PLCWinNT, с визуализацией процесса в SCADA-системе Trace Mode 6. Объединены компоненты системы посредством протокола OPC.

Abstract: The article is devoted to the development of an atmospheric plant control system based on an object model in Matlab, the implementation of the object in the CoDeSys SP PLCWinNT controller, with visualization of the process in the Trace Mode 6 SCADA system. The system components are combined via the OPC protocol.

Ключевые слова: Система управления, ректификация нефти, контроллер, управление процессом, SCADA-система.

Keywords: Control system, oil rectification, controller, process control, SCADA system.

В качестве источников для обмена данными между устройствами системы выступают программные модули (OPC-серверы), обеспечивающие взаимодействие локальных регуляторов и модулей сбора данных с клиентской операторской станцией системы управления.

При создании проектов в Matlab Simulink используется библиотека OPC Toolbox, предоставляющая набор интерфейсов для работы с OPC-серверами. OPC Toolbox позволяет считывать и записывать данные в OPC-сервер, а также предоставляет возможность анализа качества входных данных. Для создания виртуальной модели исследуемого объекта в Matlab Simulink необходимо добавить точки чтения/записи данных с использованием стандартных блоков OPC Toolbox.

Пакет OPC Toolbox обеспечивает соединение Simulink с DA (Data Access) и HDA (Historical Data Access) OPC-серверами. Это позволяет подключить к средствам Matlab внешние аппаратные средства, обмениваться с ними данными.

OPC-сервер предназначен для опроса контроллеров по протоколу OPC и передачи данных, полученных от контроллера, на верхний уровень (в нашем случае Trace Mode). OPC-сервер устанавливается на персональный компьютер (ПК), который подсоединен физически к программируемому логическому контроллеру (ПЛК) (рисунок 1).

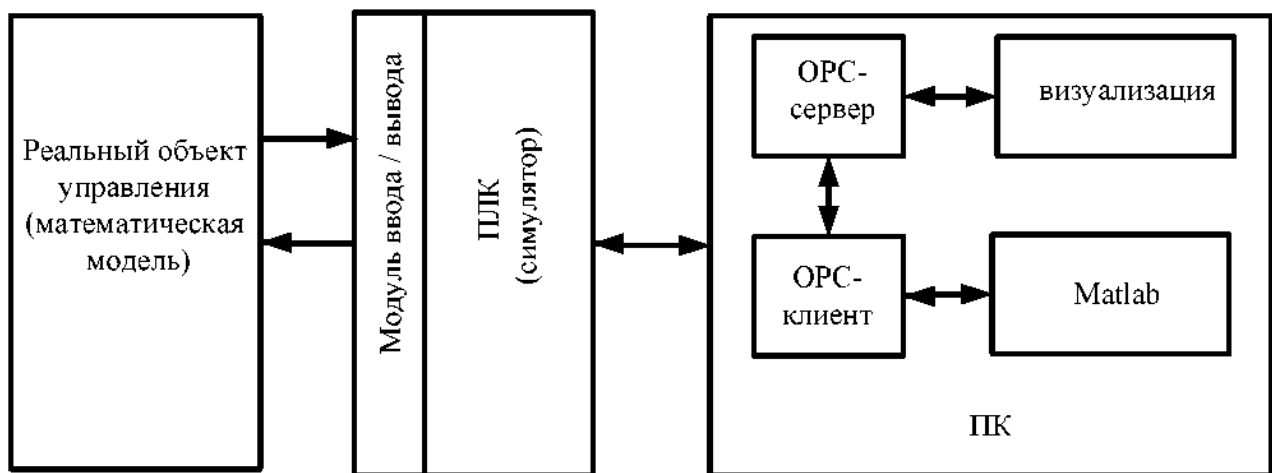


Рисунок 1 – Структура передачи и обработки информации между ПК и ПЛК

Для проверки полученной модели системы управления выбрана структура, содержащая компоненты, приведенные на рисунке 2.

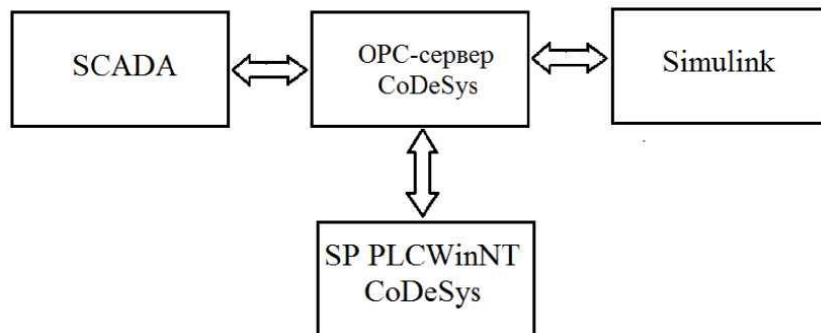


Рисунок 2 – Взаимодействие программ

В системе используется OPC-сервер CoDeSys, связанный с виртуальным контроллером CoDeSysSP PLC WinNT через шлюз TCP/IP. Список переменных для обмена формируется в контроллере. Matlab/Simulink и SCADA (Trace Mode) являются OPC-клиентами.

Переменные из симулятора ПЛК передаются в OPC-сервер. Далее данные передаются в Matlab Simulink и преобразуются во внутренние переменные Matlab Simulink посредством OPC read. После этого происходит расчёт модели и выдача результата в качестве новых переменных обратно в OPC-сервер посредством OPC write. Далее данные, полученные после вычислений, в качестве входных воздействий поступают обратно в симулятор ПЛК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров А.Ф. Нечеткая система управления показателями качества продукции первичной переработки нефти / А.Ф. Егоров, П.Г. Михайлова // Вестник ТГТУ. – 2013. – Том 19. – № 4. – С. 757-763.
2. Бахтадзе Н.Н. Виртуальные анализаторы (идентификационный подход) / Н.Н. Бахтадзе // Автоматика и телемеханика. – 2004. – № 11. – С. 3-23.
3. Логунов П.Л. Усовершенствованное управление ТП: от контура регулирования до общезаводской оптимизации / П.Л. Логунов, М.В. Шаманин, Д.В. Кнеллер, С.П. Сетин, М.М. Шендерюк // Автоматизация в промышленности. – 2015. – № 4.

4. Диго Г.Б. Метод разработки виртуальных анализаторов для нелинейных технологических объектов / Г.Б. Диго, Н.Б. Диго, А.Ю. Торгашов, И.С. Можаровский // Моделирование систем. - 2013. - №3 (37). - С.
5. Ефимов Л.Ю., Камалетдинова Э.Р. Определение показателей качества при управлении технологическим процессом ректификации нефти в условиях малого нефтеперерабатывающего завода // Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов VI Международной молодежной научно-практической конференции –Уфа: Изд-во «УГНТУ», 2023. – с.496-497.
6. Ефимов Л.Ю., Камалетдинова Э.Р. Постановка задач управления технологическим процессом ректификации нефти в условиях малого нефтеперерабатывающего завода // Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность. Сборник материалов VI Международной молодежной научно-практической конференции. – Уфа: Изд-во «УГНТУ», 2023. – с.498-499.
7. Ефимов Л.Ю. Определение физико-химических свойств и доли отгона сырья для технологического процесса ректификации нефти в условиях малого нефтеперерабатывающего завода // Современные технологии: достижения и инновации–2023: сб. материалов Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. в 2-х ч., г. Стерлитамак, 29 ноября 2023 г. – Уфа, 2023. – Ч. 2. – С. 159-161
8. Ефимов Л.Ю. Анализаторы показателей качества для управления технологическими процессами на малых нефтеперерабатывающих заводах // Математическое моделирование процессов и систем: материалы XIII Междунар. молодеж. науч.-практ. конф., 16-18 ноября 2023 г., г. Стерлитамак. – Стерлитамак, 2023. – С. 493-500
9. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

10. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
11. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
12. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
13. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
14. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
15. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
16. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
17. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия

Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

18. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

19. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Ефимов Л.Ю., 2024

УДК 681.5

Идрисова Р.А.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Idrisova R.A.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УЗЛА ДОЗИРОВАНИЯ АНТИВСПЕНИВАТЕЛЕМ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ ГАЗА

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATION SYSTEM FOR ANTI-FOAMING AGENT DOSING UNIT OF GAS PURIFICATION UNIT

Аннотация. Очистка газа является крайне важным процессом, который помогает обеспечить безопасность и защиту окружающей среды. Исходным сырьем для производства аммиака является природный газ, содержащий метан, высшие углеводороды, незначительное количество азота и диоксида углерода и примеси сернистых соединений.

Производство аммиака в агрегате осуществляется по энерготехнологической схеме с максимальным использованием тепла технологических процессов и дымовых газов.

Abstract. Gas purification is a critical process that helps ensure safety and environmental protection. The feedstock for the production of ammonia is natural gas containing methane, higher hydrocarbons, a small amount of nitrogen and carbon dioxide and impurities of sulfur compounds. Ammonia production in the unit is carried out according to an energy technology scheme with maximum use of heat from technological processes and flue gases.

Ключевые слова: очистка газа, автоматизация, программируемые логические контроллеры, датчики

Key words: gas purification, automation, programmable logic controllers, sensors

Очистка газа является крайне важным процессом, который помогает обеспечить безопасность и защиту окружающей среды. Газы, выделяемые при производстве или сжигании топлива, содержат множество опасных химических веществ, которые могут негативно повлиять на здоровье людей и животных, а также вызвать повреждение экосистем.

При этом важно обратить внимание на детали процесса очистки газа, такие как предупреждение вспенивания раствора. Добавление антивспенивателя в систему позволяет предотвратить появление пены при вспенивании раствора, что может значительно увеличить капельный унос раствора и негативно повлиять на окружающую среду. В целом, правильная очистка газа играет важную роль в поддержании экологической безопасности.

Автоматизация производства – это этап машинного производства, характеризуемый освобождением человека от непосредственного выполнения функций управления производственными процессами и передачей этих функций автоматическим устройствам. [1]

Основные компоненты системы автоматизации включают в себя датчики уровня антивспенивателя, датчики давления и температуры, а также контроллеры и исполнительные механизмы. Датчики уровня антивспенивателя используются для определения его количества в резервуаре, а датчики давления и температуры контролируют параметры работы установки очистки газа.

Контроллеры, в свою очередь, считывают данные от датчиков и на основе заданных параметров производят регулировку дозирования антивспенивателя.

Исполнительные механизмы осуществляют физическую подачу активатора в установку очистки газа.

Процесс управления складывается из многих элементарных операций, которые можно объединить, по их назначению, в три группы:

–получение и обработка информации о фактическом состоянии управляемого технологического процесса;

–анализ полученной информации и принятие необходимого решения о воздействии на процесс;

–осуществление принятого решения, т. е. воздействие на технологический процесс изменением материальных или энергетических потоков; [2]

Выбор той или иной системы управления зависит от многих причин, главные из которых – технический уровень производства, степень его механизации, изученность технологического процесса, наличие необходимых технических средств автоматизации и, прежде всего, средств получения информации о технологических параметрах, экономическая эффективность предлагаемой системы управления.

Автоматическое управление и регулирование широко используется в настоящее время во всех отраслях промышленности, а понятие «управление производственным процессом» подразумевает целенаправленное воздействие на этот процесс, который обеспечивает оптимальный или заданный режим его работы.

В результате внедрения системы автоматизации узла дозирования активатором установки очистки газа 3-его блока цеха №54 мы достигли следующих результатов:

1. Улучшение качества очистки газа за счет точного и стабильного дозирования активатора.

2. Снижение риска возникновения аварийных ситуаций и повышение безопасности процесса.

3. Оптимизация использования антивспенивателя и снижение затрат на его закупку.

4. Увеличение производительности установки очистки газа и сокращение времени простоя.

В заключение, разработка системы автоматизации узла дозирования антивспенивателем установки очистки газа 3-его блока цеха №54 ООО «Газпром нефтехим Салават» позволит значительно улучшить эффективность и надежность процесса очистки газа, получить положительные результаты в виде повышения качества очистки, снижения риска аварий и оптимизации затрат. Этот проект является примером успешной внедрения современных технологий автоматизации в производственные процессы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дозорцев В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. – Москва: СИНТЕГ, 2009. – 372 с.
2. Скобло А., Молоканов Ю., Владимиров А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. Недра М., 2000.
3. Голубятников В., Шувалов В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. М.: Химия, 1985.
4. Беспалов А., Харитонов Н. Системы управления химикотехнологическими процессами. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.
5. Еремеев, С.В. Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли: Учебное пособие / С.В. Еремеев. – СПб.: Лань, 2018. – 136 с.
6. Ключев, А.С. Автоматизация настройки систем управления / А.С. Ключев, В.Я. Ротач, В.Ф. Кузищин. – М.: Альянс, 2015. – 272 с.
7. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров

- // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
11. Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
14. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Идрисова Р.А., 2024

УДК 62-5

Камалов М.Р.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Kamalov M.R.

Ufa State Petroleum Technical University

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОМ ПУНКТОМ ОБЩЕСТВА С
ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СТЕРЛИТАМАКСКАЯ
ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЬ»**

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM
THERMAL POINT MANAGEMENT OF THE LIMITED LIABILITY
COMPANY "STERLITAMAK THERMAL POWER PLANT"**

Аннотация: Автоматизация индивидуального теплового пункта (ИТП) – это замена устаревшего оборудования на современное, с автоматизированным регулированием давления.

Abstract. Automation of an individual heating point (IHP) is the replacement of outdated equipment with modern equipment with automated pressure regulation.

Ключевые слова: автоматизация, механизация, производство.

Keywords: automation, mechanization, production.

В настоящий момент используется механический элеватор работает, который работает в постоянном гидравлическом режиме. Работа элеватора основана на законе Бернулли. Который, в свою очередь, гласит о том, что сумма всех давлений в трубопроводе – динамического давления (скорости), статического давления на стенки трубопровода и давления веса жидкости всегда остается постоянной, при любых изменениях потока. Так как мы имеем дело с горизонтальным трубопроводом, то давлением веса жидкости приблизительно можно пренебречь. Соответственно, при снижении статического давления, то есть при дросселировании через сопло элеватора, возрастает динамическое давление (скорость), при этом сумма этих давлений остается неизменной. В конусе элеватора образуется разрежение, и вода из обратки подмешивается в подачу. Для недорогого капитального строительства с высокими темпами, без особого учета теплоэнергии это хороший вариант. Однако, у элеватора есть не только достоинства, но и недостатки. Основных два:

- для его нормальной работы перед ним нужно держать относительно высокий перепад давления (а это соответственно сетевые насосы с большой мощностью и немалый расход электроэнергии);

- самый главный недостаток — механический элеватор практически не поддается регулировке. То есть, как выставили сопло, в таком режиме он и будет работать весь отопительный сезон, и в мороз, и в оттепель.

Ввиду вышеперечисленного, автоматизация ИТП является необходимым решением для корпуса энергоблока Стерлитамакской ТЭЦ.

Автоматизированная система управления ИТП предназначена:

- для обеспечения автоматизированного режима работы регулирующих клапанов и циркуляционных насосов систем отопления и вентиляции, клапанов и насоса подпитки;

- для дистанционного контроля и управления по заданным алгоритмам;
- для стабилизации эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологического процесса;
- для обеспечения противоаварийных защит, блокировок и сигнализации.

Цель курсового проекта. Разработка проекта системы автоматического управления индивидуального теплового пункта главного корпуса Стерлитамакской ТЭЦ.

Для качественного ведения процесса необходимо решить следующие задачи:

1. Выбор средств автоматизации, удовлетворяющих параметрам технологического процесса: первичных преобразователей, программируемого логического контроллера, модулей аналогового и дискретного ввода-вывода;
2. Замена морально и технически устаревших контрольно-измерительных приборов и устройств на современные приборы с повышенной точностью измерения;
3. Установка отказоустойчивого и высокопроизводительного программируемого логического контроллера для управления технологическим процессом;
4. Разработка программы для модернизации системы автоматического управления технологическим процессом на базе современных программных средств.

Новизна и практическая ценность проекта. После модернизации системы автоматического управления появляются следующие преимущества производственного процесса:

- повышенная пропускная способность технологических потоков и производительность технологического оборудования;
- улучшение качества и контроль параметров производства на всех этапах;

- безопасность производства и безопасность человека за счет исключения присутствия аппаратчика или оператора непосредственно рядом с технологической установкой;
- предупреждение возможности появления аварийных ситуаций за счет гибкого программирования системы под требуемые нужды и задачи;
- увеличение объема и гибкости производства, снизить расход энергии, сырья и материалов, улучшить условия труда.

Область внедрения. Данная система автоматического управления предполагает внедрение в индивидуальный тепловой пункт главного корпуса энергоблока Стерлитамакской ТЭЦ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А. Интегрированные системы проектирования и управления [Текст]: учеб. пособие / Муравьева Е.А. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2011. – 354 с.
2. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. Общие требования к текстовым документам.
3. ГОСТ 2.304-81. ЕСКД. Шрифты чертежные (с Изменениями № 1, 2).
4. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.
5. WIKA OT-1 — оем датчики давления для общепромышленных применений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.indelta.ru/kip/datchiki-davleniya/wika_dd/datchiki-davleniya-wika-ot-1~xnxxzx.html (дата обращения: 23.11.2023).
6. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного

- аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
13. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Камалов М.Р., 2024

УДК 681.5

Капусто Н.Е.

Институт химических технологий и инжиниринга

Науч. рук. канд. техн. наук *Чариков П.Н.*

Институт химических технологий и инжиниринга УГНТУ

Kapusto N.E.

Institute of Chemical Technologies and Engineering USPTU

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ
ЭКСТРАКТИВНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ ИЗОПРЕНА ИЗ
КАТАЛИЗАТОРОВ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ СТАДИЙ ДЕГИДРИРОВАНИЯ
НА ПЕРВОМ И ВТОРОМ БЛОКАХ В ЦЕХЕ И-4/1
ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «СИНТЕЗ-КАУЧУК»**

**AUTOMATED NODE MANAGEMENT SYSTEM EXTRACTIVE
RECTIFICATION OF ISOPRENE FROM CATALYSTS THE FIRST AND
SECOND STAGES OF DEHYDRATION ON THE FIRST AND SECOND
BLOCKS IN THE I-4/1 WORKSHOP OPEN JOINT STOCK COMPANY
"SINTEZ-RUBBER"**

Аннотация: Данная система автоматического управления предполагает внедрение в узел экстрактивной ректификации изопрена из катализаторов первой и второй стадий дегидрирования на первом и втором блоках цеха И-4/1 ОАО «Синтез-Каучук». Цель работы состоит в автоматизации системы управления узлом экстрактивной ректификации изопрена из катализаторов первой и второй стадий дегидрирования на первом и втором блоках цеха И-4/1 ОАО «Синтез-Каучук». В результате исследования разработана функциональная схема автоматизации на базе существующей системы. На основании ФСА разработана структурная схема автоматизации, которая отображает связь различных уровней автоматизации. Для управления технологическим процессом с АРМ оператора разработана мнемосхема и программа в среде VijeoSitect.

Abstract: This automatic control system involves the introduction of isoprene from the catalysts of the first and second stages of dehydrogenation into the extractive rectification unit at the first and second blocks of the I-4/1 workshop of JSC Sintez-Kauchuk. The purpose of the work is to automate the control system for the extractive rectification of isoprene from catalysts of the first and second stages of dehydrogenation at the first and second blocks of the I-4/1 workshop of JSC Sintez-Kauchuk. As a result of the research, a functional automation scheme based on the existing system has been developed. Based on the FSA, a block diagram of automation has been developed, which displays the relationship between different levels of automation. To control the technological process from the operator's workstation, a mnemonic circuit and a program in the VijeoSitect environment have been developed

Ключевые слова: АРМ, АСУ, АСУТП, ПЛК, КИПиА.

Keywords: Automated control system, automated control system, PLC, instrumentation.

Развитие автоматизации химической промышленности связано с возрастающей интенсификацией технологических процессов и ростом производств, использованием агрегатов большой единичной мощности, усложнением технологических схем, предъявлением повышенных требований к получаемым продуктам.

Особое значение придается вопросам автоматизации процессов химической технологии в связи с взрыво- и пожароопасностью перерабатываемых веществ, их агрессивностью и токсичностью, с необходимостью предотвращения вредных выбросов в окружающую среду. Указанные особенности, высокая чувствительность к нарушениям заданного режима, наличие большого числа точек контроля и управления процессом, а также необходимость своевременного и соответствующего сложившейся в данный момент обстановке воздействия на процесс в случае отклонения от заданных по регламенту условий протекания не позволяют даже опытному оператору обеспечить качественное ведение процесса вручную.

В цехе И-4 производится выделение изопрена из изопрен-изоамиленовых фракций, очистка изопрена-ректификата для его последующей полимеризации.

Производство обуславливается быстрым протеканием технологического процесса с использованием агрессивных компонентов с 1 и 2 классом опасности.

Все эти особенности являются причинами для осуществления комплексной автоматизации в химической промышленности с помощью автоматических систем управления производственным процессом (АСУ ТП). Благодаря автоматизации в химической промышленности обеспечивается выполнение следующих задач:

- безопасность рабочего персонала;
- защита окружающей среды;
- высокое качество производимых продуктов.

Внедрение АСУ ТП на химических предприятиях приводит к снижению себестоимости производимых продуктов и повышению эффективности производства. Автоматическая система управления химического предприятия обычно строится на основе аппаратно-программного комплекса, который учитывает индивидуальные особенности данного производства.

Современная АСУ ТП, используемая в химическом производстве, включает

составляющие следующих уровней:

- уровень контрольно-измерительных приборов и исполнительных устройств;
- средний уровень, включающий контроллеры и систему связи;
- высший уровень с сервером и операторскими станциями.

Поскольку химическое производство представляет собой потенциально опасное производство, то для повышения надежности системы обязательно используется резервирование элементов системы автоматизации. Кроме того, для обеспечения надежной связи используются высоконадежные и помехоустойчивые каналы связи, например, оптоэлектронные.

Для быстрого обнаружения неисправности в системе имеется специальная подсистема диагностики. Она включает программное обеспечение

и ряд аппаратных средств. Выход из строя элементов системы или возникновения сбоев отображается на специальном экране диагностики. Вся система автоматического управления строится по модульному принципу, что позволяет быстро заменить вышедший из строя модуль и восстановить работу всей системы. Рабочее место оператора также снабжается резервным компьютером, на мониторе которого отображается информация о режиме работы установки и работе ее исполнительных механизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.8. – С. 12-24.
- 2 Датчики давления АИР-10SH - купить по лучшей цене от компании НПП ЭЛЕМЕР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elemer.ru/production/pressure/air_10s.php
- 3 ТСМ/ТСП-0193, -1293, -1393 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tpchel.ru/TSM_TSP-0193
- 4 OPTISONIC 3400 Ультразвуковой расходомер | КРОНЕ Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.krohne.com/ru/pribory/izmerenie-raskhoda/raskhodomery/ultrazvukovye-raskhodomery/optisonic-3400/>
- 5 Уровнемер ультразвуковой, ТЕККНОУ ТИТАН-270У от производителя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tek-know.ru/catalog/po-vidam-izmereniy/uroven/urovnamery-ultrazvukovye/titan-270u/> Барьер искробезопасности с гальванической развязкой, МТЛ5541 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vsp-co.org/literature/mtl/ru/MTL4541_5541.pdf Клапаны регулирующие и запорные с электроприводом, КМР И КМО от производителя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.klapan.ru/production/motorized/4> (дата обращения: 21.10.2023).

6 Modicon M340 | Schneider Electric [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.se.com/ru/ru/product-range-presentation/1468-modicon-m340/> Vijeo Citect| Schneider Electric [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.se.com/au/en/product-range-presentation/1500-citect-scada/> Типовой шкаф управления КШУ ЦТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.volmag.ru/produkcija/asu-tp/>

7 Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

8 Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

9 Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

10 Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

11 Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

12 Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

13 Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval

uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

14 Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

15 Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

16 Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

17 Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Капусто Н.Е., 2024

Каримов В.Р.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Karimov V.R.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОТПРАВКИ СТУДЕНТОВ НА ПРАКТИКУ

WEB-APP FOR SENDING STUDENTS TO PRACTICE

Аннотация: В работе рассмотрено web-приложение которое помогает студентам сделать своё прохождение практики более удобным и понятным, предоставляя всю необходимую информацию об этом. При помощи этого приложения достигается эффект по упрощению прохождения планированию практики, по предоставлению не-обходимой информации касающийся практики.

Abstract: The paper considers a web-app that helps students to make their internship more convenient and understandable, providing all the necessary information about it. With the help of this application, the effect is achieved by simplifying the planning of the practice, by providing the necessary information concerning the practice.

Ключевые слова: web-приложение, практика, студент, пред-приятие, университет, отчет

Keywords: web-app, practice, student, enterprise, university, report

Сейчас время развития общества и оно характеризуется тем, что влияет на него ряд информационных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, также обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуют глобальное информационное

пространство. В наше время неотъемлемой и важной частью информатизации общества является информатизация образования. Большинство современных студентов технически и психологически готовы к использованию мобильных технологий в учебном процессе, и необходимо рассматривать новые возможности для более эффективного использования потенциала мобильных устройств и технологий. Решение этой задачи требует организационных усилий со стороны педагогов, исследовательской и методической работы преподавателей по внедрению стратегий, форм и методов мобильного обучения в учебный процесс высших учебных заведений. Педагоги уже не могут не обращать внимание на очевидный факт — популярность мобильных средств связи среди молодёжи; именно поэтому следует проанализировать, как данные виды связи могут способствовать оптимизации процесса обучения в вузе[1].

А мой проект представляет собой приложение которое помогает студентам сделать своё прохождение практики более удобным и понятным, предоставляя для этого всю необходимую информацию об этом[2].

Суть в том что в наше время иногда студенты, отправляясь на практику, не знают свои сроки прохождения практики и его место проведения. Также подача заявления и прохождения иногда является весьма трудоемким и непонятным процессом. Заявления, которые подаются в письменной форме зачастую «теряются», а иногда и вовсе не доходят до руководства. Поэтому мое приложение поможет как можно быстрее и спокойнее выполнить все эти задачи, и заодно даст студентам рассчитать свои силы и возможности прохождении практики[3].

Также достигается эффект по упрощению планировании прохождения практики, при предоставлении всей необходимой информации касающийся практики. Ведь иногда студенты хотят заранее знать свои сроки прохождения практики и также по своему усмотрению выбрать место прохождении практики, чтобы распланировать свои дела.

Развиваются Soft навыки студента за счет прохождения практики. Они пригодятся абсолютно в любой сфере и помогут своему обладателю быстрее двигаться по карьерной лестнице.

Предприятию и самим ее представителям будет предоставлена вся необходимая информация о студенте, который хочет у них проходить практику. Исходя из предоставленной информации предприятие может составить договор о прохождении с этим студентом, либо же отказать ему.

Работа с отчетностью будет облегчена и для университета, и для предприятия, т.к. всю необходимую информацию они могут высылать в электронном формате студенту[4].

Исходя из вышеперечисленных проблем, в моем приложении нуждаются следующие лица:

- Студенты
- Университет
- Предприятие

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Социальная регуляция и управление онлайн-практиками российских подростков
2. JavaScript. Подробное руководство. – СПб.: Символ-Плюс, 2012. –1080 с.
3. Измайлов Д.Г. Разработка web-приложения для учета выпускников ВУЗа. [Электронный ресурс] URL: <http://sci-article.ru/stat.php?i=1432237027>
4. Коннолли Т., Каролин Б. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 1440 с.
5. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
8. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
9. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
10. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
11. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
12. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
13. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия

Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

14. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Каримов В.Р., 2024

УДК 681.5

Климик К.К.

ИХТИ УГНТУ в г. Стерлитамаке

Klimik K.K.

IHTI UGNTU in Sterlitamak

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ОЧИСТКИ ГАЗА ЦЕХА ИЗВЕСТКОВЫХ ПЕЧЕЙ АО «БСК»

AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE GAS PURIFICATION UNIT OF THE LIME KILN WORKSHOP OF JSC BSK

Аннотация: В данной статье рассматривается автоматизированная система управления узлом очистки газа цеха известковых печей АО «БСК».

Abstract: This article discusses the automated control system for the gas purification unit of the lime kiln workshop of JSC BSK.

Ключевые слова: автоматизация, очистка газа, печь, теплообменник, фильтр, белая сажа, термопара, газоанализатор, scada.

Keywords: automation, gas purification, furnace, heat exchanger, filter, white soot, thermocouple, gas analyzer, scada.

Объектом автоматизации является узел очистки технологического газа известковых печей АО «БСК».

В процессе проектирования был рассмотрен технологический процесс очистки технологического газа известковых печей. Газ проходит две ступени очистки в циклонах и фильтрах, охлаждается в теплообменниках и оросителях.

Цель данной выпускной квалификационной работы автоматизация системы управления узла очистки технологического газа известковых печей АО «БСК».

В результате проектирования выполнены структурная схема автоматизации, отображающая связь всех используемых уровней автоматизации между собой, функциональная схема автоматизации. В процессе исследования выполнен анализ ПЛК и был выбран контроллер Simatic S7-300. Были подобраны датчики и средства регулирования. Осуществлен расчет системы автоматического регулирования. Также согласно проекту для визуализации разработана мнемосхема управления технологическим процессом в системе Trace Mode v.6.09 и управляющая программа в Step 7. Рассмотрены схемы питания систем автоматизации и рассчитаны параметры электрооборудования. Разработана управляющая программа регулирования давления газа из ИОП с ПИ-регулятором.

Произведен расчет двухконтурной схемы регулирования давления газа из известково-обжигательных печей с коррекцией по расходу.

Работа предназначена к внедрению на узле очистки технологического газа известковых печей АО «БСК».

цех известковых печей, шахтная известково-обжигательная печь, шихта, очистка газа, теплообменник, фильтр, белая сажа, термопара, газоанализатор, scada.

Актуальность выпускной квалификационной работы. Развитие автоматизации химической промышленности связано с ростом производств, использованием агрегатов большей мощности, усложнением технологических схем, предъявлением повышенных требований к получаемым продуктам.

Автоматизация позволяет повысить производительность труда, сократить численность обслуживающего персонала, улучшить условия труда, обеспечить безопасные условия работы. При этом повышается производительность оборудования, улучшается качество получаемой продукции, уменьшаются энергетические и сырьевые затраты.

На узле очистки технологического газа известковых печей существует потребность в замене морально устаревшей системы управления на современную.

Как правило, АСУ ТП предприятия представляет собой двухуровневую систему управления. На нижнем уровне расположены контроллеры, обеспечивающие первичную обработку информации, поступающей непосредственно с объектов управления, и отслеживающие нарушения технологического процесса, так называемые аварийные состояния. Обычно контроллеры не имеют средств визуализации, кроме локальных средств индикации малой информационной емкости, и средств взаимодействия с оператором.

На верхнем уровне АСУ ТП размещаются мощные компьютеры, выполняющие функции серверов баз данных и рабочих станций и обеспечивающие хранение и анализ всей поступившей информации за любой заданный интервал времени, а также визуализацию информации и взаимодействие с оператором. Основой программного обеспечения верхнего уровня являются пакеты SCADA.

Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

Полнота и наглядность представляемой SCADA - системами

информации, доступность «рычагов» управления, удобство пользования подсказками и справочной системой и т. д. - повышает эффективность взаимодействия диспетчера с системой и сводит к нулю его критические ошибки при управлении.

С помощью SCADA-систем можно решить ряд задач, долгое время считавшихся неразрешимыми: сократить сроки разработки проектов по автоматизации и прямые финансовые затраты на их разработку.

В настоящее время SCADA-технологии являются основным и наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами (процессами).

На данном этапе развития автоматизации последним достижением последних лет является внедрение контроллеров. Они в полной мере контролируют вышеперечисленные параметры.

Контроллер предназначен для построения управляющих и информационных систем автоматизации технологических процессов малого и среднего (по числу входов-выходов) уровня сложности и широким динамическим диапазоном изменения технологических параметров, а также построения отдельных подсистем сложных АСУ ТП, обеспечивая при этом оптимальное соотношение производительность/стоимость одного управляющего или информационного канала.

Цель выпускной квалификационной работы. Разработка автоматизированной системы управления узлом очистки газа известковых печей.

Для достижения указанной цели в работе поставлены и решены следующие основные задачи:

1) замена существующих пневматических датчиков и исполнительных механизмов на датчики и исполнительные механизмы с выходными и входными электрическими сигналами от 4 до 20 мА;

2) замена существующей системы автоматизации управления технологическим процессом на управление при помощи многоканальных

многофункциональных контроллеров Simatic S7-300, с передачей данных на автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора;

3) выбор конфигурации контроллеров Simatic S7-300 для данного технологического процесса;

4) разработка проекта в SCADA.

Новизна результатов. За долгое время работы пневматическая автоматика доказала достаточно высокую надежность при решении простейших задач автоматического регулирования. Однако в сложных случаях регулирования взаимосвязанных параметров данная система показывает себя неустойчиво. Так же пневматическая автоматика обладает уже не достаточной, для требований сегодняшнего дня точностью.

В связи с выше сказанным, ныне работающая система пневматической автоматики является морально устаревшей, неполной и не удовлетворяющей предъявляемым сегодня требованиям, что и обуславливает создание новой, более совершенной системы автоматического управления технологическим процессом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Биткулов В.В., Николаева А.И. Разработка нейронной сети для управления процессом полимеризации изопрена в растворе изопентана с использованием виртуального анализатора // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2022, № 8. – С.21-29
2. Муравьева Е.А., Бузаев А.В., Николаева А.И. Разработка нейронной сети для управления процессом синтеза стабилизатора ВС-1 и ОКТОФОРА-N с использованием виртуального анализатора // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2022, № 8. – С.12-20
3. Муравьева Е.А., Сабанов П.А. Система управления технологическим процессом сепарации в цехе по производству цемента // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2022, № 8. – С.3-11

4. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
11. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров //

Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Климик К.К., 2024

Кадыров Р.Р., Кононов Н.А.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. доцент *Кадыров Р.Р.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Kadyrov R. R. Kononov N. A.

Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Chemical Technology and Engineering, Department of automated technological and information systems

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

CONTROL OF POLYMERIZATION PROCESSES

Аннотация: Суспензионная полимеризация (микроблочная, шариковая, гранулированная), метод Радикальной полимеризации мономеров в дисперсионной среде (обычно в воде), приводящий к образованию полимерной суспензии с размерами твердых частиц от нескольких микрометров до нескольких миллиметров. Основными стадиями суспензионной полимеризации являются образование полимер-мономерных частиц и полимеризация мономера в их объеме; инициаторами являются органические пероксиды, растворимые в мономере, K₂S₂O₈ и др.; стабилизаторами - поливиниловый спирт и его производные, эфиры целлюлозы, желатин и др. Во время суспензионной полимеризации дисперсионная среда позволяет регулировать теплоотвод. Основным недостатком суспензионной полимеризации является необходимость отмывания полимера от стабилизатора.

Abstract. Suspension polymerization (microblock, bead, granular, pearl polymerization), a method of radical polymerization of monomers in a dispersion medium (usually in water), leading to the formation of a polymer suspension with solid particle sizes from several micrometers to several millimeters. The main stages of suspension polymerization are the formation of polymer–monomer particles and polymerization of the monomer in their volume; initiators are organic peroxides soluble in monomer, K₂S₂O₈, etc.; stabilizers are polyvinyl alcohol and its derivatives,

cellulose esters, gelatin, etc. During suspension polymerization, the dispersion medium allows you to adjust the heat sink. The main disadvantage of suspension polymerization is the need to wash the polymer from the stabilizer.

Ключевые слова: реактор, суспензия, полимеризация.

Keywords: reactor, suspension, polymerization.

Для общей структуры системы управления технологической системой процесса полимеризации характерны три уровня иерархии: отдельные процессы и аппараты; подсистемы, включающие несколько аппаратов и образующие или технологическую схему, или часть ее; производство в целом. На верхнем уровне управление связано с решением задачи долгосрочного планирования выпуска продукции. Управление здесь связано с учетом ограничений по сырьевым ресурсам, возможным изменениям цен на материалы и продукцию. На следующем уровне иерархии решаются задачи управления непосредственно выпуском продукции на технологических схемах и управление обслуживанием технологического оборудования. Эти задачи увязываются с управлением поддержания материального и энергетического баланса по каждой технологической схеме. Обмен информацией этого уровня иерархии с последующим осуществляется через производственные показатели функционирования отдельных подсистем технологических схем и установок, показатели рабочих условий и состояния оборудования. На следующем уровне осуществляется оптимальное управление работой отдельными установками и подсистемами. Временной интервал составляет здесь величину от 1 до 6 час. Обмен информацией с последующим уровнем иерархии осуществляется через параметры, характеризующие работу отдельных аппаратов, состояние процессов, их эффективность. Системы управления на нижнем уровне иерархии представляют собой так называемые локальные системы управления или системы регулирования по поддержанию оптимальных значений параметров на отдельных установках, стабилизации входных потоков и т.п. Управление здесь обычно производят во временной промежуток от 0,1 до 1 часа.

Основным и наиболее сложным в управлении агрегатом технологической схемы является реактор, в котором мономер превращается в полимер. Количество мономера, превращенного в полимер за время пребывания в реакторе, является основным показателем производительности реактора и всей технологической схемы. Управление реактором полимеризации осуществляется путем изменения расходов реагентов (мономера и инициаторов), температуры входной смеси, давления в реакторе и температуры охлаждающей реактор жидкости. В результате этих управляющих воздействий в реакторе устанавливается некоторая требуемая температура, достигается желаемая степень превращения мономера и изменяются свойства получаемого полимера. В динамическом отношении реакторы полимеризации характеризуются весьма сложным и нелинейным поведением, обусловленным нелинейной зависимостью скорости реакции от температуры и концентрации реагентов. Экзотермический тепловой эффект реакции полимеризации играет роль положительной обратной связи (повышение температуры вызывает ускорение реакции и увеличение тепловыделений, приводящее, в свою очередь, к дальнейшему росту температуры). Вследствие этого возникает опасность появления неустойчивых состояний реактора и развития аварийных режимов. Реактор при одних и тех же условиях может иметь несколько стационарных состояний, различающихся температурой, степенью превращения мономера и производительностью. Так как среди стационарных состояний реактора могут быть как устойчивые, так и неустойчивые, то в поведении реактора возможны бифуркационные переходы от одного режима работы к другому, которые могут появляться, например, при пуске реактора и приводить к аварийным ситуациям. Другой особенностью, обусловленной нелинейностью характеристик реактора, является возможность возникновения при определенных условиях автоколебательных режимов его работы. При постановке задач управления процессами полимеризации необходимо учитывать такие основные особенности технологического процесса, как относительная однородность используемого сырья и обусловленный этим незначительный уровень

возмущающих воздействий. Рабочие характеристики многих реакторов полимеризации можно считать практически не изменяющимися во времени, за исключением непредвиденных аварийных ситуаций и изменение условий теплообмена вследствие отложения полимера на стенке реактора. В силу отмеченных обстоятельств процессы полимеризации могут описываться в большинстве случаев детерминированными моделями, и в задачах управления их можно обычно рассматривать как жестко детерминированные объекты управления. Основной целью управления является обеспечение максимальной производительности реактора при выпуске полимера с заданными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вент Д. П., Сафин М. А., Лопатин А. Г., Савельянов В. П. Пилотная установка для изучения сложных реакционных систем // Вестник Международной академии системных исследований. Информатика. Экология, Экономика. 2011. Т. 13. Ч. I. С. 114-115.
2. Вент Д.П., Сафин М.А., Лопатин А.Г., Савельянов В.П. Особенности автоматического управления пилотной установкой для изучения статических и динамических характеристик сложных химических процессов // Труды НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Серия: Кибернетика, Автоматизация, Математика, Информатизация: РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт. Новомосковск: Изд-во НИ (ф) РХТУ, 2011. С. 213 - 215.
3. Сафин М.А., Лопатин А.Г., Савельянов В.П., Вент Д.П. / Программная реализация системы управления лабораторным реактором: № ОФЭРНиО:18150 [Электронный ресурс] // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование», № 4: [2012]. URL: <http://ofernio.ru/portal/newspaper/ofernio/2012/4.doc>.
4. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров //

- Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
11. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Кадыров Р.Р., Кононов Н.А., 2024

Маннасов В.Ф.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. Муравьева Е.А.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Mannasov V.F.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

**РАЗРАБОТКА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА С
ВОЗМОЖНОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО БЕСПРОВОДНОЙ
ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ IEEE 802.11**

**DEVELOPMENT OF A MULTICOMPONENT GAS ANALYZER WITH THE
ABILITY TO TRANSMIT DATA OVER A WIRELESS LAN BASED ON IEEE
802.11 STANDARDS**

Аннотация: В данной выпускной квалификационной работе представлена разработка и реализация многокомпонентного газоанализатора, предназначенного для измерения концентраций углекислого газа и других важных параметров атмосферы. Проект выполнен на базе современных технологий и стандартов IEEE 802.11, что обеспечивает передачу данных через беспроводную локальную сеть. Работа охватывает все этапы разработки устройства, начиная от подбора необходимых компонентов, сборки, программирования, до тестирования готового оборудования. Особое внимание уделено созданию экспертной системы для анализа собранных данных и определения примерного местоположения прибора.

Ключевые слова: газоанализатор, многокомпонентный анализ, углекислый газ, экологический мониторинг, беспроводная передача данных, IEEE 802.11, экспертная система, Arduino, разработка устройства, качество воздуха, мониторинг окружающей среды.

Abstract: This graduation thesis presents the development and implementation of a multicomponent gas analyzer designed to measure concentrations of carbon dioxide and other important atmospheric parameters. The project is based on modern technologies and IEEE 802.11 standards, which ensures data transmission over a wireless LAN. The work covers all stages of device development, from the selection of necessary components, assembly, programming, to testing of finished equipment. Special attention is paid to the creation of an expert system for analyzing the collected data and determining the approximate location of the device.

Keywords: gas analyzer, multicomponent analysis, carbon dioxide, environmental monitoring, wireless data transmission, IEEE 802.11, expert system, Arduino, device development, air quality, environmental monitoring.

В рамках выпускной квалификационной работы по направлению подготовки "Управление в технических системах" на профиль "Системы и средства автоматизации технологических процессов" была разработана и реализована многокомпонентная система газоанализатора с возможностью передачи данных через беспроводную локальную сеть, опираясь на стандарты IEEE 802.11. Проект представляет собой инновационное решение в области мониторинга и анализа состава атмосферного воздуха, позволяя измерять уровни углекислого газа и других компонентов с высокой точностью и эффективностью.

Разработка устройства включала в себя ряд ключевых этапов, начиная с выбора и анализа компонентов для прототипа, включая датчики для измерения различных параметров (CO₂, температура, влажность, атмосферное давление и т.д.), контроллеры для сбора и обработки данных, а также модули для беспроводной передачи информации. Особое внимание было уделено созданию экспертной системы, способной анализировать собранные данные и определять примерное местоположение прибора.

Сборка и программирование многокомпонентного газоанализатора производилась с использованием Arduino и других доступных технологических решений, что позволило обеспечить высокую функциональность прибора при относительно низкой стоимости. Реализация беспроводной связи на базе

стандартов IEEE 802.11 обеспечила возможность передачи данных на большие расстояния без необходимости физического подключения устройства к сети или компьютеру.

Практическое значение работы заключается в разработке устройства, способного проводить комплексный анализ состояния атмосферы, что актуально для решения задач экологического контроля, исследования климатических изменений и мониторинга качества воздуха в различных регионах. Газоанализатор может найти широкое применение в научных исследованиях, а также быть использован учебными заведениями для демонстрации и изучения аспектов экологии и мониторинга окружающей среды.

Разработанный проект демонстрирует, как современные технологии могут способствовать решению важнейших экологических задач, предоставляя эффективные и доступные инструменты для измерения и анализа состояния окружающей среды. В дальнейшем планируется усовершенствование устройства, расширение списка измеряемых параметров и улучшение точности измерений, что позволит еще более эффективно использовать газоанализатор для мониторинга и исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 9. – С. 46-54.
3. Калач А. В., Перегудов А. Н., Чуйков А. М. Разработка мультисенсорного газоанализатора для анализа горючих газов //Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20. – №. 1. – С. 54-56.

4. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
11. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров //

Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Маннасов В.Ф., 2024

Муравьева Е.А., Агibalов Д.Н.

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Науч. рук. доктор тех. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Muravyeva E.A., Agibalov D.N.

Institute of Chemical Technologies and Engineering Ufa State Petroleum Technical
University in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДИХЛОРЕТАНА

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR FUZZY REGULATION OF THE DEWATERING PROCESS OF DICHLOROETHANE

Аннотация: В статье рассматривается процесс разработки системы нечеткого регулирования для процесса обезвоживания дихлорэтана, который играет важную роль в химической промышленности. Дихлорэтан широко используется в производстве пластмасс и других химических продуктов, и его очистка от влаги имеет большое значение. Для управления этим процессом была разработана система управления на основе нечеткой логики, которая способна эффективно управлять сложной динамической системой, учитывая экспертные знания и множество входных и выходных переменных.

Abstract: The article discusses the process of developing a fuzzy control system for the dewatering process of dichloroethane, which plays an important role in the chemical industry. Dichloroethane is widely used in the manufacture of plastics and other chemical products, and its purification from moisture is of great importance. To manage this process, a fuzzy logic-based control system has been developed that is able to effectively manage a complex dynamic system, taking into account expert knowledge and a variety of input and output variables.

Ключевые слова: нечеткое регулирование, обезвоживание дихлорэтана, химическая промышленность, система управления, экспертные знания.

Keywords: fuzzy regulation, dewatering of dichloroethane, chemical industry, control system, expert knowledge.

Процесс обезвоживания дихлорэтана имеет большое значение в химической промышленности, поскольку дихлорэтан широко применяется в производстве пластмасс, растворителей и других химических продуктов. Этот процесс включает в себя удаление воды из дихлорэтана с целью повышения его чистоты и снижения влажности до заданного уровня.

Для решения задачи управления необходимо разработать такую систему управления, которая в отличие от уже имеющихся средств автоматизации, справляется с описанными недостатками. Опираясь лингвистическими переменными, возможно описать желаемое управление сложной динамической системой на основе экспертных знаний. При этом система имеет несколько входных и выходных значений, вследствие чего целесообразно для управления использовать регуляторы, основанные на нечеткой логике.

Таблица 1

Диапазоны изменения технологических параметров

Технологический параметр	Диапазон изменения
1	2
Температура дихлорэтана с абгазами на выходе из ректификационной колонны, °С	72÷90
Давление дихлорэтана с абгазами на выходе из ректификационной колонны, МПа	0÷0,065
Расход влажного дихлорэтана на входе ректификационной колонны, м ³ /ч	0÷40
Температура влажного дихлорэтана на входе в ректификационную колонну, °С	10÷70
Расход пара на входе в ректификационную колонну, кг/ч	0÷12000

Для осуществления процесса регулирования температуры и давления в колонну обезвоживания разработана система адаптивного управления нечетким регулятором НР1. Задача регулятора НР1 заключается в оценке технологической ситуации, которую он осуществляет на основании значений расхода и температуры влажного дихлорэтана на входе в колонну, расхода пара на входе в колонну обезвоживания, а также температура и давление подачи дихлорэтана с абгазами на выходе из колонны обезвоживания. Для реализации системы адаптивного управления разработана блок-схема, описывающая работу нечеткого регулятора (рис.1). Исходя из поступивших на НР1 параметров, последний определяет, на сколько открыть клапан.

Для управления колонной обезвоживания сигналы от датчиков поступают на НР1, который обрабатывает их и управляет параметрами колонны обезвоживания.

Для достижения оптимальной температуры в зоне реакции необходимо регулировать степень открытия клапанов подачи пара на колонну обезвоживания $V_{п}$ и клапан подачи дихлорэтана в колонну обезвоживания $V_{д}$, а также клапан подачи дихлорэтана с абгазами из колонны обезвоживания $V_{г}$. В итоге система адаптивного управления колонной обезвоживания поддерживает нужное значение всех параметров в зоне реакции ректификационной колонны.

Таким образом, работа регулятора НР1 позволяет поддерживать заданную температуру и давление в зоне реакции.

Для реализации FC1 необходимо составить правила управления, на основе которых будет производиться анализ и выдаваться значения выходных параметров.

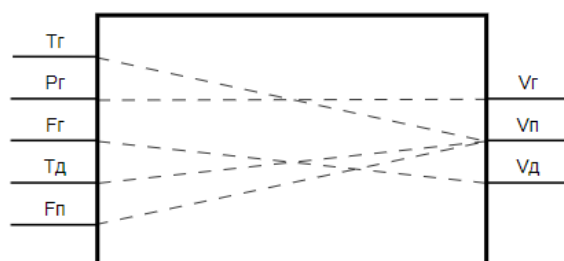


Рис. 1. Нечеткий регулятор FC1

Предложенный метод управления процессом обезвоживания дихлорэтана позволит своевременно обнаруживать критические ситуации при работе системы и принимать необходимые меры по их нейтрализации, что в конечном итоге позволит улучшить качество продукта, увеличить производительность установки, сэкономить энергоресурсы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева, Е.А. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 9. – С. 46-54. – DOI 10.25791/esip.9.2023.1398. – EDN ZWLLXB.
2. Муравьева, Е.А. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 8. – С. 12-24. – DOI 10.25791/esip.8.2023.1389. – EDN WJFPQO.
3. Kulakova, E. Technical Solution for Monitoring Climatically Active Gases Using the Turbulent Pulsation Method / E. Kulakova, E. Muravyova // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 20. – P. 8645. – DOI 10.3390/s23208645. – EDN SUGOAM.
4. Li, Y., & Zhu, Y. (2020). Fuzzy Control of Dichloroethane Dehydration Process Based on Variable Scale Fuzzy Control Algorithm. In 2020 39th Chinese Control Conference (CCC) (pp. 5416-5420). IEEE.
5. Gao, W., Zhang, Y., Chen, J., & Zhang, W. Study on fuzzy control of dichloroethane dehydration process. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 92, No. 2, p. 022040). IOP Publishing.
6. Jiang, T., Zhang, Y., Xu, Z., & Zhang, W. Fuzzy control of dichloroethane dehydration process based on improved particle swarm optimization algorithm. In 2019 9th International Conference on Information Science and Technology (ICIST) (pp. 296-300). IEEE.

7. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
11. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
14. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров //

Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Агибалов Д.Н., 2024

Муравьева Е.А., Гуров А.Р.

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Науч. рук. доктор тех. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Muravyeva E.A., Gurov A.R.

Institute of Chemical Technologies and Engineering Ufa State Petroleum Technical
University in Sterlitamak

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА НА АЗОТ, КИСЛОРОД И ОТБРОСНУЮ ФРАКЦИЮ

AUTOMATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF AIR SEPARATION INTO NITROGEN, OXYGEN AND WASTE FRACTION

Аннотация: Статья посвящена автоматизации технологического процесса разделения воздуха на азот, кислород и отбросную фракцию с использованием блока разделения воздуха. Рассматривается эффективный метод низкотемпературной ректификации, основанный на различии температур кипения компонентов воздуха. Описывается процесс тепломассообмена между газообразной и жидкой фазами азотно-кислородной смеси, позволяющий получать продукты высокой чистоты.

Abstract: The article is devoted to the automation of the technological process of air separation into nitrogen, oxygen and waste fraction using an air separation unit. An effective method of low-temperature rectification based on the difference in boiling temperatures of air components is considered. The process of heat and mass transfer between the gaseous and liquid phases of a nitrogen-oxygen mixture is described, which makes it possible to obtain high purity products.

Ключевые слова: разделение воздуха, низкотемпературная ректификация, тепломассообмен, азот, кислород.

Keywords: air separation, low-temperature rectification, heat and mass transfer, nitrogen, oxygen.

Блок разделения воздуха предназначен для того, чтобы путем глубокой заморозки разделять воздух на азот и кислород в жидком и газообразном состоянии.

Одним из эффективных методов разделения воздуха на его составляющие – азот, кислород и отбросную фракцию – является низкотемпературная ректификация. Процесс низкотемпературной ректификации основан на разности температур кипения компонентов воздуха и различии составов находящихся в равновесии жидких и паровых смесей.

В ходе процесса разделения могут быть получены продукты высокой чистоты в значительном объеме выхода. Ректификация газа происходит в ходе процесса тепломассообмена между фазами газообразного и жидкого состояния азотно-кислородной смеси. Поток газа идет снизу вверх, а поток жидкости – сверху вниз, и данный процесс протекает на ректификационных тарелках. Так как в азотно-кислородной смеси азот испаряется быстрее кислорода, а кислород быстрее конденсируется, то при беспрепятственном прохождении газа снизу вверх через тарелку (секцию), концентрация азота непрерывно возрастает и при прохождении всех тарелок в верхней части колонны получается азот высокой чистоты. В противоположном случае, при постепенном прохождении жидкости сверху вниз через тарелки (секции) концентрация кислорода в ней непрерывно возрастает и в нижней части верхней колонны получается обогащенный кислородом сжиженный воздух.

Важную роль играет автоматизация технологического процесса, которая позволяет точно регулировать все параметры работы оборудования и обеспечивать стабильность и надежность процесса.

Качество продукта – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с назначением. Качество любого продукта определяется по характерным для него свойствам, которые называют показателями качества.

Накопление газообразного азота вызывает явление кислородной

недостаточности и удушье. Содержание кислорода в воздухе рабочей зоны должно быть не менее 19 % (по объему).

Для минимизации теплопритоков из окружающей среды используется перлитовая изоляция. Основным теплообменником представляет собой паяный в вакууме пластинчато-ребристый противоточный 6-ти поточный теплообменный аппарат, состоящий из герметичных друг от друга секций, по которым протекают рабочие потоки среды под давлением. Общая тепловая нагрузка распределена на два блока, работающих параллельно.

Управление объектом на практике является сложной задачей, которая заключается в обеспечении нужного качества регулирования в реальных условиях эксплуатации. Если одноконтурная система с классическим ПИД-регулятором не может обеспечить выполнение заданных функций объектом, может потребоваться усложнить схему управления, используя каскадные, комбинированные или многосвязные системы. Однако, для более эффективного регулирования в таких случаях может быть применена одноконтурная система автоматического регулирования с ПИД-подобным fuzzy-регулятором, например, НР1.

Одноконтурная система автоматического регулирования с ПИД-подобным fuzzy-регулятором НР1 является разновидностью классической системы управления, где регулируемой величиной является выходной сигнал процесса, а заданной величиной — задающий сигнал. Fuzzy-регулятор использует нечеткие правила для принятия решений в процессе управления и представляет собой набор правил, которые определяют, какой выходной сигнал должен быть отправлен в процесс в ответ на текущее состояние системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева, Е.А. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова //

Экологические системы и приборы. – 2023. – № 9. – С. 46-54. – DOI 10.25791/esip.9.2023.1398. – EDN ZWLLXB.

2. Муравьева, Е.А. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 8. – С. 12-24. – DOI 10.25791/esip.8.2023.1389. – EDN WJFPQO.

3. Kulakova, E. Technical Solution for Monitoring Climatically Active Gases Using the Turbulent Pulsation Method / E. Kulakova, E. Muravyova // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 20. – P. 8645. – DOI 10.3390/s23208645. – EDN SUGOAM.

4. Li, J., Yang, Y., Huang, X., & Wu, Z. Modeling and control of an air separation unit for energy optimization. Processes, 8(10), 1173.

5. Wang, J., Liu, Y., Zhu, J., & Ren, M. Optimization of Energy Consumption in Air Separation Unit Based on Integration of Vortex Tube and Cryogenic Separation. Processes, 7(12), 962.

6. Zhang, Z., Hu, Q., Zhang, B., & He, J. Fault diagnosis of air separation unit based on hybrid principal component analysis and neural network. Processes, 8(2), 171.

7. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
11. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
14. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах

УДК 66.063.1:519.876

Муравьева Е.А., Дорофеев А.С.

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Науч. рук. доктор тех. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Muravyeva E.A., Dorofeev A.S.

Institute of Chemical Technologies and Engineering Ufa State Petroleum Technical
University in Sterlitamak

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО НЕЧЕТКОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫПАРКИ
ЕДКОГО НАТРА**

**DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR ADAPTIVE FUZZY REGULATION
OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF SODIUM HYDROXIDE
RESIDUE**

Аннотация: Статья посвящена разработке системы адаптивного нечеткого регулирования технологического процесса выпарки едкого натра. В работе предложен подход, основанный на использовании нечетких логических алгоритмов, способных адаптироваться к изменениям в условиях процесса. Исследованы основные параметры технологического процесса и разработана математическая модель системы для реализации адаптивного нечеткого регулирования с целью повышения эффективности и качества продукции.

Abstract: The article is devoted to the development of a system of adaptive fuzzy regulation of the technological process of sodium hydroxide evaporation. The paper proposes an approach based on the use of fuzzy logic algorithms capable of adapting to changes in process conditions. The main parameters of the technological process are investigated and a mathematical model of the system for the implementation of adaptive fuzzy control in order to increase the efficiency and quality of products is developed.

Ключевые слова: Система адаптивного регулирования, нечеткие логические алгоритмы, технологический процесс, выпарка едкого натра, математическая модель.

Keywords: Adaptive control system, fuzzy logic algorithms, technological process, caustic soda residue, mathematical model.

Разрабатывается система адаптивного нечеткого регулирования для процесса выпарки едкого натра. Этот подход предполагает использование нечетких логических алгоритмов, способных адаптироваться к изменениям в условиях процесса.

На первом этапе проводится изучение технологического процесса выпарки едкого натра. Это включает в себя анализ основных параметров, влияющих на процесс, таких как температура, давление, расход сырья и другие. Затем разрабатывается математическая модель системы, которая будет использоваться для реализации адаптивного нечеткого регулирования. Эта модель должна учитывать влияние изменений в параметрах процесса на его эффективность и качество продукции.

На основе математической модели создаются нечеткие логические правила, определяющие стратегию регулирования. Эти правила адаптируются к текущим условиям процесса, что позволяет обеспечить оптимальное управление даже при изменяющихся условиях. После этого система тестируется на реальных данных или в симуляционной среде, чтобы оценить ее эффективность и точность. В процессе тестирования производится настройка параметров системы для достижения оптимальных результатов.

Наконец, система адаптивного нечеткого регулирования внедряется в процесс выпарки едкого натра и поддерживается в рабочем состоянии. Это

позволяет оптимизировать производственные процессы и повысить качество выпускаемой продукции.

Объектом управления адаптивного нечеткого регулятора (НР) является комплекс, состоящий из трех выпарных аппаратов и трех сепараторов, использующих раствор едкого натра. Температура выходящего расплава едкого натра из аппарата зависит от нескольких факторов, включая температуру пара дифенильной смеси, температуру вводимого раствора едкого натра в выпарной аппарат, расход раствора и давление вакуума в сепараторе для обезвоживания раствора.

Для создания самонастраивающихся нечетких регуляторов используется алгоритм, который изменяет методы дефазификации в зависимости от входных параметров нечетких регуляторов.

Метод дефазификации в Fuzzy Logic Toolbox (инструментарии нечеткой логики) – это применение правил, которые преобразуют нечеткие выходные данные в действительные значения.

Существуют несколько методов дефазификации в Fuzzy Logic Toolbox, такие как:

1. Метод центра тяжести (Centroid): определяет центр масс нечеткого множества и использует его координату в качестве четкого значения.
2. Метод максимума (Max): принимает в качестве четкого значения максимальное значение функции принадлежности.
3. Метод первого момента (FirstOfMax): выбирает значение на основе первого максимума функции принадлежности.
4. Метод последнего момента (LastOfMax): выбирает значение на основе последнего максимума функции принадлежности.
5. Метод среднего максимума (MeanOfMax): вычисляет среднее значение всех максимальных значений функции принадлежности.

Выбор метода дефазификации в Fuzzy Logic Toolbox зависит от целей системы, доступных входных данных и сложности системы управления.

Наличие различных методов дефаззификации предоставляет дополнительные возможности для оптимизации процесса управления.

Для управления процессом выпарки сигналы от датчиков передаются на НР1, который обрабатывает их и, проанализировав, принимает решение о включении соответствующего нечеткого регулятора для поддержания заданных параметров.

Для достижения оптимальной температуры и концентрации необходимо регулировать степень открытия клапана для подачи раствора едкого натра на выходе выпарного аппарата (поз.6-4), клапана для подачи дифенильной смеси (поз.17-4), клапана для подачи раствора едкого натра в выпарной аппарат (поз.23-4), а также частоту преобразователей SC1-SC2. В результате система адаптивного управления теплообменниками поддерживает значение температуры расплава едкого натра на уровне $340 \pm 365^{\circ}\text{C}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева, Е.А. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 9. – С. 46-54. – DOI 10.25791/esip.9.2023.1398. – EDN ZWLLXB.
2. Муравьева, Е.А. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 8. – С. 12-24. – DOI 10.25791/esip.8.2023.1389. – EDN WJFPQO.
3. Kulakova, E. Technical Solution for Monitoring Climatically Active Gases Using the Turbulent Pulsation Method / E. Kulakova, E. Muravyova // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 20. – P. 8645. – DOI 10.3390/s23208645. – EDN SUGOAM.
4. Шалдаев О.О., Лукичева С.В. Перспективы применения нечеткой логики // <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-nechetkoy-logiki>

5. Claudio Moraga Introduction to Fuzzy Logic // September 2005 FACTA UNIVERSITATIS Series Electronics and Energetics 18(2) С. 319-328
6. Juraev, Aburaykhon Kholikulovich, Ochilov, Murodjon Ashurkulovich APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES//<https://cyberleninka.ru/article/n/application-of-fuzzy-logic-in-automation-of-technological-processes>
7. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
11. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval

uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

14. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Дорофеев А.С., 2024

Муравьева Е.А., Масков Г.Г.

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Науч. рук. доктор тех. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Muravyeva E.A., Maskov G.G.

Institute of Chemical Technologies and Engineering Ufa State Petroleum Technical
University in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ХЛОРИРОВАНИЯ ЭТИЛЕНА

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR FUZZY REGULATION OF THE PROCESS OF OXIDATIVE CHLORINATION OF ETHYLENE

Аннотация: В данной статье рассматривается процесс разработки системы нечеткого регулирования для процесса окислительного хлорирования этилена. Система регулирования включает в себя несколько этапов: подготовительный этап, сбор данных и их анализ, моделирование системы. На каждом этапе осуществляется изучение процесса окислительного хлорирования этилена, сбор и анализ данных, разработка математических моделей. Использование нечеткого регулирования позволяет эффективно управлять процессом и повысить его эффективность.

Abstract: This article discusses the process of developing a fuzzy control system for the process of oxidative chlorination of ethylene. The regulatory system includes several stages: the preparatory stage, data collection and analysis, and system modeling. At each stage, the process of oxidative chlorination of ethylene is studied, data collection and analysis, and mathematical models are developed. The use of fuzzy control allows you to effectively manage the process and increase its efficiency.

Ключевые слова: система регулирования, окислительное хлорирование этилена, нечеткое регулирование, математическая модель, сбор и анализ данных, эффективность процесса.

Keywords: regulatory system, oxidative chlorination of ethylene, fuzzy regulation, mathematical model, data collection and analysis, process efficiency.

Процесс разработки системы нечеткого регулирования для процесса окислительного хлорирования этилена включает несколько этапов.

Система нечеткого регулирования (НСУ) — это инновационный метод управления, который позволяет учитывать неопределенность и нечеткость в процессе и управлять ими с использованием нечетких правил. Преимуществом данной системы является возможность принятия решений на основе приближенной логики, что позволяет более эффективно и точно управлять сложными технологическими процессами.

Первой стадией производства является процесс окислительного хлорирования этилена. На стадии окислительного хлорирования этилена образуется дихлорэтан-сырец. Взаимодействие этилена с хлористым водородом и кислородом происходит в реакторе оксихлорирования. Реактор окислительного хлорирования этилена в псевдооживленном слое (ПОС) катализатора поз. Р-102Б предназначен для получения дихлорэтана-сырца методом окислительного хлорирования этилена и представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат со сложным внутренним устройством.

На первом этапе выполняется создание исходного нечеткого регулятора. Главное на данном этапе – определение границ входных и выходных переменных, задание формы функций принадлежности, базу правил нечеткого регулятора, а также методы фаззификации и дефаззификации. Подбор оптимальных настроек для термов лингвистических переменных происходит на следующих этапах предлагаемой методики.

Второй этап предполагает настройку параметров генетического алгоритма.

На третьем этапе происходит выбор целевой функции. Предлагаемая методика позволяет выбирать любую характеристику переходного процесса в качестве целевой функции.

Четвертый этап включает работу непосредственно генетического алгоритма, который в зависимости от заданных ранее параметров производит оптимизацию регулятора.

Объектом управления является реактор оксихлорирования. Разработанная технологическая схема содержит реактор оксихлорирования поз. Р-102Б, на тарелки которого подается хлористый водород, кислород и этилен. Объемный расход хлористого водорода в реактор оксихлорирования поз. Р-102Б в пределах 5000 $\text{нм}^3/\text{ч}$. Объемный расход кислорода в реактор оксихлорирования поз. Р-102Б в пределах 2000 $\text{нм}^3/\text{ч}$. Объемный расход этилена в реактор оксихлорирования поз. Р-102Б в пределах 4000 $\text{нм}^3/\text{ч}$. Давление этилена на подаче в реактор оксихлорирования поз. Р-102Б 1 Мпа.

В качестве регулируемой величины выбрана температура дихлорэтана-сырца на выходе из реактора, которая измеряется соответствующим датчиком температуры ТЕ 9-1.

Регулированию подлежат следующие параметры: расход хлористого водорода из складских емкостей FE 12-1, расход кислорода из корпуса 1349 FE 14-1, расход этилена из корпуса 1349 FE 15-1, давление этилена PE 13-1. Расход FE 12-1 регулируется с помощью клапана $V_{\text{хлор.водорода}}$; расход FE 14-1 с помощью клапана $V_{\text{кислорода}}$; расход FE 15-1 и давление PE 13-1 с помощью клапана $V_{\text{этилена}}$; температура дихлорэтана-сырца ТЕ 9-1 регулируется клапаном $V_{\text{ДХЭ-сырца}}$.

Диапазоны изменения технологических параметров

Технологический параметр	Диапазон изменения
1	2
Расход хлористого водорода, нм ³ /ч	1950÷9050
Расход кислорода, нм ³ /ч	600÷3000
Расход этилена, нм ³ /ч	1100÷5400
Давление этилена, МПа	0,6÷1,2
Температура дихлорэтана-сырца, °С	158 ÷ 190

Также, можно отметить следующие преимущества нечёткого регулятора по сравнению с традиционным ПИД-регулятором:

- нечёткий регулятор обеспечивает большую надежность, чем традиционные регуляторы;

- нечёткие регуляторы – это экспертная система реального времени, реализующая человеческий опыт и знания, которые не могут быть реализованы ПИД-регуляторами, соответственно, вместо традиционных значений Истина и Ложь в нечёткой логике используется более широкий диапазон значений;

- нечёткие регуляторы – это эвристический модульный способ определения любой нелинейной системы управления. Эта гибкость отсутствует в ПИД-регуляторах;

- нечёткий регулятор имеет лучшие характеристики по отношению к нелинейному управлению технологическим процессом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева, Е.А. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 9. – С. 46-54. – DOI 10.25791/esip.9.2023.1398. – EDN ZWLLXB.

2. Муравьева, Е.А. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 8. – С. 12-24. – DOI 10.25791/esip.8.2023.1389. – EDN WJFPQO.
3. Kulakova, E. Technical Solution for Monitoring Climatically Active Gases Using the Turbulent Pulsation Method / E. Kulakova, E. Muravyova // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 20. – P. 8645. – DOI 10.3390/s23208645. – EDN SUGOAM.
4. Шалдаев О.О., Лукичева С.В. Перспективы применения нечеткой логики // <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-nechetkoy-logiki>
5. Claudio Moraga Introduction to Fuzzy Logic // September 2005 FACTA UNIVERSITATIS Series Electronics and Energetics 18(2) С. 319-328
6. Juraev, Aburaykhon Kholikulovich, Ochilov, Murodjon Ashurkulovich APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES//<https://cyberleninka.ru/article/n/application-of-fuzzy-logic-in-automation-of-technological-processes>
7. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

11. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
 12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
 13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
 14. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
 15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
 16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
- Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Масков Г.Г., 2024

Муравьева Е.А., Ургенибаев Ж.Е.

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Науч. рук. доктор тех. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

Институт химических технологий и инжиниринга уфимский государственный
нефтяной технический университет в городе Стерлитамаке

Muravyeva E.A., Urgenshbaev J.E.

Institute of Chemical Technologies and Engineering Ufa State Petroleum Technical
University in Sterlitamak

**РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА,
РАССЧИТЫВАЮЩЕГО ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА В ВИДЕ МАССОВОЙ
ДОЛИ ЩЕЛОЧИ**

**DEVELOPMENT OF A VIRTUAL ANALYZER THAT CALCULATES A
QUALITY INDICATOR IN THE FORM OF A MASS FRACTION OF
ALKALI**

Аннотация: В статье рассматривается разработка виртуального анализатора для определения массовой доли щелочи. Процесс анализа щелочи включает в себя изучение методик анализа и особенностей используемого оборудования. На основе собранных данных создается математическая модель, которая обучается на реальных данных об анализе щелочи. Далее разрабатывается программное обеспечение, включающее алгоритмы обработки данных, расчета массовой доли щелочи и визуализацию результатов.

Abstract: The article discusses the development of a virtual analyzer for determining the mass fraction of alkali. The process of alkali analysis includes the study of analysis techniques and the characteristics of the equipment used. Based on the collected data, a mathematical model is created, which is trained on real data on the analysis of alkali. Next, software is being developed that includes algorithms for data processing, calculating the mass fraction of alkali and visualizing the results.

Ключевые слова: разработка, виртуальный анализатор, массовая доля щелочи, методики анализа, математическая модель, программное обеспечение, обработка данных, тестирование.

Keywords: development, virtual analyzer, mass fraction of alkali, analysis methods, mathematical model, software, data processing, testing.

Разработка виртуального анализатора для определения массовой доли щелочи включает несколько этапов. В начале исследуется сам процесс анализа щелочи, в том числе используемые методики и технические особенности оборудования. Затем на основе собранных данных создается математическая модель, которая будет использоваться для расчета массовой доли щелочи. Эта модель должна быть обучена на основе реальных данных об анализе образцов щелочи.

Далее осуществляется разработка программного обеспечения, которое будет реализовывать данную математическую модель. Программное обеспечение должно включать в себя алгоритмы обработки данных, расчета массовой доли щелочи и визуализацию результатов.

После успешного завершения тестирования виртуальный анализатор может быть внедрен в производственный процесс. Он позволяет быстро и точно определять массовую долю щелочи без необходимости использования реального аналитического оборудования, что упрощает и ускоряет процесс контроля качества продукции.

Вместо традиционных методов оценки трудноизмеримых параметров технологического процесса предлагается использовать альтернативный подход, который основывается на алгоритмах виртуального измерения. Эти алгоритмы используются для создания виртуальных анализаторов (ВА), которые являются математическими моделями. Виртуальные анализаторы позволяют осуществлять косвенный расчет показателей качества технологического процесса на основе информации, полученной из производственных данных и результатов лабораторного анализа.

На рисунке 1 представлена структурная схема виртуального анализатора.

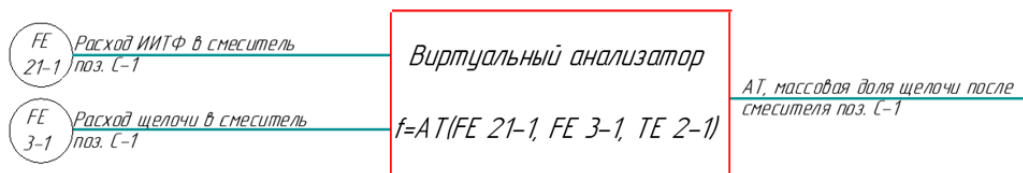


Рис.1. Структурная схема виртуального анализатора

Виртуальный анализатор, рассчитывающий показатель качества в виде массовой доли щелочи после смесителя поз. С-1, представлен на рисунке 2.

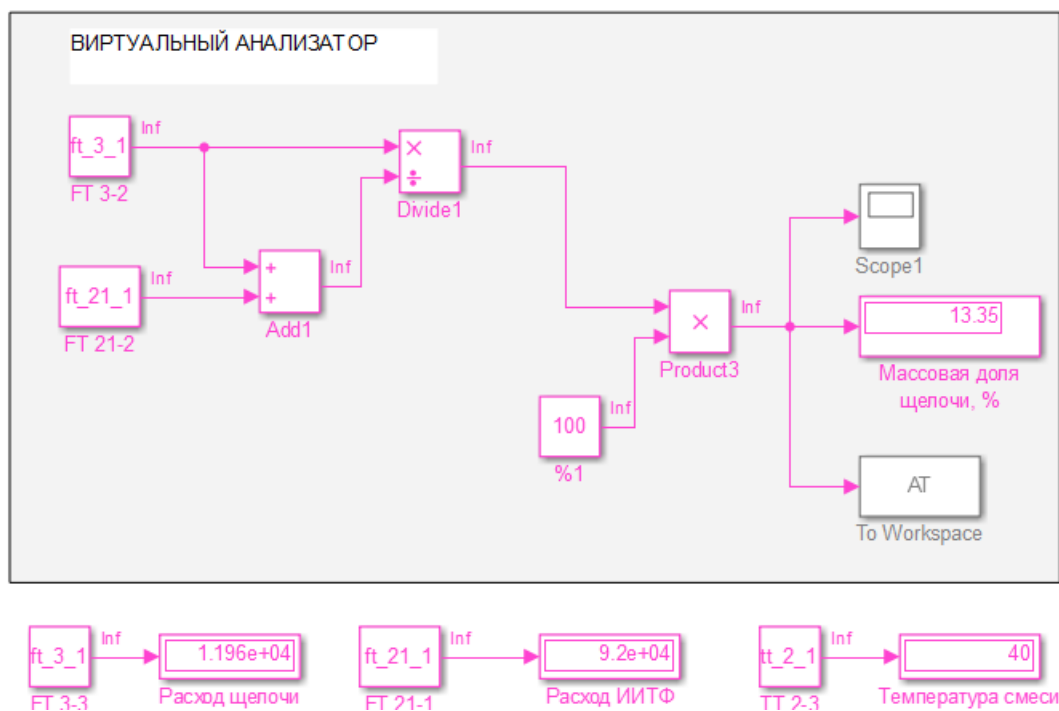


Рис. 2. Виртуальный анализатор, разработанный в среде Matlab

Был разработан виртуальный анализатор с использованием среды Simulink Matlab. Этот анализатор предназначен для расчета массовой доли щелочи после смесителя, обозначенного как позиция С-1. Расчет основан на значениях расхода ингредиентов и температуры щелочи, поступающей в смеситель.

В созданной модели используются различные блоки, такие как Add1 (сложение) и Divide1 (деление), для реализации расчетной формулы массовой доли. Блок Product3 используется для преобразования полученной массовой

доли в проценты. Блок To Workspace присваивает переменной имя для последующей работы с ней. Блок Scope1 отображает график показателя качества во времени.

На рисунке 2 представлен виртуальный анализатор в работе, где при минимальных допустимых значениях технологических параметров массовая доля щелочи составила 13.35%, что соответствует условию не менее 13%. Блоки "Расход щелочи", "Расход ИИТФ" и "Температура смеси" отображают текущие входные значения параметров позиций FT3-1, FT21-1 и TT2-1 соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева, Е.А. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 9. – С. 46-54. – DOI 10.25791/esip.9.2023.1398. – EDN ZWLLXB.
2. Муравьева, Е.А. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 8. – С. 12-24. – DOI 10.25791/esip.8.2023.1389. – EDN WJFPQO.
3. Kulakova, E. Technical Solution for Monitoring Climatically Active Gases Using the Turbulent Pulsation Method / E. Kulakova, E. Muravyova // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 20. – P. 8645. – DOI 10.3390/s23208645. – EDN SUGOAM.
4. Шалдаев О.О., Лукичева С.В. Перспективы применения нечеткой логики // <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-nechetkoy-logiki>
5. Claudio Moraga Introduction to Fuzzy Logic // September 2005 FACTA UNIVERSITATIS Series Electronics and Energetics 18(2) С. 319-328
6. Juraev, Aburaykhon Kholikulovich, Ochilov, Murodjon Ashurkulovich APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL

PROCESSES//<https://cyberleninka.ru/article/n/application-of-fuzzy-logic-in-automation-of-technological-processes>

7. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
11. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

14. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Ургеншбаев Ж.Е., 2024

Муравьева Е.А., Михайлов И.О.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. д-р техн. наук, профессор *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Muravyova E. A., Mikhaylov I. O.

Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Chemical Technology and Engineering, Department of automated technological and information systems

**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ
УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
ЕДКОГО НАТРА ДИАФРАГМЕННЫМ МЕТОДОМ**

**THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO IMPROVE THE QUALITY
AND EFFICIENCY OF THE PRODUCTION OF CAUSTIC SODA BY THE
DIAPHRAGM METHOD**

Аннотация: В данном исследовании рассматривается применение искусственного интеллекта для улучшения качества и эффективности производства едкого натра диафрагменным методом. Этот инновационный подход включает интеграцию технологий искусственного интеллекта в производственный процесс, обеспечивая мониторинг в реальном времени, анализ данных и адаптивное управление. Алгоритмы искусственного интеллекта оптимизируют важные параметры, такие как температура, давление и химические компоненты, что приводит к улучшению качества продукции и снижению расхода ресурсов. Это не только способствует устойчивости производства едкого натра, но также снижает операционные издержки. Применение искусственного интеллекта в производстве едкого натра с использованием диафрагмы обещает революционизировать этот важный промышленный процесс, обеспечивая более экологически чистый и экономически целесообразный способ удовлетворения глобального спроса на гидроксид натрия.

Abstract. This study examines the use of artificial intelligence to improve the quality and efficiency of the production of caustic soda by the diaphragm method. This innovative approach includes the integration of artificial intelligence technologies into the production process, providing real-time monitoring, data analysis and adaptive management. Artificial intelligence algorithms optimize important parameters such as temperature, pressure and chemical components, which leads to improved product quality and reduced resource consumption. This not only contributes to the sustainability of caustic soda production, but also reduces transaction costs. The use of artificial intelligence in the production of caustic soda using a diaphragm promises to revolutionize this important industrial process, providing a more environmentally friendly and economically feasible way to meet the global demand for sodium hydroxide.

Ключевые слова: едкий натр, гидроксид натрия, искусственный интеллект, эффективность, улучшение качества.

Key words: caustic soda, sodium hydroxide, artificial intelligence, efficiency, quality improvement.

Искусственный интеллект (ИИ) продолжает революционизировать промышленность, предоставляя новые возможности для оптимизации производственных процессов. В данном тезисе рассматривается применение искусственного интеллекта для улучшения качества и эффективности производства едкого натра диафрагменным методом [1].

Производство едкого натра является одним из фундаментальных процессов в химической промышленности. Гидроксид натрия широко используется в различных отраслях для регулирования pH, обработки воды и как ключевой компонент многих химических продуктов. Поиск способов повышения эффективности и качества его производства является актуальной задачей. Внедрение искусственного интеллекта в процесс производства гидроксида натрия представляет собой многообещающий путь для достижения этой цели [2].

Применение искусственного интеллекта в производстве едкого натра приносит несколько значительных преимуществ:

- 1 Реальное время. ИИ обеспечивает непрерывный мониторинг производственных процессов в реальном времени, что позволяет операторам оперативно реагировать на изменения и события, предотвращая аварии и сбои.

2 Оптимизация параметров. С помощью алгоритмов искусственного интеллекта можно оптимизировать ключевые параметры производства, такие как концентрация реагентов, температура и давление, для достижения максимальной эффективности и качества продукта.

3 Адаптивное управление. ИИ способен настраивать параметры процесса в зависимости от текущих условий, что обеспечивает более стабильное и надежное производство.

4 Анализ данных. Искусственный интеллект способен анализировать большие объемы данных, что помогает выявлять тренды, аномалии и прогнозировать будущие состояния производства.

5 Экологическая устойчивость. Благодаря более точному контролю и оптимизации, использование ИИ может снижать потребление ресурсов, выбросы и воздействие на окружающую среду [3].

Для достижения целей исследования поставлены следующие задачи:

1 Сбор и анализ данных о текущем процессе производства едкого натра диафрагменным методом с целью определения потенциальных улучшений и оптимизации использования искусственного интеллекта.

2 Разработка и внедрение алгоритмов машинного обучения, которые смогут автоматически анализировать и интерпретировать данные о производственном процессе, выявляя закономерности и возможные проблемы.

3 Создание системы поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта, которая будет предоставлять рекомендации по улучшению производственного процесса и повышению его эффективности [4].

4 Внедрение автоматизированных систем управления производством, которые будут использовать алгоритмы машинного обучения для оптимизации работы оборудования и снижения вероятности возникновения ошибок.

5 Проведение экспериментов и испытаний для оценки эффективности применения искусственного интеллекта в производстве едкого натра и

определение оптимальных параметров использования технологий машинного обучения [5].

Применение искусственного интеллекта для улучшения качества и эффективности производства едкого натра диафрагменным методом представляет собой перспективное направление развития в химической промышленности. Этот подход способен увеличить качество продукции, сделать производство экологически чище и снизить операционные расходы. Современные технологии и методы искусственного интеллекта позволяют достичь значительных результатов в этой области, и дальнейшее исследование и внедрение ИИ могут привести к революционным изменениям в производстве едкого натра диафрагменным методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 9. – С. 46-54.
3. Шарипов М.И., Муравьева Е.А. Система управления процессом подготовки и переработки нефти // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022611771, 01.02.2022. Заявка № 2021680030 от 01.12.2021.
4. Ходжаева Д.Ф., Алиева М.Х., Курбанова Ш.М. Роль искусственного интеллекта в производстве. // Компьютерные и информационные науки. – 2021.
5. Сидоркина И.Г. Системы искусственного интеллекта / И.Г. Сидоркина. – М.: КноРус, 2016. – 167 с.
6. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров

- // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
- 7 Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
- 8 Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
- 9 Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
- 10 Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
- 11 Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
- 12 Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
- 13 Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

14 Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15 Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

16 Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Михайлов И.О., 2024

Мухтасаров М.Р.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Науч. Руководитель, доктор техн. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Mukhtasarov M.R.

Ufa State Petroleum Technical University

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗОПРЕНА
В РАСТВОРЕ ИЗОПЕНТАНА В ЦЕХЕ И-5П ОТКРЫТОГО
АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «СИНТЕЗ-КАУЧУК»**

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM
CONTROL OF ISOPRENE POLYMERIZATION PROCESS
IN SOLUTION OF ISOPENTANE IN THE I-5P OPEN WORKSHOP
JOINT STOCK COMPANY "SINTEZ-KAUCHUK"**

Аннотация: В развитии химической промышленности, как и во всех других отраслях народного хозяйства, неизмеримо большую роль играет автоматизация.

Цех И-5П предназначен для производства раствора цис-1,4-полиизопрена в изопентане, который является полупродуктом для получения синтетического каучука марки СКИ-3, СКИ-3С, СКИ-5, СКИ-5ПМ.

Решение об автоматизации процесса полимеризации возникло исходя из необходимости повышения эффективности производства каучука и приведение данного взрывопожароопасного производства к современным требованиям.

Abstract. In the development of the chemical industry, as in all other sectors of the national economy, automation plays an immeasurably large role.

Workshop I-5P is designed for the production of a solution of cis-1,4-polyisoprene in isopentane, which is an intermediate product for the production of synthetic rubber of the SKI-3, SKI-3S, SKI-5, SKI-5PM brands.

The decision to automate the polymerization process arose based on the need to increase the efficiency of rubber production and bring this explosive and fire-hazardous production to modern requirements.

Ключевые слова: автоматизация, механизация, производство.

Keywords: automation, mechanization, production.

В настоящее время на предприятии ОАО "Синтез-Каучук" в цехе И-5П используется автоматическая система управления, которая в основном использует пневматические приборы системы "СТАРТ".

Данная система имеет множество недостатков, основными из которых являются невысокая надежность системы, трудоемкость в обслуживании и ремонте контрольно-измерительных приборов, невозможность организации централизованного контроля и управления системой и сложность сбора и анализа большого числа параметров процесса. Система имеет невысокий уровень автоматизации, обеспечиваемой в основном пневматическими регуляторами ПР-1.5 и ПР-3.21.

Существующая система автоматизации подверглась физическому и моральному износу. Следовательно, возникает проблема перевода данного технологического процесса на современную систему автоматизации, которая позволит с помощью современных аппаратно-программных средств, осуществляющих контроль и управление технологическим процессом, обеспечить качественное регулирование и оптимизацию рассматриваемого процесса.

Внедрив на установку полимеризации АСУТП, базирующуюся на использовании современных средств вычислительной и микропроцессорной техники, а также на эффективные методы и средства контроля и управления можно добиться желаемых результатов, а именно: снижение, вплоть до полного исключения, влияния, так называемого человеческого фактора на управляемый процесс, минимизация расходов сырья, повышение качества исходного продукта, и в конечном итоге – существенное повышение эффективности производства.

Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

Цель проекта. Разработка автоматизированной системы управления процессом полимеризации изопрена в растворе изопентана в цехе И-5П открытого акционерного общества «Синтез-Каучук».

Для достижения указанной цели в проекте поставлены и решены следующие основные задачи:

- 1) анализ существующей системы управления;
- 2) выбор средств автоматизации, удовлетворяющих параметрам технологического процесса;
- 3) выбор программируемого логического контроллера, модулей аналогового и дискретного ввода-вывода;
- 4) разработка системы сигнализации и противоаварийной защиты.

Новизна и практическая ценность проекта. Разработанная в ходе дипломного проекта АСУ ТП позволит реализовать следующие возможности:

- первичный сбор и контроль технологических параметров;
- автоматическое регулирование технологических параметров в соответствии с регламентными требованиями;
- изменение режима работы полимеризаторов и основного технологического оборудования;
- сигнализация, противоаварийная защита (ПАЗ) и блокировка при нарушении режимов процесса полимеризации;
- вывод на печать рапортов и сведений об аварийных параметрах;
- улучшение условий труда технологического персонала;
- повышение производительности оборудования;
- улучшение качества получаемой продукции;
- уменьшение энергетических и сырьевых затрат.

Использование АСУТП на базе контроллера Modicon M340, SCADA-системы Vijeo Citect 7.20 и современных средств КИПиА для управления

технологическим процессом приготовления сырья производства имеет следующие преимущества:

- Повышение качества управления технологическим процессом, за счет высокого быстродействия регулирования и точности измерений и даст возможность вывести производство в автоматический режим работы.

- Способ представления и обработки получаемых данных дает возможность вести учет всех затрат в реальном режиме времени, а это, в свою очередь позволяет своевременно реагировать на различные изменения.

- Уменьшение количества персонала, участвующего в обслуживании технологического процесса.

- Снижение рисков возникновения аварийной ситуации за счет внедрения централизованного управления.

Предполагаемая область внедрения проекта. Разработанная АСУТП предназначена для реализации функций оперативного контроля, анализа и управления процессом полимеризации изопрена в растворе изопентана в цехе И-5П ОАО «Синтез-Каучук».

Цех И-5П предназначен для производства раствора цис-1,4-полиизопрена в изопентане, который является полупродуктом для получения синтетического каучука марки СКИ-3, СКИ-3С, СКИ-5, СКИ-5ПМ.

Производство раствора цис-1,4-полиизопрена включает следующие стадии:

- приготовление каталитического комплекса;
- приготовление, азеотропная осушка изопентан-изопреновой шихты, отгонка фракции С4;
- охлаждение осушенной изопентан-изопреновой шихты;
- полимеризация изопрена в растворе изопентана;
- дезактивация каталитического комплекса, отмывка и стабилизация полимеризата.

Вспомогательные стадии процесса:

- приготовление раствора антиоксиданта в толуоле или изопентан-

изопрен-толуольной шихте;

– конденсация, водно-щёлочная отмывка и азеотропная осушка возвратной изопентан-изопрен-толуольной фракции;

– отгонка метанола из промывной осветлённой воды;

– отпарка углеводородов из отработанной воды, приём и дозировка раствора ВС-12;

– приём, откачка парового конденсата на наружной установке № 2;

– приём и азеотропная осушка толуола, получение толуола-хладагента;

– конденсация углеводородныхотдувок;

– приём и откачка парового конденсата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева, Е.А. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 9. – С. 46-54. – DOI 10.25791/esip.9.2023.1398. – EDN ZWLLXB.

2. Муравьева, Е.А. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 8. – С. 12-24. – DOI 10.25791/esip.8.2023.1389. – EDN WJFPQO.

3. Kulakova, E. Technical Solution for Monitoring Climatically Active Gases Using the Turbulent Pulsation Method / E. Kulakova, E. Muravyova // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 20. – P. 8645. – DOI 10.3390/s23208645. – EDN SUGOAM.

4. Li, J., Yang, Y., Huang, X., & Wu, Z. Modeling and control of an air separation unit for energy optimization. Processes, 8(10), 1173.

5. Wang, J., Liu, Y., Zhu, J., & Ren, M. Optimization of Energy Consumption in Air Separation Unit Based on Integration of Vortex Tube and Cryogenic Separation. Processes, 7(12), 962.

6. Zhang, Z., Hu, Q., Zhang, B., & He, J. Fault diagnosis of air separation unit

based on hybrid principal component analysis and neural network. Processes, 8(2), 171.

7. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

11. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

14. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Мухтасаров М.Р., 2024

Муслимов А.Р.

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. канд. тех. наук, доцент *Кулакова Е.С.*

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Muslimov A.R.

Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КОРРОЗИИ В ТРУБОПРОВОДЕ

DEVELOPMENT OF A NEURAL NETWORK MODEL FOR DETECTING CORROSION IN PIPELINES

Аннотация: В статье представлено исследование, направлено на использование нейронных сетей для модификации кода внутри трубопроводов. В данной работе предлагается использовать технологии машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа данных, полученных от датчиков и приборов, установленных на трубопроводах. Нейронные сети обучаются на этих данных, а затем могут автоматически обнаруживать и контролировать коррозионные процессы, предотвращая возможные аварии и увеличивая срок службы трубопроводов.

Abstract: The research presented in the article is aimed at using neural networks to modify code inside pipelines. This work proposes to use machine learning and artificial intelligence technologies to analyze data obtained from sensors and instruments installed on pipelines. Neural networks are trained on this data and can then automatically detect and control corrosion processes, preventing potential accidents and increasing the service life of pipelines.

Ключевые слова: Модификация кода, нейронные сети, трубопроводы, машинное обучение, искусственный интеллект, датчики, коррозия, обнаружение, контроль, аварии, срок службы

Keywords: Code modification, neural networks, pipelines, machine learning, artificial intelligence, sensors, corrosion, detection, control, accidents, service life

Коррозия трубопроводов — серьезная проблема, для решения которой используются различные методы, в том числе нейронные сети. В статье рассматривается использование нейронных сетей для обнаружения коррозии в трубопроводах. Коррозия приводит к утечке опасных веществ и преждевременному износу труб, для ее обнаружения используются датчики и приборы. Нейронные сети позволяют обрабатывать большие объемы данных, учитывать различные факторы и быстро реагировать на изменения состояния трубопровода. Эффективное использование нейронных сетей требует подготовки данных, выбора архитектуры и обучения модели. Внедрение новых технологий может потребовать изменений в ИТ-системах.

Сбор данных — первый шаг в создании нейронной сети для обнаружения коррозии. Для этого необходимо иметь обширный набор изображений, на которых видны и не присутствуют признаки коррозии. Чем больше и разнообразнее данные, тем точнее и эффективнее будет нейронная сеть. Также важно уделять внимание качеству изображения, чтобы обеспечить точное обнаружение коррозии. После сбора данных необходимо их обработать и подготовить к обучению нейросети. Сюда входит нормализация данных, удаление шума и выделение признаков коррозии. Затем данные разделяются на обучающую, проверочную и тестовую выборки, которые используются для обучения, оценки качества обучения и тестирования работы нейронной сети соответственно. После обучения нейронной сети она оптимизируется и выбирается лучшая архитектура. На заключительном этапе оценивается работа нейронной сети и внедрение ее в промышленную эксплуатацию.

Система SCADA обеспечивает автоматический мониторинг состояния трубопровода, сбор данных о коррозии, давлении, температуре и других параметрах. Данные передаются в нейронную сеть для анализа и прогнозирования развития ситуации. Нейронная сеть разработана на языке Python с использованием алгоритмов машинного обучения для обработки данных. На основе полученных результатов принимаются решения по

управлению трубопроводом, что позволяет увеличить его эффективность и продлить срок службы.

Архитектура нейронной сети является важным фактором, влияющим на точность обнаружения коррозии. Обычно для задач распознавания объектов на изображениях используются сверточные нейронные сети (CNN), которые способны идентифицировать ключевые особенности изображения и делать прогнозы. CNN состоят из нескольких сверточных слоев, которые извлекают признаки изображения, и полностью связанных слоев, которые делают прогнозы на основе извлеченных признаков. Для обнаружения коррозии CNN можно обучать на изображениях с признаками коррозии и без них, а затем использовать для обнаружения коррозии на новых изображениях.

После обучения нейросеть способна автоматически анализировать изображения трубопроводов и определять наличие коррозии, что позволяет быстро выявлять проблемные места и принимать меры по исправлению ситуации до того, как произойдет серьезное повреждение. Это помогает снизить риск аварий, сэкономить время и ресурсы на обслуживании и ремонте трубопроводов, а также повысить безопасность и эффективность инфраструктуры.

Использование нейронных сетей для обнаружения коррозии в трубопроводах открывает новые возможности для предотвращения аварий и обеспечения безопасности инфраструктуры. Процесс начинается со сбора данных, а затем выбора платформы программирования, например Python. Далее идет выбор архитектуры нейросети и само обучение. Эти меры позволяют эффективно бороться с коррозией и повысить надежность трубопроводных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smith J., Brown Application of Networks in Corrossion Monitoring. // Journal of Materials Science. 2018. p-110.

2. Johnson R., Lee C. Neural Network Models for Pipeline Corrosion Prediction // Corrosion Engineering Journal, 2019. P.122.
3. Garcia S., Martinez E. Deep Learning Techniques for Corrosion Detection in Pipelines // Proceedings of the International Conference on Neural Networks, 2020. P. 141.
4. Komzalov E. A. Automation of the enterprise process using the Python programming language // Introduction of best practices and practical application of the results of innovative research. – 2021. – P. 68-71.
5. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
8. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
9. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
10. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

11. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
12. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
13. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
14. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муслимов А.Р., 2024

Муравьева Е.А., Николаева А.И.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. д-р техн. наук, профессор *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Muravyova E. A., Nikolaeva A. I.

Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Chemical Technology and Engineering, Department of automated technological and information systems

**ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕСС
ПИРОЛИЗА ДИХЛОРЕТАНА: ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА**

**INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTO THE PYROLYSIS
OF DICHLOROETHANE: OPTIMIZATION OF PRODUCTION AND
IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE TECHNOLOGICAL
PROCESS**

Аннотация: В данном исследовании рассматривается интеграция искусственного интеллекта в процесс пиролиза дихлорэтана с целью оптимизации производства винилхлорида и повышения эффективности технологического процесса. Аспекты исследования включают моделирование процесса с применением методов машинного обучения, оптимизацию рабочих параметров печи и создание системы мониторинга и управления с использованием искусственного интеллекта. Искусственный интеллект применяется для прогнозирования оптимальных условий, контроля важных параметров и автоматической коррекции в реальном времени. Путем оптимизации контроля и управления параметрами производства, а также активного мониторинга состояния оборудования, достигается повышение эффективности и

надежности технологического процесса, что подчеркивает значимость интеграции искусственного интеллекта в химическом производстве.

Abstract. This study examines the integration of artificial intelligence into the process of pyrolysis of dichloroethane in order to optimize the production of vinyl chloride and increase the efficiency of the technological process. Aspects of the research include modeling the process using machine learning methods, optimizing the operating parameters of the furnace and creating a monitoring and control system using artificial intelligence. Artificial intelligence is used to predict optimal conditions, control important parameters and automatic correction in real time. By optimizing the control and management of production parameters, as well as active monitoring of the equipment condition, an increase in the efficiency and reliability of the technological process is achieved, which emphasizes the importance of integrating artificial intelligence in chemical production.

Ключевые слова: винилхлорид, пиролиз дихлорэтана, искусственный интеллект, оптимизация, повышение эффективности.

Key words: vinyl chloride, pyrolysis of dichloroethane, artificial intelligence, optimization, efficiency improvement.

Современная химическая промышленность находится на пути постоянного развития и оптимизации своих технологических процессов с целью увеличения производительности и снижения экологического воздействия. В этом контексте, интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в химические производственные процессы представляет собой мощное средство для достижения этих целей. В центре данного исследования лежит внедрение искусственного интеллекта в процесс пиролиза дихлорэтана с двумя основными задачами: оптимизация производства винилхлорида и повышение эффективности технологического процесса [1, 2].

В процессе производства винилхлорида без использования искусственного интеллекта (ИИ) существует ряд потенциальных аномалий и сбоев, которые могут воздействовать на эффективность и надежность производственного процесса:

1 Отклонения в рабочих параметрах. Без системы ИИ, контроль рабочих параметров может быть осуществлен с заданными пределами. Однако, изменения в составе сырья, температурных условиях или давлении могут

привести к отклонениям от оптимальных условий, что снижает эффективность процесса [3].

2 Риск операционных сбоев. Без искусственного интеллекта процесс управления производством может быть менее гибким в случае возникновения неожиданных сбоев или аварий.

3 Ограниченная адаптация к изменениям. Без ИИ, системы управления не могут быстро адаптироваться к изменениям в составе сырья или рабочих параметрах.

Интеграция искусственного интеллекта в этот процесс предоставляет значительные преимущества:

1. Улучшенное управление процессом. Интеграция искусственного интеллекта позволяет более точное и динамичное управление процессом пиролиза. Автоматическая коррекция параметров в реальном времени на основе данных и алгоритмов машинного обучения повышает степень устойчивости производства. Это предотвращает потери продукции и снижает операционные риски, связанные с аномалиями и сбоями.

2. Оптимизация выхода винилхлорида. ИИ может моделировать и анализировать процесс пиролиза и оптимизировать рабочие параметры реактора. Это приводит к увеличению выхода винилхлорида, что имеет прямой положительный эффект на экономику производства.

3. Снижение образования побочных продуктов. Благодаря возможности ИИ предсказывать и реагировать на изменения в процессе, снижается образование нежелательных побочных продуктов. Это снижает потери ресурсов и уменьшает воздействие на окружающую среду.

4. Адаптация к изменяющимся условиям. Искусственный интеллект способен быстро адаптироваться к изменениям в составе сырья, температурных колебаниях и другим факторам. Это делает производственный процесс более гибким и способным поддерживать стабильное качество продукции в различных условиях.

Для достижения данных целей поставлены следующие задачи:

1 Анализ существующего процесса пиролиза дихлорэтана – детальное исследование текущего технологического процесса пиролиза дихлорэтана, включая химические реакции, используемое оборудование и технологические параметры. Оценка результативности этого процесса, выявление его недостатков и потенциальных областей оптимизации.

2 Сбор и анализ данных о различных подходах к интеграции искусственного интеллекта. Данный этап включает в себя сбор данных о различных методах и технологиях интеграции искусственного интеллекта в производственный процесс – обзор существующих систем и технологий, характеристики каждого метода и его применимость к данному процессу.

3 Разработка искусственной нейронной сети. Создание модели искусственной нейронной сети, способной предсказывать оптимальные параметры производственного процесса на основе входных данных, включая состав сырья, температуру, давление и другие параметры, что позволит оптимизировать процесс пиролиза, а также дальнейшая интеграция системы ИИ в производственный процесс.

Таким образом, интеграция искусственного интеллекта в процесс пиролиза дихлорэтана представляет собой современный и многообещающий подход для оптимизации и улучшения технологического процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 9. – С. 46-54.

3. Шарипов М.И., Муравьева Е.А. Система управления процессом подготовки и переработки нефти // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022611771, 01.02.2022. Заявка № 2021680030 от 01.12.2021.
4. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian

Federation. London, 2020. С. 012011.

11. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Николаева А.И., 2024

Кулакова Е.С., Пименов А.А.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. к. техн. наук *Кулакова Е. С.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Kulakova E.S., Pimenov A.A.

Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Chemical Technology and Engineering, Department of automated technological and information systems

**ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В
МЕСТАХ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ**

**AN OVERVIEW OF EXISTING FIRE SAFETY IDENTIFICATION
SYSTEMS IN PLACES WITH A LARGE NUMBER OF PEOPLE**

Аннотация: В настоящее время обеспечение безопасности, в том числе пожарной, становится все более важным аспектом общественной и коммерческой инфраструктуры. В зданиях с большим количеством людей, таких как торговые центры, аэропорты, стадионы и т.д., безопасность является приоритетным вопросом. Интеграция интеллектуальных систем идентификации пожарной безопасности может значительно повысить эффективность противопожарных мероприятий и обеспечить быстрое реагирование в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Своевременное обнаружение и локализация пожаров, а также оценка масштабов возможного ущерба помогут организациям принимать более обоснованные решения при реагировании на чрезвычайные ситуации. Это может помочь минимизировать потери и предотвратить трагические последствия. Также не менее важным аспектом является контроль вероятности возникновения пожара.

Abstract. Nowadays, ensuring safety, including fire safety, is becoming an increasingly important aspect of public and commercial infrastructure. In buildings with a large number of people, such as

shopping malls, airports, stadiums, etc., safety is a priority issue. The integration of intelligent fire safety identification systems can significantly improve the effectiveness of fire prevention measures and ensure a quick response in case of emergencies. Timely detection and localization of fires, as well as an assessment of the magnitude of possible damage, will help organizations make more informed decisions in responding to emergencies. This can help to minimize losses and prevent tragic consequences. Also, an equally important aspect is the control of the probability of a fire.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, пожарная безопасность, пожаротушение.

Key words: intelligent systems, fire safety, fire.

С развитием таких технологий, как искусственный интеллект, машинное обучение и датчики, появляются новые возможности для создания интеллектуальных систем, способных прогнозировать пожары и реагировать на них более эффективно, чем традиционные системы. В свете растущих требований к мерам безопасности и противопожарной защиты организации и учреждения должны соответствовать строгим стандартам. Разработка и внедрение интеллектуальных систем позволит им более эффективно соответствовать этим стандартам и даже превосходить их. Интеллектуальные системы способны автоматизировать процессы мониторинга и управления рисками, что делает реагирование на пожарные угрозы более быстрым и эффективным. Это также помогает снизить зависимость от человеческого фактора и исключить возможные ошибки.

Интеллектуальная система идентификации пожарной безопасности и величины возможного ущерба имеет ряд преимуществ перед другими интеллектуальными системами, особенно в области обеспечения безопасности в зданиях с большим количеством людей. Основные преимущества такой системы перечислены ниже:

- Раннее обнаружение и идентификация угроз. Интеллектуальные системы пожарной безопасности обладают способностью обнаруживать потенциальные угрозы и пожары на ранней стадии.

- Автоматическое реагирование на угрозы. Системы могут автоматически определять тип угрозы и принимать заранее определенные меры

для минимизации рисков. Автоматическое включение систем пожаротушения, оповещения и эвакуации, а также управление вентиляцией помогают более эффективно справляться с угрозами.

- Интеграция с другими системами безопасности. Интеллектуальные системы пожарной безопасности легко интегрируются с другими системами безопасности, такими как видеонаблюдение, контроль доступа и системы безопасности зданий. Синхронизированное управление различными аспектами безопасности обеспечивает комплексный подход к обеспечению безопасности объекта.

- Анализ и оценка возможного ущерба. Интеллектуальные системы способны анализировать данные о возможном ущербе, оценивая масштабы и последствия пожара. Использование аналитических алгоритмов позволяет быстро определить величину потенциального ущерба и принять соответствующие меры для его минимизации.

- Адаптация к изменяющейся среде. Интеллектуальные системы способны адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды и корректировать свою работу в режиме реального времени. Динамическое обновление параметров и алгоритмов позволяет системе эффективно функционировать при изменениях структуры здания или условий эксплуатации.

- Управление эвакуацией и энергосбережение. Интеллектуальные системы могут оптимизировать процессы эвакуации, предоставляя рекомендации по безопасным маршрутам и управлению системами эвакуации. Автоматическое отключение энергопотребляющего оборудования в зоне пожара помогает предотвратить дополнительные риски и повышает экономию энергии.

Возможный ущерб рассчитывается следующим образом:

- Определение критических активов и ресурсов, включая структурные элементы, оборудование и материалы;

- Оценка стоимости каждого критического актива;

- Определение ресурсов, необходимых для восстановления, их стоимость;
- Разработка матрицы оценки рисков с учетом вероятности пожара, потенциальных последствий и возможных потерь жизней;
- Оценка потенциального ущерба для каждого критического актива, включая потери людских жизней;
- Учет экономических факторов, такие как потери дохода, дополнительные расходы на временное размещение и замену оборудования;
- Учет штрафов и санкций, связанных с потерей человеческих жизней;
- Идентификация потенциальных воздействий на здоровье и безопасность посетителей и персонала;
- Оценка медицинских расходов и потерь производительности, связанных с потерей жизней;
- Суммирование всех оценок ущерба для каждого критического актива, включая потери жизней;
- Расчет общей стоимости ущерба, включая убытки, затраты на восстановление, экономические потери и потери людских жизней;

Интеллектуальные системы идентификации пожарной безопасности обеспечивают комплексный и эффективный подход к обеспечению безопасности в зданиях с большим количеством людей, обеспечивая раннее обнаружение, автоматическое реагирование и анализ возможного ущерба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка системы для информационной безопасности // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» (63) Т. 4 // Компьютерные и информационные науки. – 2023. – № 6 – С. 680-685.

2. Разработка комплекса моделей для выбора оптимальной системы защиты информации в информационной системе организации // Издательство Волгоградского государственного университета // П.А. Арьков. – 2009. – 410 с.
3. Громов, Ю.Ю. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие / Ю.Ю. Громов. - Ст. Оскол: ТНТ, 2017. – С. 384.
4. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference

"Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

11. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Кулакова Е.С., Пименов А.А., 2024

УДК 681.5

Рамазанова Ю.Р.

Институт химической технологии и инжиниринга

Науч. рук. д-р техн. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

Институт химической технологии и инжиниринга

Ramazanova Yu.R.

Institute of Chemical Technology and Engineering

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

INTRODUCTION OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE POLYMERIZATION PROCESS OF HIGH-DENSITY POLYETHYLENE

Аннотация. В химической промышленности комплексной механизации и автоматизации уделяется большое внимание. Автоматизация позволяет улучшить основные показатели эффективности производства.

Annotation. In the chemical industry, much attention is paid to complex mechanization and automation. Automation allows you to improve the main indicators of production efficiency.

Ключевые слова. Модернизация, автоматизированная система управления, процесс полимеризации, полиэтилен.

Keywords. Modernization, automated control system, polymerization process, polyethylene.

Полиэтилен высокого давления (ПЭВД) – легкий, прочный, гибкий материал с низкой газо- и водопроницаемостью, является хорошим диэлектриком. ПЭВД характеризуется высокой химической стойкостью к агрессивным средам при определенных температурах и концентрациях, и удовлетворительной стойкостью к органическим растворителям. ПЭВД перерабатывается всеми известными способами, изделия из него могут эксплуатироваться в достаточно широком интервале температур.[1,2]

Проектное задание по производству полиэтилена высокого давления мощностью 24 тыс. тонн в год разработано на основании приказа Госкомитета Совета Министров СССР по химии № 355 от 31 декабря 1959 года.

Целью проекта является модернизация существующей системы управления на основе программируемого контроллера ОВЕН ПЛК210 и MasterSCADA, так как релейные схемы производства и нормирующие преобразователи которые отработали более 35 лет, морально и физически устарели.[5,6]

В связи со спецификой оборудования КИПиА цеха №23 отдельная замена релейных схем и нормирующих преобразователей без внесения конструктивных изменений в существующую схему управления не представляется возможным, т.к. современные аналоги конструктивно и функционально отличаются от существующего оборудования КИПиА производства 60-70х годов производимых ГДР. Поэтому устаревшие преобразователи и релейные схемы необходимо менять на микропроцессорные преобразователи, с функцией сохранения архива (внедрение локальной СУ).

Внедрение локальной СУ позволит упрощенно и компактно модернизировать релейные схемы, заменить нормирующие преобразователи, главные регуляторы щитового исполнения, которые также морально и физически устарели.[3]

Система автоматизации должна обеспечивать:

- постоянный контроль за параметрами технологического процесса и управление режимами для поддержания их регламентированных значений;
- регистрацию срабатывания и контроль за работоспособным состоянием средств ЛСУ;
- постоянный анализ изменения параметров в сторону критических значений и прогнозирование возможной аварии;
- срабатывание средств управления, прекращающих развитие опасной ситуации;

- проведение операций безаварийного пуска, остановки и всех необходимых для этого переключений;
- выдачу информации о состоянии безопасности на объекте в вышестоящую систему управления, а также в систему дистанционного контроля промышленной безопасности;
- автоматическое обнаружение потенциально опасных изменений состояния технологического объекта или системы его автоматизации;
- автоматическое измерение технологических переменных, важных для безопасного ведения технологического процесса;
- автоматическая (в режиме on-line) диагностика отказов, возникающих в системе и в используемых ею средствах технического и программного обеспечения;
- автоматическая предаварийная сигнализация, информирующая оператора технологического процесса о потенциально опасных изменениях, произошедших в объекте;
- обеспечение безопасной остановки или перевод взрывоопасного технологического процесса в безопасное состояние по заданной программе при превышении предельно допустимых значений параметров процесса;
- автоматическая защита от несанкционированного доступа к параметрам настройки;
- автоматический контроль управляющих действий оператора, выдача предупреждающих сообщений о неправильных действиях и их регистрация при выполнении пусковых, эксплуатационных и остановочных операций;
- автоматическое определение первопричины остановки и последовательности срабатывания. [4]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева, Е.А. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 9. – С. 46-54. – DOI 10.25791/esip.9.2023.1398. – EDN ZWLLXB.
2. Муравьева, Е.А. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 8. – С. 12-24. – DOI 10.25791/esip.8.2023.1389. – EDN WJFPQO.
3. Kulakova, E. Technical Solution for Monitoring Climatically Active Gases Using the Turbulent Pulsation Method / E. Kulakova, E. Muravyova // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 20. – P. 8645. – DOI 10.3390/s23208645. – EDN SUGOAM.
4. Li, J., Yang, Y., Huang, X., & Wu, Z. Modeling and control of an air separation unit for energy optimization. Processes, 8(10), 1173.
5. Wang, J., Liu, Y., Zhu, J., & Ren, M. Optimization of Energy Consumption in Air Separation Unit Based on Integration of Vortex Tube and Cryogenic Separation. Processes, 7(12), 962.
6. Zhang, Z., Hu, Q., Zhang, B., & He, J. Fault diagnosis of air separation unit based on hybrid principal component analysis and neural network. Processes, 8(2), 171.
7. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
11. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
14. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian

Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Рамазанова Ю.Р., 2024

Родионов Г.А.

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. канд. тех. наук, доцент *Кулакова Е.С.*

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Rodionov G.A.

Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

**РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА
РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ**

**DEVELOPMENT AND TESTING OF AN INTELLIGENT MONITORING
SYSTEM FOR ATMOSPHERIC AIR POLLUTION AT VARIOUS
ALTITUDES: TECHNOLOGICAL SOLUTIONS AND APPLICATION
PROSPECTS**

Аннотация: В данной статье рассматривается разработка и апробация интеллектуальной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на различных высотах.

Abstract: This article discusses the development and testing of an intelligent monitoring system for atmospheric air pollution at various altitudes.

Ключевые слова: нейронная сеть, автоматизация, процесс, система, окружающая среда.

Keywords: neural network, automation, process, system, environment

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из наиболее актуальных проблем современного мира, влияющей на здоровье людей и экологическое состояние планеты в целом. Для эффективного контроля за качеством воздуха необходимо разработать инновационные технологии, способные обеспечить непрерывный мониторинг загрязнения на различных

высотах. В данной статье рассматривается разработка и апробация интеллектуальной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на различных высотах, а также технологические решения, использованные для ее создания и перспективы применения.

Для разработки интеллектуальной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на различных высотах были использованы вышка высотой 20 метров от уровня земли, датчики для мониторинга метеорологических параметров и газоанализаторы с пробоотборниками, расположенные на высоте 2 и 18 метров от уровня земли, промышленный логический контроллер (ПЛК) со средствами коммуникации с автоматизированным рабочим местом (АРМ) оператора, и искусственная нейронная сеть, способная прогнозировать концентрацию загрязнителей в атмосфере на различной высоте.

Отбор пробы воздуха будет вестись как в автоматическом, так и будет возможность ввести его в ручном режиме принудительно оператором нажатием необходимой для этого кнопки на компьютере. В автоматическом режиме отбор пробы будет осуществляться периодическими импульсными сигналами, период пробоотбора которых будет настраиваться непосредственно оператором.

Снятие показаний концентраций, метеорологических параметров и настройка управления будет осуществляться в системе SCADA TRACE MODE [1].

Данная SCADA-система обеспечит как чтение каналов модулей ПЛК по протоколу Modbus TCP [2], так и запись в ячейки памяти для настройки управления системой мониторинга атмосферного воздуха.

Также она обеспечит посредством связи с базой данных связь с нейронной сети, предназначенной для составления прогноза концентрации на различной высоте.

Данная нейронная сеть разработана в среде программирования PyCharm на языке Python [3] с помощью фреймворка Keras [4]. Входными параметрами нейронной сети являются атмосферное давление, температура окружающей

среды, влажность воздуха, высота над уровнем моря, скорость и направления ветра. Параметрами на вход являются концентрации диоксида азота (NO₂), диоксида серы (SO₂) и бензола (C₆H₆). Результатом выполнения нейронной сети являются спрогнозированные значения концентрации на заданной высоте над уровнем моря.

В конце проделанной работы генерируется отчет по анализу атмосферного воздуха, где отображены графики изменения метеорологических параметров и концентрации на разных высотах в течение дня, а также составленный нейросетью прогноз значений концентраций на заданной высоте над уровнем моря.

Разработка интеллектуальной системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на различных высотах представляет собой значимый шаг в направлении улучшения экологической ситуации. Применение средств автоматизации и систем искусственного интеллекта позволяет эффективно контролировать состояние атмосферы и принимать соответствующие меры для защиты окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wang J. et al. A Modeling and Verification Method of Modbus TCP/IP Protocol //International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing. – Cham : Springer International Publishing, 2021. – С. 527-539.
2. Комзалов Е. А. Автоматизация процесса предприятия используя язык программирования Python // Внедрение передового опыта и практическое применение результатов инновационных исследований. – 2021. – С. 68-71.
3. Manaswi N. K., Manaswi N. K. Understanding and working with Keras // Deep learning with applications using Python: Chatbots and face, object, and speech recognition with TensorFlow and Keras. – 2018. – С. 31-43.
4. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров

- // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
11. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Родионов Г.А., 2024

Сапунов А.С.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Sapunov A.S.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ЭКОСИСТЕМА «УМНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION “SMART UNIVERSITY ECOSYSTEM”

Аннотация: В данной выпускной квалификационной работе было разработано мобильное приложение «Экосистема «Умный университет», которое позволит студентам улучшить и разнообразить процесс обучения, управлять своим временем и ресурсами, используя нужные приложения в одном месте, получать важные уведомления и новости об общежитии, иметь функциональные возможности заселения и оплаты, записываться на тренировки и спортивные мероприятия; сотрудникам облегчить и оптимизировать процесс взаимодействия со студентами, что приведет к увеличению эффективности образования и успеху при достижении поставленных целей.

Abstract: In this final qualifying work, a mobile application “Smart University Ecosystem” was developed, which will allow students to improve and diversify the learning process, manage their time and resources using the necessary applications in one place, receive important notifications and news about the hostel, have functional Possibility of check-in and payment, registration for training and sporting events; employees to facilitate and optimize the process of interaction with students, which will lead to increased efficiency of education and success in achieving their goals.

Ключевые слова: университет, общежитие, спорт, сайт, программирование, JavaScript, Express, Prisma.

Keywords: university, dormitory, sports, website, programming, JavaScript, Express, Prisma

Современное развитие IT-технологий в области цифровизации образования приобретает все более актуальный характер: рост числа университетов и образовательных учреждений постоянно увеличивается, как следствие, возникают проблемы в удобстве реализации различных целей в учебной деятельности, как студентам, так и зачастую сотрудникам учебного заведения и преподавателям. Это выражается в низком уровне взаимодействия студентов с заведующими общежитий для решения возникающих вопросов в комнате, вопросов по заселению и оплате, низком уровне осведомленности заведующих общежитий и неполноте информации о студентах, низким уровнем осведомленности студентов о различных спортивных событиях в университете, включающие в себя проведение и организацию соревнований, участие в тренировочных процессах и многое другое.

Причины разработки web-приложения «Экосистема «Умный университет»:

1) Удобство и эффективность управления. Университеты и общежития могут более эффективно управлять своими ресурсами, используя такую экосистему. Все данные и функции будут доступны в одном месте, что уменьшает время и усилия, требуемые для проверки информации и выполнения различных задач.

2) Улучшение качества образования. Приложение для студентов позволит им получать доступ к актуальной информации о расписаниях, оценках, ресурсах и другой важной информации. Это поможет студентам быть организованными, а также улучшит взаимодействие с преподавателями и администрацией университета.

3) Совершенствование спортивной активности. Спортивное приложение может предоставить студентам подробную информацию о спортивных событиях, доступных тренировках и занятиях, а также дать возможность

записаться на них. Это способствует развитию активного образа жизни среди студентов и повышению их физической активности.

4) Оптимизация процесса управления общежитиями. Приложение для студентов, проживающих в общежитии, может упростить процессы, связанные с заселением, платежами за проживание, запросами обслуживания и общением с администрацией. Это улучшит опыт проживания студентов и поможет университету более эффективно управлять своими общежитиями.

5) Рост конкурентоспособности университета. Внедрение такой экосистемы может служить дополнительным преимуществом для университета в глазах студентов и потенциальных поступающих. Студенты будут искать университеты, которые предлагают удобные технологические решения для улучшения их образовательного и житейского опыта.

Web-приложение «Экосистема «Умный университет» будет способствовать повышению процесса эффективного взаимодействия студентов с сотрудниками университета, быстрому процессу сбора информации о текущих событиях спортивного характера в институте, повышению творческого и креативного мышления студентов, путем привлечения к созданию и участию в различных соревнованиях и тренировочных процессах личного и командного характера на территории образовательного учреждения, а кроме того популяризации и пропаганде спорта и здорового образа жизни с помощью интегрированного спортивного модуля в экосистему приложения.

Приложение имеет следующие основные конкретные преимущества: удобство использования: система имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, широкий спектр функциональных возможностей, а также множество вариантов масштабирования.

Глобализация образования. Приложение может помочь университетам и образовательным учреждениям расширить свою аудиторию и привлечь студентов со всего мира.

Web-приложение будет служить центральной платформой для организации различных аспектов студенческой жизни.

Приложение для студентов, проживающих в общежитии, будет обеспечивать удобство и организацию их проживания, предлагая информацию о правилах проживания, услугах, возможности общения с соседями и администрацией, а также бронирование общежитий или изменение запросов.

Спортивное приложение будет предназначено для поддержки физической активности студентов, предлагая им информацию о тренировках, мероприятиях, предлагая бронирование спортивных площадок и запись на занятия.

Все приложения интегрированы в единую систему «Умного университета», что обеспечит студентам удобство и согласованность использования этих приложений.

Результаты внедрения экосистемы приложения Умный университет « в учебные организации:

- 1) Удобство и доступность для студентов.
- 2) Увеличение эффективности общежития.
- 3) Оптимизация использования спортивных ресурсов.
- 4) Улучшение коммуникации и взаимодействия.
- 5) Сбор и анализ данных.

Это поможет университету анализировать эти данные и принимать меры для улучшения условий проживания и учебного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 8. – С. 12-24.

2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 9. – С. 46-54.

3. Калач А.В., Перегудов А.Н., Чуйков А.М. Разработка ультрисенсорного газоанализатора для анализа горючих газов //Пожаровзрывобезопасность.– 2011. – Т. 20. – №. 1. – С. 54-56.

4. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

8. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference

"Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

11. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Сапунов А.С., 2024

Сайфуллин М.М.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Saifullin M.M.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

**РАЗРАБОТКА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА С
ВОЗМОЖНОСТЬЮ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ЦИФРОВОЙ
МОБИЛЬНОЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ GROUPE SPECIAL MOBILE**

**DEVELOPMENT OF A MULTI-COMPONENT GAS ANALYZER WITH THE
POSSIBILITY OF DATA TRANSMISSION VIA DIGITAL MOBILE
CELLULAR COMMUNICATION GROUPE SPECIAL MOBILE**

Аннотация: Разработанный газоанализатор обеспечивает мониторинг уровня диоксида углерода и других важных параметров окружающей среды с возможностью удаленного доступа к данным через GSM-связь. Проект включает в себя разработку экспертной системы для анализа данных и определения местоположения устройства. Это исследование предлагает значительные улучшения в области экологического мониторинга и может найти применение в научных исследованиях, образовании и для контроля качества воздуха в городских и промышленных условиях.

Abstract: The developed gas analyzer provides monitoring of the level of carbon dioxide and other important environmental parameters with the ability to remotely access data via GSM communication. The project involves developing an expert system to analyze data and determine the location of the device. This research offers significant improvements in environmental

monitoring and has potential applications in research, education, and air quality monitoring in urban and industrial environments.

Ключевые слова: многокомпонентный газоанализатор, Arduino, GSM, экологический мониторинг, диоксид углерода, экспертная система, цифровая мобильная сотовая связь, качество воздуха.

Keywords: multi-component gas analyzer, Arduino, GSM, environmental monitoring, carbon dioxide, expert system, digital mobile cellular communications, air quality.

Целью работы является разработка многокомпонентного газоанализатора, который позволяет измерять диоксид углерода и другие параметры окружающей среды. Устройство интегрирует различные сенсоры для мониторинга CO₂, атмосферного давления, температуры, влажности, интенсивности света и других параметров. В качестве основы для прототипа использованы Arduino и другие компоненты, поддерживающие передачу данных через цифровую мобильную сотовую связь GSM. Это дает возможность удаленного мониторинга и анализа данных, что представляет собой значительный шаг вперед в области экологического мониторинга и исследований[1].

Разработанный газоанализатор предлагает ряд инновационных решений, включая использование экспертной системы для определения примерного местоположения прибора и эффективной передачи данных по сети GSM. В результате тестирования устройства были выявлены и устранены недостатки программной части, что позволило добиться высокой точности и надежности измерений[2].

Для достижения поставленных задач были выполнены следующие шаги: выбор и сборка необходимых устройств и датчиков, программирование газоанализатора, реализация передачи данных и тестирование готового устройства. В процессе разработки были рассмотрены различные варианты компонентов, их характеристики и совместимость, что позволило создать оптимальный прототип для мониторинга качества воздуха[3].

Разработанный проект демонстрирует, как современные технологии могут способствовать решению важнейших экологических задач, предоставляя эффективные и доступные инструменты для измерения и анализа состояния окружающей среды. В дальнейшем планируется усовершенствование устройства, расширение списка измеряемых параметров и улучшение точности измерений, что позволит еще более эффективно использовать газоанализатор для мониторинга и исследований[4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы Диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.9. – С. 46-54.
3. Калач А.В., Перегудов А.Н., Чуйков А. М. Разработка мультисенсорного газоанализатора для анализа горючих газов // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20. – №. 1. – С. 54-56.
4. Агеев И.М., Рыбин Ю.М. Измерительный комплекс для мониторинга углекислого газа в воздухе //Измерительная техника. – 2021. – №. 4. – С. 68-71.
5. Дюкарев Е.А. Измерения потоков углекислого газа с помощью автоматической камерной системы на болоте в западной сибери //Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее. – 2021. – С. 17-18.
6. Громова Л.А. Газоанализаторы // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2022. – 2022. – С. 213-214.
7. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров

- // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
10. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
11. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
12. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
13. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
14. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

15. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
16. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
17. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Сайфуллин М.М., 2024

УДК 681.5

Семенов П.И.

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке

Науч. рук. *Кадыров Р.Р., доцент*

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке

Semenov P.I.

Institute of Chemical Technologies and Engineering of the Ufa State Petroleum Technological University in Sterlitamak

АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНЫМИ СТАНЦИЯМИ

THE RELEVANCE OF THE INTRODUCTION INTELLIGENT CONTROL SYSTEMS FOR PUMPING STATIONS

Аннотация. Возникает необходимость модернизации устаревших станций управления путем внедрения на их базе интеллектуальных станций управления, позволяющих реализовать новые функции и алгоритмы управления и защиты насосных установок. Использование систем ваттметрирования и динамометрирования помогает своевременно обнаруживать дефекты в нефтедобывающем оборудовании, что позволяет быстро принимать меры для их устранения. Скважинный контроллер корректирует режим эксплуатации, чтобы обеспечить оптимальный дебит и минимальный расход электроэнергии. Это позволяет снизить затраты на добычу и увеличить эффективность работы всей системы.

Abstract. There is a need to modernize outdated control stations by introducing intelligent control stations on their basis, which allow implementing new functions and algorithms for controlling and protecting pumping installations. The use of wattmetry and dynamometry systems helps to detect defects in oil production equipment in a timely manner, which allows you to quickly take measures to eliminate them. The downhole controller adjusts the operating mode to ensure optimal flow rate and minimum power consumption. This allows you to reduce production costs and increase the

efficiency of the entire system.

Ключевые слова: интеллектуальная станция управления, насосная установка, скваженный контроллер, эффективность, затраты.

Keywords: intelligent control station, pumping unit, downhole controller, efficiency, costs.

В связи с ростом важности технико-экономических показателей в деятельности предприятий возникает необходимость модернизации устаревших станций управления (СУ) путем внедрения на их базе интеллектуальных станций управления (ИСУ), позволяющих реализовать новые функции и алгоритмы управления и защиты насосных установок и контроля технологических параметров скважин [1].

Интеллектуальные функции ИСУ могут включать в себя:

– Автоматическое регулирование режима работы насосной установки на основе анализа данных о динамике изменения параметров скважины и окружающей среды.

– Адаптивное управление, позволяющее оптимизировать работу оборудования в условиях изменения условий эксплуатации и характеристик добываемой продукции.

– Диагностика состояния оборудования и прогнозирование его отказов на основе анализа текущих параметров работы и истории эксплуатации.

– Удаленный контроль и управление работой насосной установки и скважины с использованием современных средств связи и информационных технологий.

– Ведение базы данных по работе оборудования, истории его обслуживания и ремонтов, что позволяет оптимизировать планирование технического обслуживания и ремонта, а также прогнозировать потребности в запчастях и материалах.

Внедрение ИСУ на базе существующих СУ позволяет значительно повысить эффективность работы нефтедобывающего оборудования, снизить энергозатраты, продлить срок службы оборудования и повысить безопасность

его эксплуатации. Это особенно актуально для малодебитных скважин, эксплуатация которых становится более рентабельной за счет оптимизации режимов работы насосных установок, снижения износа оборудования и предотвращения аварийных ситуаций [2].

Интеллектуальные станции управления установками скважинных насосов позволяют оптимизировать процесс добычи нефти и газа, обеспечивая максимальную эффективность использования оборудования и ресурсов. Они могут автоматически диагностировать и контролировать работу насосов, а также передавать данные на диспетчерский пункт для анализа.

Использование систем ваттметрирования и динамометрирования помогает своевременно обнаруживать дефекты в нефтедобывающем оборудовании, что позволяет быстро принимать меры для их устранения. Это помогает предотвратить более серьезные проблемы и увеличивает срок службы оборудования.

Скважинный контроллер, в свою очередь, анализирует данные о работе скважины и корректирует режим эксплуатации, чтобы обеспечить оптимальный дебит и минимальный расход электроэнергии. Это позволяет снизить затраты на добычу и увеличить эффективность работы всей системы [3].

Система управления в нефтедобывающей промышленности играет ключевую роль в оптимизации режимов работы скважин и сокращении расхода потребляемой электроэнергии. В современном мире интеллектуальные станции управления становятся все более актуальными, позволяя осуществлять комплексную оптимизацию работы по нескольким параметрам как автономно, так и по командам с диспетчерского пункта. При этом задача создания доступных по стоимости интеллектуальных станций, обеспечивающих эффективное управление режимами добычи, остается актуальной [4].

Однако, следует отметить, что разработка и внедрение таких систем требует значительных инвестиций и технологических инноваций, а также постоянного мониторинга и анализа работы оборудования для его своевременного обслуживания и ремонта. Кроме того, необходимо учитывать

возможные экологические риски и обеспечивать соблюдение соответствующих норм и правил при эксплуатации скважин.

Таким образом, современная интеллектуальная станция управления является ключевым элементом оптимизации работы нефтедобывающего предприятия и повышения его энергоэффективности. Ее разработка и внедрение требует объединения усилий специалистов в области информационных технологий, автоматизации, энергетики и экологии для создания эффективных и безопасных решений в этой сфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Metrological support of an automated control system for a rocking machine / V.S. Tynchenko, V.V. Bukhtoyarov, V.V. Tynchenko, A.V. Milov, K.A. Bashmur, V.V. Kukartsev // *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing. – 2019. – V. 1384. – № 1. – P. 012061.
2. Николаев, Д.С. Моделирование процесса бурения для регулирования рабочих параметров в забое скважины / Д.С. Николаев, Р.Р. Кадыров // *Естественные и технические науки*. – 2022. – № 8(171). – С. 128-129.
3. Николаев, Д.С. Анализ систем контроля и управления технологическим процессом добычи нефти / Д.С. Николаев, Р.Р. Кадыров // *Химия. Экология. Урбанистика*. – 2022. – Т. 4. – С. 218-222.
4. Николаев Д.С., Кадыров Р.Р. Мониторинг нефтяных объектов на основе беспроводных технологий // *Современные технологии: достижения и инновации-2021: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции*. - Уфа: Издательство «Нефтегазовое дело», 2021. – С. 299-301.
5. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // *Информационные технологии в проектировании и производстве*. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования

на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

8. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

9. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

10. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

11. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

12. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

13. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100).

C. 91-97.

14. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561.

15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Семенов П.И., 2024

УДК 544.723.5

Серяков А.М.

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в
г. Стерлитамаке

Науч. рук. *Кадыров Р.Р., доцент*

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в
г. Стерлитамаке

Seriakov A.M.

Institute of Chemical Technologies and Engineering of the Ufa State Petroleum
Technological University in Sterlitamak

**РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ
ХЕМОСОРБЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕДНО-АММИАЧНОГО
РАСТВОРА**

**DEVELOPMENT OF ADAPTIVE CONTROL OF THE CHEMISORPTION
PROCESS USING A COPPER-AMMONIA SOLUTION**

Аннотация. Хемосорбция представляет собой эффективный метод очистки жидкостей от загрязняющих веществ и токсинов. В данном исследовании основное внимание уделено созданию управляющей системы, способной автоматически регулировать процесс хемосорбции в зависимости от изменяющихся параметров среды и целевых показателей эффективности. Для этого предлагается использовать адаптивные алгоритмы управления, позволяющие системе быстро адаптироваться к переменным условиям окружающей среды и обеспечивать оптимальное функционирование процесса хемосорбции.

Abstract. Chemisorption is an effective method for purifying liquids from contaminants and toxins. This study focuses on the creation of a control system capable of automatically regulating the chemisorption process depending on changing environmental parameters and performance targets. To do this, it is proposed

to use adaptive control algorithms that allow the system to quickly adapt to variable environmental conditions and ensure optimal functioning of the chemisorption process.

Ключевые слова: очистка жидких сред, эффективность процесса, динамика процесса, оптимизация, промышленные приложения, экологические приложения.

Keywords: purification of liquid media, process efficiency, process dynamics, optimization, industrial applications, environmental applications.

Химические загрязнения являются серьезной проблемой для окружающей среды и человеческого здоровья, требующей разработки эффективных методов очистки. Одним из таких методов является хемосорбция, процесс, который позволяет эффективно удалять токсичные вещества из жидких сред. Медно-аммиачный раствор привлекает внимание как потенциально эффективный агент для проведения такой очистки. Он обладает высокой хемосорбционной активностью по отношению к различным загрязнителям, при этом остается относительно доступным в сравнении с другими реагентами.

Однако, эффективность процесса хемосорбции с использованием медно-аммиачного раствора может быть подвержена изменениям в условиях эксплуатации, таким как концентрация загрязнений в жидкой среде, pH окружающей среды, температура и другие факторы. Эти изменения могут приводить к нестабильности процесса и снижению его эффективности.

В целом, технология усовершенствованного управления процессами является важным инструментом для предприятий, стремящихся к повышению своей конкурентоспособности и снижению затрат на производство продукции.

Для преодоления этой проблемы предлагается применение адаптивного управления. Этот подход позволяет системе автоматически реагировать на изменения в условиях эксплуатации и динамически корректировать параметры процесса в реальном времени. В случае процесса хемосорбции с медно-аммиачным раствором, адаптивное управление может помочь оптимизировать использование реагента и обеспечить стабильную и эффективную очистку жидких сред.

Методика адаптивного управления основывается на непрерывном анализе динамики процесса хемосорбции и изменениях в окружающих условиях. Система использует сенсоры и датчики для мониторинга концентрации загрязнений, рН, температуры и других параметров. На основе этих данных и заранее определенных алгоритмов управления, система автоматически регулирует параметры процесса, такие как скорость подачи реагента, концентрация аммиака и температура реакции, чтобы оптимизировать процесс очистки при различных условиях.

Разработка и применение адаптивного управления процессом хемосорбции с использованием медно-аммиачного раствора представляет собой важный шаг в развитии методов очистки жидких сред. Этот подход не только повышает эффективность процесса хемосорбции, но и способствует его стабильности и надежности при различных условиях эксплуатации. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут привести к созданию более эффективных и устойчивых систем очистки, что будет иметь положительное влияние на окружающую среду и общественное здоровье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Завадовский В.Г., Голубев В.В., Степанов В.А. Адаптивное управление процессом хемосорбции в системах водоочистки // Вода: химия и экология. – 2021. – №. 9 (165).
2. Марков И.И., Макаров И.В. Моделирование и исследование процессов сорбции для очистки сточных вод // Вестник Уральского федерального университета. Серия 2: Гуманитарные науки. – 2021. – Т. 25. – №. 2. – С. 178-190.
3. Ларичева Е.А., Потапов А.Н. Применение медно-аммиачного раствора для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов // Вестник Инженерной Академии. – 2021. – Т. 44. – №. 4. – С. 102-106.
4. А. А. Зарубин, "Применение медно-аммиачного раствора для хемосорбции",

5. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
8. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
9. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
10. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
11. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
12. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный

усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

13. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

14. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Серяков А.М., 2024

Сидоров С.С.

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент *Кулакова Е.С.*

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Sidorov S. S.

Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИЕЙ

IMPROVING THE CONTROL OF AN ELECTRON EROSIVE WATER TREATMENT PLANT

Аннотация: В данной работе возможно использование нейронных сетей для оптимизации процесса управления электроразрядными установками, используемыми в процессе очистки воды. В данной работе предлагается разработать инновационную систему, которая на основе анализа данных о процессе очистки и состоянии воды позволит повысить эффективность и точность очистки от различных видов загрязнений. Это, в свою очередь, позволит снизить затраты на электроэнергию, улучшить качество очистки воды и снизить воздействие на окружающую среду.

Abstract: In this work, it is possible to use neural networks to optimize the process of controlling electrical discharge plants used in the process of water purification. This work proposes to develop an innovative system that, based on the analysis of data on the purification process and the state of water, will improve the efficiency and accuracy of purification from various types of contaminants. This, in turn, will reduce energy costs, improve the quality of water purification and reduce the impact on the environment.

Ключевые слова: нейронные сети, оптимизация, управление, электроразрядные установки, очистка воды, анализ данных, эффективность, точность, загрязнения, электроэнергия, качество очистки, окружающая среда

Keywords: neural networks, optimization, control, electric discharge plants, water purification, data analysis, efficiency, accuracy, pollution, electricity, quality purification, environment

Проблема загрязнения воды становится все более актуальной, и электроэрозионные установки обещают перспективное решение этих проблем. В этой статье найден вариант оптимизации работы с данными с помощью нейронных сетей. Цель исследования – разработать инновационную систему, которая позволит повысить эффективность и точность процесса очистки воды, снизить энергозатраты и улучшить качество очистки воды. Результаты исследования могут иметь решающее значение для безопасности и развития общества.

Для успешного начала работы над проектом необходимо будет собрать и проанализировать значительный объем данных о качестве поступающей воды, составе присутствующих в ней загрязнений, а также эффективности уже используемых методов очистки. Все эти данные будут использоваться в качестве обучающей выборки для нейронной сети. На основе этих данных нейросеть будет обучена определять оптимальные параметры процесса очистки для каждого конкретного случая, что в конечном итоге существенно повысит общую эффективность работы электроэрозионного оборудования, а также обеспечит более качественную и менее энергозатратную подачу воды. Уход. В результате внедрения такой системы ожидается снижение экологической нагрузки на окружающую среду, а также обеспечение устойчивого и надежного водоснабжения потребителей.

Для создания нейронной сети будет использоваться специализированная платформа Python, имеющая удобный интерфейс для создания, обучения и тестирования нейронных сетей. Такой выбор обусловлен тем, что Python — один из самых популярных и широко используемых языков программирования в области искусственного интеллекта и машинного обучения. Использование данного инструмента позволит эффективно настроить алгоритмы обучения и добиться оптимальных результатов в процессе очистки воды с помощью электроэрозионных установок.

В этом методе мы будем использовать глубокую нейронную сеть, которая имеет большое количество скрытых слоев и способна обрабатывать огромные объемы данных, принимая при этом обоснованные решения. Мы оптимизируем архитектуру этой сети для более эффективной работы с информационными материалами, в разы при повышении температуры водной среды и процесса ее очистки.

После обучения нейросеть будет подключена к системе управления электроразрядной установкой. Это позволит полностью автоматизировать процесс очистки воды в режиме реального времени и обеспечить полный мониторинг состояния окружающей среды. Интеграция с системой мониторинга атмосферного воздуха позволит следить за качеством воздуха и оперативно реагировать на изменения окружающей среды, корректируя работу электроэрозионной установки для максимально эффективной очистки воды.

Использование нейронных сетей для управления электроразрядными установками очистки воды открывает новые возможности в этой области. Это позволяет повысить эффективность процесса, снизить энергозатраты и улучшить качество очищаемой воды, что важно для обеспечения экологической безопасности и защиты здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ivanov A.B. Application of neural networks in water purification systems // Journal Water and Ecology: Problems and Solutions, 2018. – P 114.
2. Petrov V.G. “Modern technologies in water // Journal "Water Management and Ecology, 2020. – P. 121.
3. Andreev A.A. "Water treatment: methods and technologies", 2017.
4. Borisova E.V. “Water purification: modern approaches and technologies”, 2016.
5. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров

- // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
8. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
9. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
10. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
11. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty // В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
12. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

13. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
14. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Сидоров С.С., 2024

Скрипник М.В.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Skripnik M. V.

Ufa State Petroleum Technical University

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ
ПЕРЕКАЧКИ И ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ КОНТУРА ОХЛАЖДЕНИЯ
АММИАЧНОЙ СТАНЦИИ ФЕЛИАЛА «ШИХАН» ОБЩЕСТВА С
ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ОБЪЕДИНЕННЫЕ
ПИВОВАРНИ ХЕЙНЕКЕН»**

**DEVELOPMENT OF A PROCESS MANAGEMENT SYSTEM PUMPING
AND WATER TREATMENT FOR THE COOLING CIRCUIT OF THE
FELIAL "SHEEHAN" AMMONIA STATION OF THE LIMITED LIABILITY
COMPANY "UNITED HEINEKEN BREWERIES"**

Аннотация: Установка перекачки и подготовки воды имеет в своей основе технологический процесс, протекающий по непрерывно-поточному методу.

В настоящее время установка перекачки и подготовки воды распространено на многих промышленных предприятиях. Главной проблемой технологического процесса является отсутствие фильтрующих колонн для очистки аммиака, что тем самым будет способствовать улучшению концентрации рН.

Проектированием автоматизированных систем в филиале “Шихан” ООО “ОПХ” в настоящее время занимается значительное число проектных организаций. Это приводит к различным проектным решениям, затрудняет выполнение пусконаладочных и ремонтных работ, эксплуатацию автоматизированных систем управления и повышает стоимость строительно-монтажных работ.

Автоматизированные технологические процессы в Стерлитамакском филиале “Шихан” ООО “ОПХ” осуществляются на базе пневматических регуляторов и комплекса технических средств начала восьмидесятых годов.

Abstract. The installation of pumping and water treatment is based on a technological process that proceeds according to a continuous flow method.

Currently, the installation of pumping and water treatment is common in many industrial enterprises. The main problem of the technological process is the lack of filter columns for ammonia purification, which will thereby contribute to improving the pH concentration.

A significant number of design organizations are currently engaged in the design of automated systems in the Shihan branch of OPH LLC. This leads to various design solutions, makes it difficult to carry out commissioning and repair work, the operation of automated control systems and increases the cost of construction and installation work.

Automated technological processes in Sterlitamak.

Ключевые слова: автоматизация, механизация, производство.

Keywords: automation, mechanization, production.

В Стерлитамакском филиале “Шихан” ООО “ОПХ” происходит очистка ливневых стоков с территории предприятия очистка стоков происходит на 5 фильтрующих колоннах. Также в резервуаре Р2 установлены нефтесборщики для удаления нефтяной пленки. Подготовленная вода поступает на контур охлаждения аммиачной станции.

Технология перекачки и подготовки воды основана на сборе ливневых стоков в резервуар Р1 и последующей перекачкой насосами на фильтрующие колонны. Процесс перекачки и подготовки воды включает основные стадии [7]:

- подготовка воды (сбор ливневых стоков, отстой и грубая фильтрация);
- из резервуара Р1 в резервуар Р2;
- откачка воды насосами Н1 и Н2 из резервуара Р2;
- очистка воды на фильтрах грубой фильтрации поз. Ф01 и Ф02 от мелких механических примесей с тонкостью фильтрации 200 и 50 мкр.;
- очистка воды методом ионного обмена в фильтрующей колонне поз. Ф03;
- очистка воды на фильтрующей колонне обезжелезивания поз. Ф04;
- очистка от нефтепродуктов (масел) путем фильтрации на угольном фильтре поз. Ф05.

В качестве конечных продуктов производственного процесса перекачки и подготовки воды получают очищенную воду для подпитки контура охлаждения аммиачной станции.

Во время промывки загрязненная вода сливается в канализацию.

Процесс перекачки и подготовки воды предназначен для очистки воды и подпитки ей контура охлаждения аммиачной станции.

Процесс перекачки и подготовки воды включает в себя [4]:

- резервуары (P1, P2) – предназначены для сбора, мелкой фильтрации и последующей откачки на фильтрующие колонны;
- насосы (Н1, Н2) – осуществляют перекачку воды из резервуара P2 в фильтрующие колонны;
- скиммеры (Н3, Н4) – осуществляют сбор нефтяной пленки из резервуара P2;
- фильтрующие колонны (Ф01 – Ф05) 5 штуки – осуществляют полную очистку воды;

Весь процесс подготовки воды для подачи в контур охлаждения аммиачной станции состоит из одной технологической линии, включающей в себя следующие стадии процесса:

- сбор ливневых стоков с прилегающей территории в резервуары поз. P-1, в котором происходит отстой и грубая фильтрация от крупных примесей и песка, далее вода перетекает в резервуар поз. P-2;
- откачка воды насосами поз. Н-1 и Н-2 из резервуара поз. P-2 на группу фильтров, установленных в помещении существующего отделения водоочистки;
- очистка воды на фильтрах грубой фильтрации поз. Ф01 и Ф02 от мелких механических примесей с тонкостью фильтрации 200 и 50 мкр соответственно;
- очистка воды методом ионного обмена в фильтрующей колонне поз. Ф03;
- очистка воды на фильтрующей колонне обезжелезивания поз. Ф04;

– очистка от нефтепродуктов (масел) путем фильтрации на угольном фильтре поз. Ф05.

Все фильтры снабжены автоматической системой промывки для очистки и взрыхления фильтрующих элементов.

Фильтрующая колонна поз. Ф03 периодически регенерируется раствором поваренной соли. Раствор готовится из таблетированной соли, емкость для раствора входит в комплект поставки.

Технологическая схема фильтрации выполнена последовательно, при необходимости можно исключить любой фильтр из работы.

Предусмотрен аналитический контроль очищенной воды.

После фильтрующих колонн очищенная вода поступает в бак оборотной воды. Расход воды контролируется по счетчику расхода, заполнение бака осуществляется по уровню.

Во время промывки загрязнённая вода сливается в канализацию.

Насосы поз. Н-1 и Н-2 для перекачки воды из резервуара поз. Р-2 установлены непосредственно на резервуаре. Насосы поз. Н-1, Н-2 являются самовсасывающими и забирают воду с отм. -2,000. Обвязка насосов выполнена из материалов стойких к воде, используются латунные фитинги и арматура, нержавеющие хомуты. Линия всаса выполнена из шланга ПВХ. Забор воды из резервуара поз. Р-2 ведется через обратный донный клапан с фильтрующей сеткой. Размер ячейки – 1,2 мм. Помимо этого, линия всаса дополнительно снабжена фильтром для улавливания механических примесей.

На линии нагнетания предусмотрен автоматический дренаж воды из трубопровода, открытие дренажного затвора осуществляется дистанционно из операторной.

Обвязка насосов поз. Н-1, Н-2 выполнена согласно инструкции завода изготовителя. Предусмотрена блокировка по уровню заполнения полости насоса и давлению на линии нагнетания. Категорически запрещается запуск насоса при неполном заполнении внутренней полости насоса перекачиваемой жидкостью.

Для сбора нефтяной пленки и масла с поверхности воды в резервуаре поз. Р-2 установлен нефтесборщик (скиммер). Включение скиммера поз. Н3 и Н4 осуществляется дистанционно с пульта операторной. Время работы нефтесборщика определяется при отработке технологии и проведению анализов на содержание в ливневой воде нефтепродуктов. Собранный нефтепродукт отводится в переносную тару (бочка). В бочке установлен прибор контроля уровня с сигнализацией предельных параметров в операторной, для своевременной замены заполненной тары на пустую. Заполненная бочка с нефтепродуктом направляется на утилизацию в специализированную организацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Алексеев К.А., Антипин В.С., Борисова Г.С. и др. Монтаж приборов и средств автоматизации: справочник/под.ред. А.С. Клюева. – М.: Энергия, 1979. – 728 с.
- 2 АСУ на промышленных предприятиях: Методы создания: справочник/ С.Б. Михалев, Р.С. Седегов, А.С. Гриберг и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 400 с.: ил.
- 3 Капустин Н.М., Васильев Г.Н. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования: учебное пособие/под ред. Норенкова И.П. – М: Высшая школа, 1986. – 191 с.
- 4 Гареева, И.Ю. Системы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс для студентов всех форм обучения для направления "Нефтегазовое дело" / И.Ю. Гареева; рец. С.Р. Абдюшева, Т.Г. Умергалин; УГНТУ, каф. Химкибернетики, ИАУ. – Уфа: УГНТУ, 2012.
- 5 Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – №

2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

6 Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

7 Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

8 Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

9 Федоров, С. В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

10 Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

11 Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

12 Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

- 13 Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
- 14 Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
- 15 Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Скрипник М.В., 2024

УДК 681.5

Абдрахимов Р.Р.

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО "Уфимский государственный нефтяной технический университет"

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент *Кулакова Е.С.*

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО "Уфимский государственный нефтяной технический университет"

Abdrakhimov R.R.

Institute of Chemical Technologies and Engineering of Ufa State Petroleum Technical University

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА АГИДОЛА-1

MODERN AGIDOL-1 PRODUCTION PROCESS CONTROL SYSTEMS

Аннотация: В данном исследовании рассматривается разработка интеллектуальной системы управления производства стабилизатора полимерных материалов марки «Агидол-1» технический. Целью данной работы является разработка модели виртуального анализатора, позволяющая контролировать допускаемые пределы уменьшения или увеличения параметров и повысить качество производства стабилизатора полимерных материалов марки «Агидол-1» технический.

Abstract. This study examines the development of an intelligent control system for the production of a stabilizer of polymer materials of the brand "Agidol-1" technical. The purpose of this work is to develop a virtual analyzer model that allows you to control the permissible limits of reducing or increasing parameters and improve the quality of production of the Agidol-1 technical polymer materials stabilizer.

Ключевые слова: интеллектуальная система, производство стабилизатора полимерных материалов, виртуальный анализатор.

Keywords: intelligent system, production of polymer materials stabilizer, virtual analyzer.

В настоящее время проблема повышения качества, надежности и увеличения срока службы изделий из полимерных материалов приобретают особую актуальность. Одним из решений, этой проблемы является стабилизация полимеров добавками антиокислительного действия, которые способны замедлять процессы, ухудшающие ценные эксплуатационные свойства, а, следовательно, увеличивается их надежность и стабильность в работе, поэтому их производство так актуально. «Агидол-1» технический является одним из таких стабилизаторов, который получают гидрогенолизом парааминофенола, в присутствии катализатора [1,2].

По мере роста объёмов автоматизации технологических процессов одновременно возрастают и объёмы требований к надёжности, безопасности, точности и быстродействию систем автоматизации, что, в свою очередь, повышает значение контроля и диагностики [3]. В этой связи можно наметить несколько возможных вариантов развития систем автоматизации на предприятиях нефтехимической промышленности. Поэтому перед подачей парааминофенола на гидрогенолиз необходима его тщательная дегазация от «лёгких» углеводородов [4].

Производство «Агидола-1» состоит из следующих стадий:

- смешение предварительно нагретых компонентов реакции;
- химическое превращение;
- дегазация Агидола от водорода и аминов;
- конденсация готового Агидола.

Реакция гидрогенолиза парааминофенола с получением «Агидола-1» сырья осуществляется в реакторах путем взаимодействия парааминофенола (основания Манниха) с водородом на поверхности сплавного катализатора Al-Ni-Ti.

Разработана схема управления качеством выхода продукта процесса производства Агидола-1 с применением виртуального анализатора. Она представлена на рисунке 1.



Рис.1 – Схема управления показателем качества на основе виртуального анализатора

На вход виртуального анализатора поступают данные технологических параметров. На их основе вырабатываются сигналы управления параметрами процесса производства Агидола-1. Кроме того, рассчитывается концентрация вещества на выходе. На данный момент, для проверки контроля технологического процесса используется лабораторный метод анализа (проводится каждые 8 часов). Достоинством лабораторного метода анализа является недорогая стоимость и точность измерения, в свою очередь, недостатком является низкая оперативность проверки. Недостатком системы контроля качество конечного продукта является отсутствие поточного прибора контроля для Агидола-1. Он решается разработкой и внедрением виртуального анализатора на данное вещество посредством SCADA-системы. Установление виртуального анализатора на качество выходного продукта, виртуального анализатора на Агидол-1 приведет к оперативному контролю и управлению качеством выходного продукта технологического процесса Агидола-1 [5].

Таким образом для того, чтобы обеспечить требуемое качество производства стабилизаторов марки «Агидол-1» необходимо поддерживать основные технологические параметры производства, такие как температура, давление, расход и т. д., значение которых поступают от датчиков, находящихся на технологическом объекте. Внедряя в производство интеллектуальную систему управления с применением виртуального анализатора, можно не только контролировать технологические параметры и управлять ими, но и влиять на ключевые показатели качества выходного продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т.9. – С. 46-54.
3. Шарипов М.И., Муравьева Е.А. Система управления процессом подготовки и переработки нефти // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022611771, 01.02.2022. Заявка № 2021680030 от 01.12.2021.
4. Kulakova, E. S. SWOT-analyse des unternehmens heidelbergcement in russland / E. S. Kulakova, E. H. Atangulova // Проблемы научной мысли. – 2020. – Vol. 12, No. 1. – P. 3-5. – EDN LFKEWT.
5. Кулакова, Е.С. Разработка метода управления процессом каталитического риформинга / Е.С. Кулакова, Ю.Р. Рамазанова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2022. – № 6. – С. 264-277. – DOI 10.17122/ogbus-2022-6-264-277. – EDN RQFIFI.
6. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
13. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

Баринов А.Е.

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО "Уфимский государственный нефтяной технический университет"

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент *Кадыров Р.Р.*

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО "Уфимский государственный нефтяной технический университет"

Barinov A.E.

Institute of Chemical Technologies and Engineering of Ufa State Petroleum Technical University

НЕОБХОДИМОСТЬ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫМ НЕФТЕПРОВОДОМ

THE REASONS FOR CREATION OF ADAPTIVE CONTROL SYSTEM FOR THE LONG-DISTANCE PIPELINE

Аннотация: В данном исследовании рассматривается разработка адаптивной системы управления гидравлической сетью магистрального участка трубопровода с нефтеперекачивающими станциями для повышения стабильности её работы. Благодаря использованию методов адаптивного управления, можно формировать управляющие воздействия в автоматическом режиме на оборудование трубопровода, обеспечивая постоянный контроль его работы, а также выбор оптимального технологического режима.

Abstract. This study examines the development of an adaptive control system for the hydraulic network of the main section of the pipeline with oil pumping stations to increase the stability of its operation. By using of adaptive control methods, it is possible to form control actions in automatic mode on the pipeline equipment, ensuring constant monitoring of its operation, as well as the choice of the optimal technological mode.

Ключевые слова: технологический режим, адаптивная система, магистральный трубопровод,
Keywords: technological mode, adaptive system, long-distance pipeline.

По трубопроводам транспортируется основное количество добываемой нефти и нефтепродуктов. Аварийные ситуации на магистральных трубопроводах приводят к полному или частичному прекращению перекачки, вызывают загрязнение окружающей среды, нарушают нормальную работу промыслов, нефтеперерабатывающих заводов и нефтебаз.

Одним из способов предотвращения негативного влияния аварийных ситуаций на окружающую среду является усовершенствование систем мониторинга состояния нефтепровода.

Современные магистральные трубопроводы, протяженность которых больше 1000 км, представляют собой самостоятельные транспортные предприятия, которые оборудованы комплексом головных, промежуточных перекачивающих насосных станций большой мощности, а также наливными станциями со всеми необходимыми производственными и вспомогательными сооружениями [1,2].

Транспортировка нефти через трубопроводы включает в себя несколько этапов:

- Подготовка нефти к транспортировке. Нефть из места добычи подаётся в специальные установки, где происходит удаление примесей и влаги, нагрев до определённой температуры для обеспечения заданной текучести и удобства транспортировки;

- Трубопровод оборудуется несколькими перекачивающими станциями, расположенными на определённом расстоянии друг от друга, необходимых для регулирования скорости и объёма подаваемой нефти.

- Для поддержания и регулирования заданного давления, которое влияет на скорость и объём перекачиваемой нефти, на пути движения нефти используют различные клапаны;

- На всём протяжении трубопровода устанавливаются различные системы контроля, которые отслеживают разные параметры работы системы, например, давление, температура, расход и др.

Технологические режимы работы магистрального нефтепровода зависят от производительностей магистральных насосных агрегатов, давлений на входе/выходе нефтеперекачивающей станции.

Поскольку магистральный трубопровод представляет собой сложную систему, в которой необходимо учитывать множество факторов, переменных и взаимосвязей, что делает классические методы управления недостаточно эффективными, необходимо использовать принципы адаптивного управления.

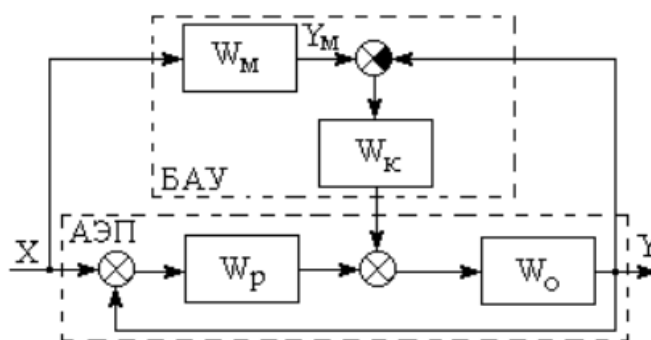


Рис.1 – Структура адаптивной системы управления, где W_m – модель замкнутой системы; W_k – корректирующее звено блока адаптивного управления, Y – фактический выходной сигнал модели, Y_m – желаемый сигнал модели

В адаптивной модели с сигнальной адаптацией при изменении параметров в объекте фактический сигнал будет отличаться от желаемого, что будет приводить к формированию такого сигнала на выходе корректирующего звена, который, алгебраически суммируясь с сигналом регулятора, формирует воздействие на объект, при котором фактический сигнал Y будет приближаться к желаемому [3,4].

В адаптивной модели с параметрической адаптацией при изменении параметров в объекте фактический сигнал будет отличаться от желаемого, что будет приводить к формированию такого сигнала на выходе корректирующего звена, который, алгебраически суммируясь с сигналом регулятора изменит параметры регулятора.

Таким образом, необходимо использовать комбинированную адаптивную систему управления, включающую в себя систему с сигнальной адаптацией и систему с параметрической адаптацией, повышая надежность и эффективность управления, обеспечивая оптимальные результаты при определенном технологическом режиме работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коршак, А.А. Транспортировка нефти на постсоветском пространстве / А.А. Коршак. – Уфа : ООО "ДизайнПолиграфСервис", 2004. – 176 с. – ISBN 5-94423-042-8.

2. Проектирование и эксплуатация магистральных нефтепроводов. Основные факторы, влияющие на особенности эксплуатации и выбор проектных параметров магистральных нефтепроводов: учеб. пособие / Ю. А. Краус – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010 - Ч.1 – 109 с.

3. Мызников, А.М. Моделирование и идентификация параметров сложных гидравлических сетей: дис. канд. физ.-мат. наук: 05.13.18 / Мызников Алексей Михайлович. – Тюмень, 2005. – 116 с.

4. Файзуллин, Р.Т. О решении нелинейных алгебраических систем гидравлики [Текст] / Р.Т. Файзуллин // Сибирский журнал индустриальной математики. – 1999. – Т. 2, № 2. – С. 176-184

5. Лурье, М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа [Текст] : учебное пособие / М.В. Лурье; РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – М. : Издательство Нефти и газа, 2003. – 336 с.

6. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

7.Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

8.Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

9.Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

10.Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

11.Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

12.Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

13.Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

14.Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия

Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Баринов А.Е., 2024

Чариков П.Н., Теренин Д.Р.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. кандидат техн. наук, доцент *Чариков П.Н.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Chaikov P.N., Terenin D.R.

Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Chemical Technology and Engineering, Department of automated technological and information systems

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ
ГИДРООЧИСТКИ БЕНЗИНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИРТУАЛЬНЫХ
АНАЛИЗАТОРОВ**

**SYSTEM FOR CONTROL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF
GASOLINE HYDROREADING USING VIRTUAL ANALYZERS**

Аннотация: Данное исследование заключается в разработке и апробации системы управления технологическим процессом гидроочистки бензина с применением виртуальных анализаторов. Виртуальные анализаторы представляют собой программные модели, способные эмулировать работу реального анализатора, и позволяют значительно снизить технические и экономические затраты на проведение анализа качества бензина. В работе приведены основные этапы разработки и описание принципов функционирования системы, а также результаты экспериментальных исследований, подтверждающие эффективность ее применения.

Abstract. This research consists of developing and testing a control system for the technological process of gasoline hydrotreating using virtual analyzers. Virtual analyzers are software models that can emulate the operation of a real analyzer and can significantly reduce the technical and economic costs of analyzing the quality of gasoline. The paper presents the main stages of development and a

description of the operating principles of the system, as well as the results of experimental studies confirming the effectiveness of its application.

Ключевые слова: виртуальные анализаторы, гидроочистка бензина, анализ, оптимизация, повышение эффективности.

Key words: virtual analyzers, gasoline hydrotreatin, analysis, optimization, efficiency improvement.

В настоящее время задача управления качеством промежуточной и товарной продукции на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) решается с использованием информации, получаемой от измерительных средств, и результатов лабораторного контроля качества. Оперативный контроль качественных характеристик получаемых нефтепродуктов позволяет снизить выпуск некондиционной продукции благодаря своевременному выявлению нарушений качественных показателей.

Показателем качества нефтепродуктов является количественная характеристика одного или нескольких свойств, характеризующих их качество. Значение такого рода показателей определяется при помощи измерительных, расчетных и экспериментальных методов.

На территории Российской Федерации контроль качества и обеспечение его сохранности регламентируется Инструкцией, утвержденной 19 июня 2003 года приказом Министерством энергетики РФ No 231. Основная задача такого контроля предотвратить реализацию нефтепродуктов, являющихся некондиционными [1].

Перечень качественных характеристик нефтепродуктов довольно разнообразен и включает, например, следующие показатели: температурные точки фракционной разгонки, вязкость, плотность, давление насыщенных паров, температура вспышки, содержание различных компонентов и др.

В условиях современного рынка нефтепродуктов, обеспечение высокого качества бензина является одной из основных задач для производителей и промышленных предприятий. Гидроочистка является одним из ключевых процессов, позволяющих улучшить качество бензина путем удаления различных примесей. Однако, проведение анализов качества бензина с

использованием реальных анализаторов требует значительных затрат на оборудование, его обслуживание и калибровку.

В настоящее время растет добыча высоко- обводненных и тяжелых нефтей, особенно чувствительных к сложному поведению асфальтеновой фазы. Нефть рассматривается как нефтяная дисперсная система (НДС). Асфальтены и смолы представляют собой две группы, составляющие коллоидно-дисперсную часть сырой нефти. Одно из важных свойств НДС - ее агрегативная устойчивость, изучению которой посвящено множество работ [2-4]. Разработка критериев устойчивости нефти представляет собой важную научную и прикладную задачу. В одних случаях необходима высокая устойчивость нефтяных систем: при добыче, транспортировке, хранении, нагреве в трубчатых печах. В процессах депарафинизации, деасфальтизации, кристаллизации и др. [5], напротив, целесообразно ускорять процесс расслоения системы.

Виртуальные анализаторы реализуются с помощью специализированных программных средств, интегрируемых с базовой системой управления. Разработка модели ВА начинается с анализа собранных статистических данных и выбора подходящего метода расчета. В ходе эксплуатации модели ВА требуют периодической корректировки, которая может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режимах по данным лабораторных анализов и сигналам поточных анализаторов.

В качестве наиболее распространенных методов, используемых при разработке ВА, можно выделить:

- метод множественной линейной регрессии;
- метод группового учета аргументов;
- гибридные нейронные сети.

Цели использования ВА

- мониторинг трудноизмеримых параметров;
- повышение оперативности управления ТП;
- использование в системах оптимизации ТП;

- контроль достоверности ПА.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по контролю и обеспечению сохранения качества нефтепродуктов в организациях нефтепродуктообеспечения. Утв. приказом Минэнерго РФ от 19.07.2003, № 231. URL: <https://base.garant.ru/12131504> (дата обращения 15.07.2019).
2. Диго Г.Б., Диго Н.Б., Можаровский И.С., Торгашов А.Ю. Метод разработки виртуальных анализаторов для нелинейных технологических объектов // Информатика и системы управления. 2013. № 3(37). С. 13-23.
3. Жуков И.В., Харазов В.Г. Результаты поэтапной модернизации и эксплуатации усовершенствованной системы управления (АРС-системы) // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2017. № 41(67). С. 105-112.
4. Тугашова Л.Г. Виртуальные анализаторы показателей качества процесса ректификации / Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т. 9. № 3. С. 97-103.
5. Попадько В.Е., Першин О.Ю., Южанин В.В. Опыт применения учебно-научного комплекса для моделирования и управления технологическими процессами нефтегазовой промышленности // Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2014, Москва). М.: ИПУ РАН, 2014. С. 4873-4875.
6. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов // Вестник Самарского государственного

- аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
13. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Чариков П.Н., Теренин Д.Р., 2024

Кулакова Е.С., Труханов Д.А.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент *Кулакова Е. С.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Kulakova E.S., Trukhanov D.A.

Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Chemical Technology and Engineering, Department of automated technological and information systems

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

MODERN MEANS OF INFORMATION PROTECTION IN WIRELESS NETWORKS

Аннотация: Данная статья посвящена анализу современных вызовов и угроз в области информационной безопасности, связанных с использованием беспроводных технологий. С активным распространением мобильных сетей и развитием Интернета вещей сбор и обработка персональных данных приобретают все большее значение, подчеркивая необходимость эффективных методов защиты. Объектами исследования являются технологические инновации, предложения по улучшению защиты данных и роль искусственного интеллекта в обеспечении информационной безопасности. Методы исследования включают анализ существующих технологий и разработку новых подходов к защите информации. Результаты исследования подчеркивают важность инновационных методов искусственного интеллекта в повышении эффективности систем безопасности. Выводы работы подчеркивают необходимость дальнейших исследований и инноваций в области информационной безопасности беспроводных технологий для обеспечения стабильности и защиты данных в современном цифровом мире.

Abstract. This article is devoted to the analysis of modern challenges and threats in the field of information security related to the use of wireless technologies. With the active spread of mobile networks and the development of the Internet of Things, the collection and processing of personal data are becoming increasingly important, emphasizing the need for effective methods of protection. The objects of research are technological innovations, proposals to improve data protection and the role of artificial intelligence in ensuring information security. Research methods include the analysis of existing technologies and the development of new approaches to information protection. The results of the study emphasize the importance of innovative artificial intelligence methods in improving the effectiveness of security systems. The conclusions of the work emphasize the need for further research and innovation in the field of information security of wireless technologies to ensure the stability and protection of data in the modern digital world.

Ключевые слова: защита данных, современные вызовы, информация, безопасность.

Key words: data protection, modern challenges, information, security.

В современном мире беспроводные сети стали неотъемлемой частью инфраструктуры предприятий, в том числе логистических компаний. Они обеспечивают быструю и удобную передачу данных, оптимизацию процессов и повышение эффективности предприятий. Однако это вызывает серьезные вопросы о безопасности данных, передаваемых и хранящихся в беспроводных сетях [1].

Концепция безопасности данных охватывает наиболее важные аспекты, такие как конфиденциальность, целостность и доступность информации. В ходе этого исследования необходимо понять, как эти аспекты применяются к беспроводным логистическим сетям предприятия и как система безопасности данных может обеспечить их защиту. Интеллектуальные системы могут обучаться на основе новых данных и адаптироваться к новым угрозам, что обеспечивает постоянное совершенствование системы безопасности. ИИ способен автоматизировать многие задачи, включая мониторинг сети, анализ журнала событий и даже автоматическое принятие мер по предотвращению атак [3]. Вмешательство человека в процесс обеспечения безопасности может быть ограничено, что снижает вероятность ошибок и сокращает время реагирования на инциденты [2]. Искусственный интеллект может

анализировать исторические данные и прогнозировать возможные угрозы и сценарии, что помогает принимать упреждающие меры безопасности [4].
Мониторинг и сбор данных: Этот компонент отвечает за непрерывный сбор данных из различных источников, включая сетевой трафик, журналы событий, а также данные о доступе и активности пользователей [5].
Анализ и обнаружение аномалий: В этом модуле собранные данные обрабатываются с использованием методов искусственного интеллекта для выявления аномальных моделей и потенциальных угроз безопасности данных. Институт инженеров электротехники и электроники (IEEE) разработал стандарт беспроводной сети под названием 802.11. Однако, несмотря на попытки повысить безопасность, этот стандарт по-прежнему имеет некоторые ограничения и уязвимости. Одной из основных проблем является использование механизмов контроля доступа к мультимедиа, что делает его уязвимым для атак. Тем не менее, разработка стандартов продолжается, и современные беспроводные технологии стремятся обеспечить более высокий уровень безопасности и конфиденциальности. В контексте анализа угроз и рисков, связанных с беспроводными сетями, становится ясно, что существует ряд серьезных угроз безопасности таких сетей. Активные и пассивные атаки могут привести к различным последствиям, включая утечку конфиденциальной информации, нарушение целостности данных и отказ в обслуживании. Даже несанкционированный доступ к сети может быть опасен [3].

Таким образом, данное исследование выявило важность разработки и интеграции интеллектуальных систем защиты данных в беспроводных сетях логистических предприятий. Системы такого рода позволяют обеспечить конфиденциальность, целостность и доступность данных, что критически важно для эффективного управления логистическими процессами. Использование искусственного интеллекта в этом контексте открывает новые горизонты в обнаружении угроз и реагировании на них в режиме реального времени, повышая безопасность и стабильность системы. Оптимальная архитектура и интеграция с существующими системами играют ключевую роль

в успехе проекта. Этот исследовательский процесс также подчеркивает важность непрерывного мониторинга, обучения персонала и адаптации системы к изменяющимся условиям, что позволяет обеспечить надежную защиту данных в логистике предприятия. Эффективная система защиты данных в беспроводных сетях становится неотъемлемой частью современных логистических операций, обеспечивая успешную работу и защиту корпоративной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент № 2782565 С1 Российская Федерация, МПК G01N 1/10. Система усредненного отбора пробы воды из контрольного створа для автоматизированного контроля качества поверхностных водотоков: № 2021135386: заявл. 01.12.2021 : опубл. 31.10.2022 / А.М. Сафаров, Е.С. Кулакова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет". – EDN QSDZTI.
2. The influence of the wind regime on the methanol concentration change in the atmospheric air of the city residential area / E. S. Kulakova, A. M. Safarov, E. A. Kantor [et al.] // International scientific and practical conference "Ensuring sustainable development in the context of agriculture, green energy, ecology and earth science" 25 January 2021, Smolensk, Russian Federation, Smolensk, 25 января 2021 года. – London: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 042048. – DOI 10.1088/1755-1315/723/4/042048. – EDN SNDZSF.
3. Kulakova, E.S. SWOT-restaurant-analyse des catering-unternehmens / E.S. Kulakova, K.V. Kochetov // Проблемы научной мысли. – 2020. – Vol. 11, No. 1. – P. 19-21. – EDN DDAХСН.
4. Афанасьева, Е.С. Природные и техногенные факторы загрязнения реки Белая хлорид-ионами / Е.С. Афанасьева, В.И. Сафарова, Е.В. Фатьянова //

Башкирский химический журнал. – 2014. – Т. 21, № 4. – С. 97-103. – EDN TGDIZN.

5. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

8. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

9. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

10. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

11. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty // В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

12. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
13. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
14. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Кулакова Е.С., Труханов Д.А., 2024

Тряпицин Н.Е.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е. А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Tryapitsin N.E.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧИ №3 В ОТДЕЛЕНИИ КАЛЬЦИНАЦИИ

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATION CONTROL SYSTEM FOR FURNACE №3 IN THE CALCINATION DEPARTMENT

Аннотация: Кальцинированная сода, также известная как карбонат кальция или известь, является продуктом, получаемым путем нагревания бикарбоната натрия. В процессе кальцинации сода теряет молекулу углекислого газа и превращается в белый порошок — карбонат кальция. Внедрение системы усовершенствованного управления производства кальцинированной соды позволяет оптимизировать технологические параметры, которые являются показателем качества технологического процесса производства кальцинированной соды, а также это обеспечивает безопасное управление химическим объектом.

Abstract: Soda ash, also known as calcium carbonate or lime, is a product obtained by heating sodium bicarbonate. During the calcination process, soda loses a molecule of carbon dioxide and turns into a white powder — calcium carbonate. The introduction of an advanced soda ash production management system makes it possible to optimize technological parameters, which are an indicator of the quality of the soda ash production process, and this also ensures the safe management of a chemical facility.

Ключевые слова: сода, кальцинированная сода, производство, технологический процесс.

Keywords: soda, soda ash, production, technological process

Карбонат натрия используют в стекольном производстве; мыловарении и производстве стиральных и чистящих порошков; эмалей, для получения ультрамарина. Также он применяется для смягчения воды паровых котлов и вообще уменьшения жёсткости воды, для обезжиривания металлов и десульфатизации доменного чугуна. Карбонат натрия — исходный продукт для получения NaOH, Na₂B₄O₇, Na₂HPO₄.

Процесс получения карбоната натрия путем термического разложения бикарбоната натрия называется кальцинацией. Этот процесс осуществляется в отделении содовых печей.[1]

Влажный технический бикарбонат, поступающий на кальцинацию, имеет примерно следующий состав (мас. %): MaHCO₃ — 76-80, общий NH₃ - 0,6-0,8, Na₂CO₃ — 2,6, NaCl — 0,2-0,4, H₂O — 15-18. Хлорид аммония, содержащийся в техническом бикарбонате натрия, условно пересчитан на NaCl, в содержание которого он и включен. [2]

В техническом бикарбонате аммиак содержится главным образом в виде карбоната натрия; могут также присутствовать в небольших количествах карбонат и бикарбонат аммония. Влажность технического бикарбоната меняется в широких пределах, что связано главным образом с качеством кристаллов MaHCO₃. На влажность бикарбоната влияет также режим подсушки фильтровой лепешки на барабане вакуум-фильтра.[3]

Технический бикарбонат натрия должен быть белого цвета. Появление окраски указывает на коррозию стальных аппаратов в отделениях абсорбции и карбонизации. Осадок окрашивается оксидом железа, попадающим в него в результате коррозии.[4]

Технологический процесс получения кальцинированной соды состоит из следующих стадий:

- 1) получение карбонатного сырья: вскрыша, взрывные работы, добыча, дробление, сортировка сырья и транспортирование;

- 2) переработка карбонатного сырья: обжиг, охлаждение и очистка диоксида углерода, гашение извести с получением известковой суспензии;
- 3) очистка рассола: взаимодействие сырого рассола с реагентами в реакторах и отстой рассола;
- 4) абсорбция: отмывка в промывателях газов, выделяющихся на других стадиях, от аммиака, двухстадийное насыщение раствора хлорида натрия аммиаком и частично диоксидом углерода, поступающим со стадии дистилляции, охлаждение аммонизированного рассола;
- 5) карбонизация: отмывка от аммиака газа, покидающего стадию карбонизации (сопровождается улавливанием диоксида углерода), предварительная карбонизация, карбонизация с выделением гидрокарбоната натрия в осадительных колоннах, компримирование (перед подачей в карбонизационные колонны) диоксид углерода, поступающего со стадий переработки сырья и кальцинации;
- 6) фильтрация: отделение гидрокарбоната натрия на фильтрах и отсос воздуха вакуум – насосами;
- 7) кальцинация: обезвоживание и разложение гидрокарбоната натрия в содовых печах, охлаждение и очистка диоксида углерода после содовых печей;
- 8) регенерация аммиака (дистилляция): предварительный подогрев и диссоциация содержащихся в фильтровой жидкости карбонатов и гидрокарбонатов аммония в конденсаторе и теплообменнике дистилляции, смешение и взаимодействие нагретой жидкости с известковой суспензией в смесителе и отгонка аммиака в дистиллере.[5]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А. Интегрирование системы проектирования и управления. – учеб. пособие/ Муравьева Е.А. – Уфа.
2. Хуснутдинов, В.А., Порфирьева, Р.Т. Производство кальцинированной соды. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. – 94 с.

3. Суровой Э.П., Суровая В.Э., Бугерко Л.Н. Кинетические закономерности взаимодействия наноразмерных пленок висмута с аммиаком // Журнал физической химии. 2013. Т. 87. № 6. С. 1020-1026.
4. Шокин И.Н., Крашенников С.А. Технология кальцинированной соды и очищенного бикарбоната натрия. – М.: «Высшая школа», 1969. – 345с.
5. Курбангалеева Л. Р., Даминев Р. Р. Использование ионообменных смол при деминерализации жидких отходов производства кальцинированной соды // Вестник Башкирского университета. 2010. Т. 15. №4, – С. 1150 – 1152.
6. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
13. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Тряпицин Н.Е., 2024

УДК 681.5

Файзуллин Т.Ф.

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент *Чариков П.Н.*

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Fayzullin T.F.

Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CALCULATING A MATHEMATICAL MODEL OF CATALYTIC REFORMING

Аннотация: Данная статья описывает разработку алгоритма для расчета математической модели процесса каталитического реформинга. В работе представлены основные этапы создания алгоритма, включая выбор математических моделей, определение параметров и условий процесса, а также методы численного анализа и оптимизации. Разработанный алгоритм позволяет более точно и эффективно моделировать процесс каталитического реформинга, что может быть полезно для промышленных предприятий в области нефтехимии и нефтепереработки.

Ключевые слова: каталитический реформинг, математическая модель, алгоритм, расчет, оптимизация, численный анализ, нефтехимия, нефтепереработка.

Abstract: This article describes the development of an algorithm for calculating a mathematical model of the catalytic reforming process. The paper presents the main stages of algorithm creation, including the choice of mathematical models, determination of process parameters and conditions, as well as methods of numerical analysis and optimization. The developed algorithm allows for more accurate and efficient modeling of the catalytic reforming process, which can be useful for industrial enterprises in the field of petrochemistry and oil refining.

Keywords: catalytic reforming, mathematical model, algorithm, calculation, optimization, numerical analysis, petrochemistry, oil refining.

Алгоритм, реализующий математическую модель процесса каталитического риформинга, представлен на рисунке 1.3.

Входными данными для алгоритма являются: параметры технологического процесса каталитического риформинга с объекта управления; идентифицируемые параметры (корректирующие коэффициенты) модели процесса риформинга, определяемые программой идентификации; значения физико-химических констант, участвующих в расчетах.

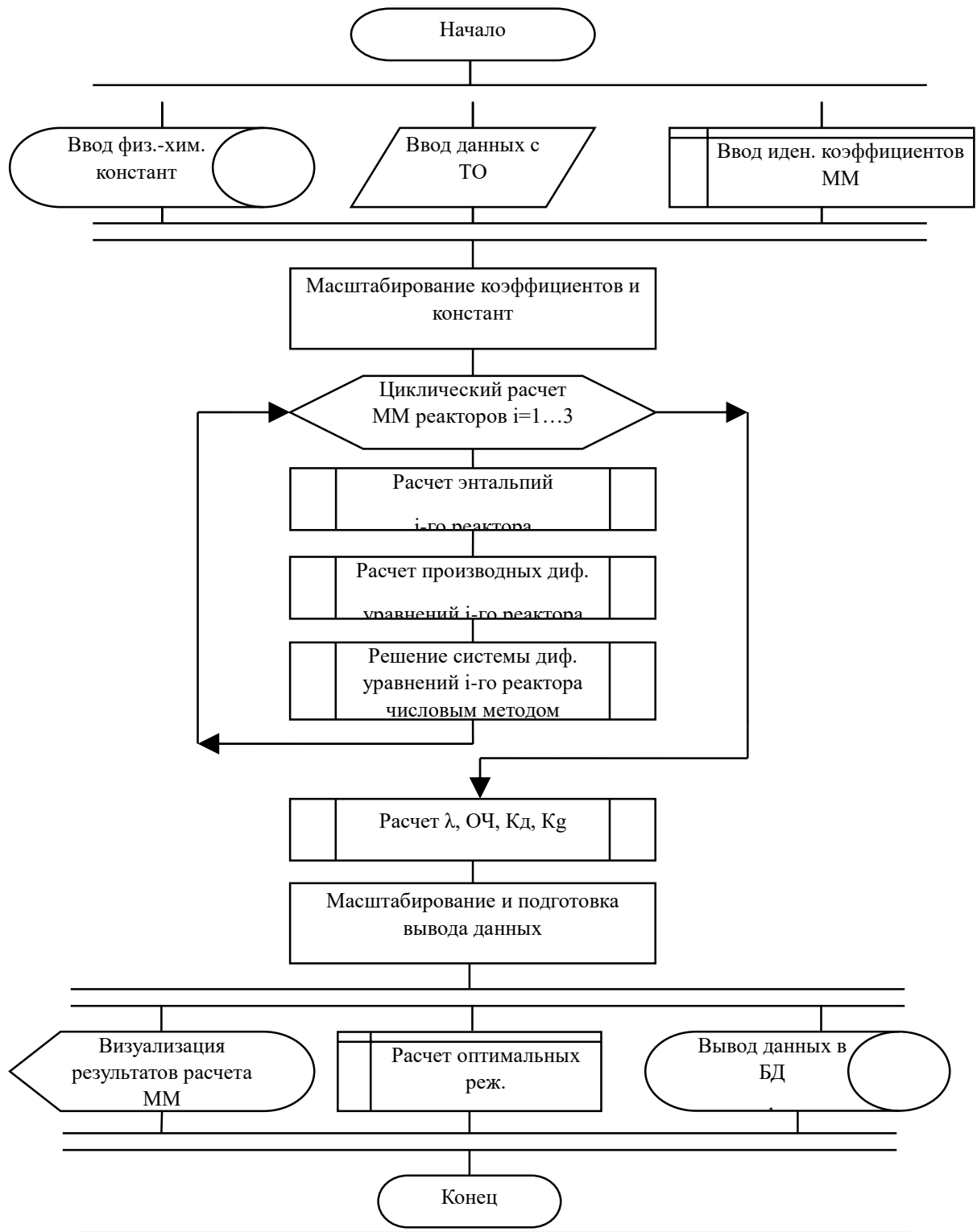


Рисунок 1.3 – Алгоритм расчета математической модели каталитического риформинга

Блок подготовки исходных данных осуществляет преобразование и масштабирование исходных переменных для приведения их к единой размерности и единицам измерений.

После чего циклически для каждого реактора вычисляются энтальпии,

находятся производные и решаются системы дифференциальных уравнений числовым методом [100, 101, 105].

Блок подготовки вывода данных производит расчет конечных количественных и качественных показателей процесса - выхода катализата и его октанового числа. Также в данном блоке осуществляется масштабирование рассчитываемых параметров.

Блок вывода данных передает информацию в графический интерфейс пользователя для отображения в понятной человеку форме. А блок вывода данных в систему идентификации передает информацию о рассчитанной разности температур на входах-выходах реакторов, а также выход катализата и его октановое число на вход блока идентификации корректирующих коэффициентов разработанной модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Файзуллин Т.Ф., Камалетдинова Э.Р. Изучение состояния вопроса управления процессом каталитического риформинга // Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность Сборник материалов VI Международной молодежной научно-практической конференции. – Уфа: Изд-во «УГНТУ», 2023. – С. 500-501.
2. Файзуллин Т.Ф., Камалетдинова Э.Р. Анализ процесса каталитического риформинга как объекта управления // Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность. Сборник материалов VI Международной молодежной научно-практической конференции. –Уфа: Изд-во «УГНТУ», 2023. – С. 502-503.
3. Файзуллин Т.Ф. Постановка задачи математического моделирования процесса каталитического риформинга // Современные технологии: достижения и инновации – 2023. В 2 ч. / Часть 2. Сборник материалов Всероссийской молодежной научно-практической конференции. – Уфа: Изд-во «УГНТУ», 2023. – С.167-169.

4. Файзуллин Т.Ф. Оценка эффективности известных критериев оптимизации процесса каталитического риформинга на нефтеперерабатывающих предприятиях // Математическое моделирование процессов и систем: материалы XIII Междунар. молодеж. науч.-практ. конф., 16-18 ноября 2023 г., г. Стерлитамак. - Стерлитамак, 2023. – С. 659-664.
5. Чариков П.Н., Говорушкин И.А., Файзуллин Т.Ф.. Исследование состояния вопроса оптимизации процесса каталитического риформинга. // Естественные и технические науки. 2024, № 3 (190). – С. 177-179.
6. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
13. Федоров, С. В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С. В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Файзуллин Т.Ф., 2024

УДК 681.5

Файзуханов А.Р.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е.А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Fayzukhanov A.R.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА
БЕНЗИНА**

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED INSTALLATION CONTROL
SYSTEM CATALYTIC CRACKING OF PETROL**

Аннотация: в настоящее время более 70% двигателей эксплуатируются на автомобильном бензине, к которому происходит постоянное ужесточение предъявляемых требований. Установка «ЖЕКСА» представляет собой процесс каталитического риформинга, предназначенный для повышения детонационной стойкости бензинов и получения дешевого водородосодержащего газа. Использование современных технологий автоматизации позволяет повысить эффективность процесса риформинга, обеспечивая стабильность производства и улучшение качества конечного продукта.

Abstract: Currently, more than 70% of engines are operated on motor gasoline, for which the requirements are constantly being tightened. The ZHEXA unit is a catalytic reforming process designed to increase the knock resistance of gasoline and produce cheap hydrogen-containing gas. The use of modern automation technologies makes it possible to increase the efficiency of the reforming process, ensuring production stability and improving the quality of the final product.

Ключевые слова: установка каталитического риформинга, октановое число, виртуальный анализатор

Key words: catalytic reforming unit, octane number, virtual analyzer

Целью данной работы является разработка автоматической системы управления, которая обеспечивает оптимальное качество процесса с технико-экономической точки зрения. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: изучить теоретические основы и технологию работы блока каталитического риформинга; проанализировать существующую систему автоматического управления на установке; создать модель установки на персональном компьютере для проведения безопасных экспериментов и проверки адекватности работы новой системы управления; исследовать существующие методы оперативного определения октанового числа бензина на потоке; определить оптимальные параметры настроек регуляторов для управления процессом с учетом технико-экономических показателей [2].

Каталитический риформинг предназначен для повышения детонационной стойкости бензинов и получения индивидуальных углеводородов (бензола, толуола, ксилолов). Также в процессе получается дешевый водородосодержащий газ, используемый в других гидрокаталитических процессах.

В качестве сырья используются прямогонные бензиновые фракции, имеющие низкое октановое число, обычно не превышающего 50 пунктов по моторному методу.

Процесс каталитического риформинга проводится на катализаторах, обладающих двумя основными функциями: дегидрирующей-гидрирующей и кислотной при температуре и под давлением при циркуляции водородсодержащего газа, образующегося в самом процессе риформинга.

Повышение октанового числа бензиновых фракций при риформинге происходит в результате следующих реакций:

- дегидрирования шестичленных нафтеновых углеводородов,
- дегидроизомеризации алкилированных углеводородов,
- дегидроциклизации парафиновых углеводородов в ароматические,

- изомеризации парафиновых углеводородов [1].

Результаты исследования демонстрируют потенциал автоматизированных систем управления для повышения эффективности производства и качества конечного продукта. В дальнейшем, внедрение разработанной системы на производственном предприятии позволит значительно улучшить процесс риформинга бензина, что приведет к повышению конкурентоспособности предприятия и улучшению его экономических показателей [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент установки каталитического риформинга бензина газокаталитического производства ОАО «Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод», 2007. – 356 с.
2. Ахметов С.А. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа / С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.П. Веревкин, Е.С. Докучаев, Ю.М. Малышев. – М.: Изд-во Химия, 2005. – 735 с.
3. Ластовкин Г.А. Промышленные установки каталитического риформинга / Г.А. Ластовский. – М.: Изд-во Наука, 1984. – 231 с.
4. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа / С.А. Ахметов. – М.: Изд-во Химия, 2002. – 672 с.
5. Голомшток Л.И. Снижение потребления энергии в процессах переработки нефти / Л.И. Голомшток, К.З. Халдей. – М.: Изд-во Химия, 1990. – 144 с.
6. Федоров, С. В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С. В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
13. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Файзуханов А.Р., 2024

Фаткуллин О.Р.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент *Кулакова Е.С.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Fatkullin O.R.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «ПОРТАЛ МЕРОПРИЯТИЙ»

DEVELOPMENT OF THE "EVENTS PORTAL" APPLICATION

Аннотация: В современном мире цифровизация проникает во все сферы человеческой жизни, революционизируя их функционирование и взаимодействие, от образования до медицины, от экономики до культуры. Цифровые технологии становятся определяющим фактором в оптимизации процессов, улучшении качества услуг и расширении возможностей человека в эпоху цифровой трансформации. Этот процесс делает мир более доступным, информированным и связанным, обеспечивая новые перспективы для инноваций и роста. В такой динамичной обстановке студенческая жизнь представляет собой непрерывный поток событий, предложений и возможностей. Именно здесь, в контексте современных вызовов и потребностей студентов, становится особенно актуальным создание портала мероприятий, призванного не только объединять студенческое сообщество, но и обогащать его образовательный опыт.

Abstract: In the modern world, digitalization penetrates into all spheres of human life, revolutionizing their functioning and interaction, from education to medicine, from economics to culture. Digital technologies are becoming a determining factor in optimizing processes, improving the quality of services and expanding human capabilities in the era of digital transformation. This process makes the world more accessible, informed and connected, providing new perspectives for

innovation and growth. In such a dynamic environment, student life is a continuous stream of events, offers and opportunities. It is here, in the context of modern challenges and needs of students, that it becomes especially relevant to create an event portal designed not only to unite the student community, but also to enrich its educational experience.

Ключевые слова: цифровизация, функционирование, образование, культура, цифровые технологии, оптимизация, возможности, доступность, инновации, студенческая жизнь, портал мероприятий, образовательный опыт.

Keywords: digitalization, functioning, education, culture, digital technologies, optimization, opportunities, accessibility, innovation, student life, event portal, educational experience..

Создание современных и эффективных систем управления организационными процессами становится все более актуальным в современном мире. В связи с этим, внедрение инновационных технологических решений становится необходимостью. Моё приложение направлено на автоматизацию процесса организации мероприятий в учебных заведениях, обеспечивая простоту, эффективность и удобство в управлении мероприятиями.

Моё приложение разработано с учетом современных требований к управлению мероприятиями в образовательных учреждениях. Оно предлагает более эффективный и удобный подход к организации мероприятий по сравнению с тем, как это происходило раньше. Ранее для организации мероприятий часто использовались разрозненные инструменты, такие как электронные таблицы, бумажные носители или даже просто устные договоренности. Это подход часто приводил к недопониманиям, ошибкам и потере времени на согласование деталей. Моё приложение устраняет эти проблемы, предоставляя всем участникам мероприятий единый цифровой инструмент, с помощью которого можно планировать, организовывать и отслеживать ход мероприятий.

Главным фактором успешной работы моего приложения является предоставление полной информации о всех аспектах мероприятий, начиная от их планирования и организации, и заканчивая контролем за ходом их проведения. Моё приложение предлагает широкий спектр функциональных возможностей, позволяющих пользователям сосредоточиться на ключевых

аспектах проведения мероприятий.

На текущем рынке подобные приложения представлены либо универсальными платформами для организации событий, которые не всегда соответствуют специфическим потребностям образовательных учреждений, например: «Timerad: событийная платформа»; либо решениями которые специализированны для начального и среднего образования – «МЭШ – электронный сервис “Московская электронная школа”», либо предназначенными для узкого круга лиц и назначений - "Студенческая научная весна" – платформа для научных конференций.

Рынок подобных приложений демонстрирует потенциал для заметного роста, особенно в образовательных секторах, где инновации и участие студентов в процессах улучшения имеют ключевое значение. Это включает в себя высшее образование, школы, и другие учебные учреждения. Отсутствие специализированных решений создает возможность для новаторских приложений, ориентированных на удовлетворение уникальных потребностей учебных заведений.

Тенденции в образовании и перспективы будущего показывают, что спрос на подобные приложения будет расти. В учебных заведениях стремятся к созданию среды, где каждый студент и преподаватель могут активно участвовать в процессах улучшения и внести свой вклад в общее развитие. Приложения, специализированные на организацию мероприятий в учебных заведениях, представляют собой необходимый инструмент для содействия этому процессу и повышения качества образования.

Моё приложение даёт значительный прогресс в эффективности управления процессами организации мероприятий в учебных заведениях. Оно позволяет учащимся, преподавателям и администрации учебных заведений активно участвовать в процессах улучшения и внести свой вклад в общее развитие. С помощью моего приложения организация мероприятий становится более удобной, эффективной и структурированной, что способствует повышению качества образования и развитию образовательных учреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулакова, Е.С. Система автоматизированного отбора пробы атмосферного воздуха / Е.С. Кулакова, А.М. Сафаров, В.И. Сафарова // Экология и промышленность России. – 2024. – Т. 28, № 3. – С. 16-21. – DOI 10.18412/1816-0395-2024-3-16-21. – EDN RSAYLK.
2. Муравьева, Е.А. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных / Е.А. Муравьева, Е.С. Кулакова // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 8. – С. 12-24. – DOI 10.25791/esip.8.2023.1389. – EDN WJFPQO.
3. Кулакова, Е.С. Бензол и его гомологи в атмосферном воздухе города Бельской мегавпадины Предуральяского прогиба восточно-Европейской равнины / Е.С. Кулакова // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2022. – № 4. – С. 115-124. – DOI 10.25558/VOSTNII.2022.20.31.013. – EDN ENDASU. Арнолд К., Гослинг Д., Холмс Д. Язык программирования Java. 3-е издание. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2021.
4. Баранов Д.В. Построение эффективного взаимодействия с веб-сайтом. HTML. CSS: Учебное пособие / Д.В. Баранов; Министерство образования Российской Федерации, Томский 8432 11 государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Институт дополнительного образования. – Томск: ТУСУР, 2019. – 291 с.: ил.
5. Блинов И.Н., Романчик В.С. Java. Методы программирования: учебно-методическое пособие. – Минск: – Четыре четверти, 2023. – 896 с.
6. Головин И.Г. Языки и методы программирования: учебник для вузов. / И.Г. Головин, И.А. Волкова. – М.: Академия, 2022. – 304 с.
7. Горнаков С.Г. Осваиваем популярные системы управления сайтом. – М.: ДМК Пресс, 2019. – 336 с.: ил.

8. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
9. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
10. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
11. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
12. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
13. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
14. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
15. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров //

Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

16. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

17. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

18. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Фаткуллин О.Р., 2024

Муравьева Е.А., Хабибуллин А.И., Шарипов М.И.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Науч. рук. д-р техн. наук, профессор *Муравьева Е.А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет», Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамак

Muravyova E.A., Khabibullin A.I.

Ufa State Petroleum Technological University, Institute of Chemical Technology and Engineering, Department of automated technological and information systems

**ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПЕЧАМИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ:
ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ**

**IMPLEMENTATION OF AN INTELLIGENT SYSTEM
IN THE CONTROL OF FURNACES FOR ORGANOCHLORINE WASTE
COMBUSTION: PROSPECTS AND CHALLENGES**

Аннотация: Развитие инженерной науки и технологий ставит перед современным обществом задачу совершенствования процессов утилизации опасных отходов, включая хлорорганические отходы. Для решения данной проблемы в статье рассматривается внедрение интеллектуальной системы в управление печами для сжигания хлорорганических отходов. Исследование направлено на выявление перспективных возможностей, которые предоставляются интеллектуальными системами в данной области, а также на анализ вызовов и препятствий, которые могут возникнуть при их внедрении.

Также в статье рассматриваются основные технологии и методы, используемые в интеллектуальных системах управления печами, их преимущества и недостатки. Особое внимание уделяется решению проблемы оптимизации процесса сжигания хлорорганических отходов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.

Такой подход позволяет повысить эффективность утилизации и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Abstract. The development of engineering science and technology poses to modern society the task of improving the processes of disposal of hazardous waste, including organochlorine waste. To solve this problem, the article discusses the implementation of an intelligent system in the management of furnaces for the combustion of organochlorine waste. The research is aimed at identifying promising opportunities provided by intelligent systems in this area, as well as analyzing the challenges and obstacles that may arise during their implementation.

The article also discusses the main technologies and methods used in intelligent furnace control systems, their advantages and disadvantages. Special attention is paid to solving the problem of optimizing the process of incineration of organochlorine waste using modern information and communication technologies. This approach makes it possible to increase the efficiency of recycling and reduce the negative impact on the environment.

Ключевые слова: хлорорганические отходы, искусственный интеллект, оптимизация, повышение эффективности.

Key words: organochlorine waste, artificial intelligence, optimization, efficiency improvement.

Внедрение интеллектуальных систем в управление печами для сжигания хлорорганических отходов является одним из актуальных вызовов в современном мире. Это важно не только с экологической точки зрения, но и с точки зрения эффективности и безопасности производства. Однако, при внедрении таких систем возникают определённые проблемы и сложности, которые следует учитывать.

Первая проблема, с которой сталкиваются предприятия при внедрении интеллектуальной системы управления печами, это высокие затраты на оборудование и обучение персонала. Разработка и внедрение подобных систем требуют значительных финансовых вложений, а также необходимость обучения сотрудников для работы с новым оборудованием. Это может затруднить процесс внедрения и привести к задержкам.

Второй вызов – это необходимость совершенствования технических аспектов интеллектуальных систем. Для эффективного управления печами необходимо учитывать различные параметры, такие как температура, давление,

состав газов и т.д. Разработка адекватных алгоритмов управления, способных учитывать все факторы, является сложной задачей, требующей постоянного совершенствования.

Третий вызов связан с необходимостью соблюдения экологических стандартов и нормативов. Сжигание хлорорганических отходов является процессом, сопряженным с выделением опасных веществ в атмосферу. Таким образом, интеллектуальная система должна обеспечивать максимальную эффективность процесса сжигания и снижать вредные выбросы.

Несмотря на вызовы и проблемы, внедрение интеллектуальных систем в управление печами для сжигания хлорорганических отходов имеет значительные перспективы и возможности. Управление процессом с помощью таких систем позволяет существенно повысить эффективность и безопасность производства. Кроме того, использование новейших технологий позволяет сократить расходы на энергию и сырье, что в итоге приводит к экономическим выгодам.

Основные технологии, применяемые в интеллектуальных системах управления печами, включают в себя использование сенсоров для постоянного контроля параметров процесса, алгоритмы машинного обучения для анализа данных и принятия решений, а также системы автоматизации для контроля оборудования. Преимущества подобных систем заключаются в увеличении производительности, снижении рисков аварий и сбоев, а также в возможности оперативного реагирования на изменения параметров процесса.

Одним из таких успешных примеров является внедрение интеллектуальной системы управления в печах для сжигания хлорорганических отходов на крупном химическом предприятии "Хлорокалий". Система позволяет автоматизировать процессы мониторинга температуры, давления, состава газовой смеси и других параметров, что обеспечивает стабильную и эффективную работу печей. Кроме того, система оснащена алгоритмами искусственного интеллекта, которые позволяют прогнозировать возможные отклонения и предотвращать аварийные ситуации. Благодаря этому удалось

снизить потребление энергии, сократить уровень выбросов вредных веществ и повысить безопасность труда персонала.

Таким образом, примеры успешного применения интеллектуальных систем в управлении печами для сжигания хлорорганических отходов демонстрируют их эффективность и целесообразность в современных условиях производства и обработки отходов. Интеллектуальные системы не только повышают эффективность работы оборудования и сокращают затраты на обслуживание, но и способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 9. – С. 46-54.
3. Шарипов М.И., Муравьева Е.А. Система управления процессом подготовки и переработки нефти // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022611771, 01.02.2022. Заявка № 2021680030 от 01.12.2021.
4. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
11. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561
14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Муравьева Е.А., Хабибуллин А.И., Шарипов М.И., 2024

Халмурзин Т.М.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. *Кулакова Е.С.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Halmurzin T.M.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ПОДАЧЕ, ОБРАБОТКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR SUBMISSION, PROCESSING AND REGISTRATION OF INNOVATION PROPOSALS

Аннотация: В данной выпускной квалификационной работе было разработано мобильное приложение для подачи, обработки и оформления рационализаторских предложений, которое предоставляет уникальную платформу для сбора инновационных идей и их эффективной реализации в рабочих процессах. В процессе создания приложения были применены современные методы разработки и анализа, что позволило достичь высокой функциональности и удобства интерфейса. Проведенное тестирование приложения выявило и помогло устранить ряд недостатков, повышая его пользовательскую привлекательность и эффективность. Разработка приложения включает в себя выбор подходящих технических инструментов и средств, разработку алгоритмов функционирования приложения, а также постоянный анализ и исправление обнаруженных ошибок.

Abstract: In this final qualifying work, a mobile application was developed for the submission, processing and registration of innovation proposals, which provides a unique platform for collecting innovative ideas and their effective implementation in work processes. In the process of creating the application, modern development and analysis methods were applied, which made it possible to

achieve high functionality and user-friendliness of the interface. The conducted testing of the application revealed and helped to eliminate a number of shortcomings, increasing its user attractiveness and effectiveness. Application development includes the selection of appropriate technical tools and tools, the development of algorithms for the operation of the application, as well as continuous analysis and correction of detected errors.

Ключевые слова: рационализаторские предложения, блокчейн, приложение, сайт, программирование, JavaScript, Laravel.

Keywords: innovation proposals, blockchain, application, website, programming, JavaScript, Laravel.

В современном бизнес-мире рационализация и инновации играют важную роль в обеспечении эффективности и устойчивости предприятий. Эффективные механизмы подачи, обработки и оформления рационализаторских предложений становятся все более неотъемлемой частью корпоративной культуры. В данной статье рассматривается процесс разработки программного решения, направленного на упрощение и оптимизацию этого важного аспекта деятельности предприятия. Не все Идеи патентуются, внедряются в производство и превращаются в конкретные товары и услуги. [1]

Однако, чем выше патентная активность, в т.ч. активность в подаче Идей тем больше патентов (Идей) с коммерческой перспективой.

Если учесть, что на сегодняшний день, инициатива правительства направлена на импортозамещение во всех сферах экономики России, то инструмент, позволяющий ускорить подачу внедрения Идей должен обеспечить активизацию рационализаторскую деятельность на производстве.

Металогической основой разработки приложения является концепция, что идея живет 3 дня.

День 1. Возникновение и обдумывание идеи. Создание ассоциативных набросков желаемого результата от реализации и изучение сопутствующих областей, которые будут вовлечены в реализацию.

День 2. Реализация идеи. Разработка концепции, выстраивание концепции и её проработка, физическое воплощение идеи в моделях промышленных образцах.

День 3. Обтачивание и "доведение до ума", изучение функциональности, апробация идеи, внесение изменений.

Основная цель проекта, это помочь работнику в момент возникновения идеи дать ему инструмент быстро ее зафиксировать. Наша задача ухватить первый день и максимально быстро обработать его.[2]

Разработанный инструмент будет оптимизировать первый день, самый важный, без отработки которого два других дня не смогут начаться.

Система управления рационализаторскими предложениями (Далее – Система) позволяет хранить и распределить файлы по произвольным папкам с разграничением прав доступа на уровне папки. Что позволяет специалистам Общества получать идеи упорядоченно по направлениям деятельности предприятия.

Сотрудники, участвующие в рационализаторской деятельности, при появлении новой идеи регистрируют в системе свое рационализаторское предложение, описывая суть новшества, методы его достижения, а также результат, который можно добиться благодаря идеи.

Специалист Отдела интеллектуальной собственности (ОИС) при поступлении заявления на РП:

- рассматривает и выдает первичную оценку согласно требованиям Общества;
- выбирает экспертов по направлению РП из числа сотрудников Общества;
- запускает в Системе процедуру рассмотрения Проекта РП.

Эксперты, выбранные специалистом ОИС выдают Заключение по Проекту РП: о новизне, творческой проработке, целесообразности использования предложения.

Среднее время рассмотрения предложений сокращается в несколько раз, что не может не сказаться на желании сотрудников подавать инновационные предложения.[3]

Разработка приложения для управления рационализаторскими предложениями может значительно упростить процесс инноваций на предприятии. Важно помнить, что такое приложение должно быть удобным и доступным для всех сотрудников, чтобы максимально способствовать появлению ценных идей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 8. – С. 12-24.
2. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка автоматизированной системы для определения углеродного следа предприятий // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 9. – С. 46-54.
3. Калач А.В., Перегудов А.Н., Чуйков А.М. Разработка мультисенсорного газоанализатора для анализа горючих газов // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20. – №. 1. – С. 54-56.
4. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
5. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
7. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
8. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
9. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
10. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
11. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.
12. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
13. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian

Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561.

14. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Халмурзин Т.М., 2024

УДК 681.5

Хисамеев Р.М.

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке

Науч. рук. *доцент Кадыров Р. Р.*

Институт химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке

Hisameev R.M.

Institute of Chemical Technologies and Engineering of the Ufa State Petroleum Technological University in Sterlitamak

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ГАЗОДОБЫЧИ

APPLICATION OF ADVANCED PROCESS CONTROL SYSTEMS IN GAS PRODUCTION FIELDS

Аннотация: Использование усовершенствованного управления технологическими процессами (APC) позволяет не только улучшить технико-экономические показатели производства, но и способствует энергосбережению, что в свою очередь положительно сказывается на экологическом состоянии окружающей среды. Применение APC в газодобывающей отрасли позволяет оптимизировать работу установок и аппаратов, используемых в сложных технологических процессах, таких как газоподготовка. Это помогает сократить потребление энергии и снижает негативное воздействие на окружающую среду.

Abstract. The use of advanced process control (APC) allows not only to improve the technical and economic performance of production, but also contributes to energy conservation, which in turn has a positive effect on the ecological state of the environment. The use of APC in the gas industry makes it possible to optimize the operation of installations and devices used in complex technological processes such as gas treatment. This helps to reduce energy consumption and reduces the negative impact on the environment.

Ключевые слова: усовершенствованное управление, энергосбережение, нефтехимия, оптимизация, продукты.

Keywords: advanced process control, energy saving, petrochemistry, optimization, products.

Одним из ключевых преимуществ этой технологии APC является возможность оптимизации использования энергии на предприятии. Это достигается за счет внедрения автоматизированных систем управления, которые позволяют контролировать и регулировать потребление энергии в режиме реального времени.

Кроме того, усовершенствованные системы управления процессами позволяют снизить затраты на обслуживание оборудования, так как они обеспечивают более точное и своевременное обнаружение неисправностей и возможность их устранения без остановки производства.

В целом, технология усовершенствованного управления процессами является важным инструментом для предприятий, стремящихся к повышению своей конкурентоспособности и снижению затрат на производство продукции.

Использование APC, способного улучшить производительность управления, приводит к уменьшению вариаций данных в течение периода, в течение которого активируется APC. Уменьшение вариаций данных приводит к увеличению разрыва между изменяющимися данными и рабочим пределом, поэтому управление оптимизацией позволяет приблизить заданное значение еще ближе к рабочему пределу в течение периода, в течение которого активируется управление оптимизацией.

APC можно определить как средство управления, которое не только направлено на повышение эффективности управления, но и на максимизацию

таких эффектов, как энергосбережение, путем автоматического приближения операции к оптимизации.

АРС также может быть легко применен для управления, направленного не только на увеличение производства и экономию рабочей силы, но и на экономию энергии, как описано выше.

Рассмотрим пример конфигурации продуктов АРС, предоставленных Yokogawa и некоторые их функции.

Пакет Прогнозирующего Управления Многомерной Моделью (Exasmos) является основным продуктом для реализации АРС. Exasmos представляет целевой процесс в виде модели с несколькими входами и несколькими выходами и выполняет управление, прогнозируя поведение процесса на несколько шагов вперед. Управляемые переменные (MVs) и переменные возмущения (DVs) являются входными, а управляющие переменные (CVs) - выходными.

Контроллер Exasmos способен поддерживать CVs в заданном диапазоне и способен максимизировать и минимизировать целевую функцию при различных условиях ограничения, используя степень свободы из-за разницы между количеством выходов и количеством входов (функция оптимизации).

Поскольку функция оптимизации встроена в алгоритм управления, одновременно может быть достигнуто как улучшение производительности управления, так и оптимизация. Соответственно, в настоящее время внедрение АРС означает почти то же самое, что и внедрение многомерной модели прогнозирующего управления.

Таким образом, рассмотренные выше технологии могут значительно повысить энергоэффективность производств в газодобывающей промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хисамеев, Р. М. Описание процесса управления на установке комплексной

подготовки газа / Р.М. Хисамеев // Достижения и перспективы научных исследований молодежи: материалы XXI Международной научно-практической конференции, Кумертау, 12–13 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 459-464.

2. Кадыров, Р.Р. Моделирование водяного котла для осуществления прогнозного управления / Р.Р. Кадыров, А.Г. Кондратюк // Естественные и технические науки. – 2021. – № 8(159). – С. 144-145.

3. Масаков Е.М., Кадыров Р.Р. Оценка разрабатываемого проекта усовершенствованной системы управления // Современные технологии: достижения и инновации-2021: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции.- Уфа: Издательство «Нефтегазовое дело», 2021. – С. 314-317.

4. Kadyrov, R.R. Advanced process control of boiler installation / R.R. Kadyrov, A.G. Kondratyuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52059. – DOI 10.1088/1755-1315/839/5/052059.

5. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.

6. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.

7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.

8. Бондарев А.В. Формирование математических моделей

полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.

9. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.

10. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.

11. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty // В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

12. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

13. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанoeлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

14. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561.

15. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Хисамеев Р.М., 2024

УДК 681.5

Юриков Р.С.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. к.т.н. доцент *Шулаева Е.А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Yurikov R.S.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak

РАЗРАБОТКА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ИНСПЕКЦИИ И АНАЛИЗА ЦЕХА

DEVELOPMENT OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR INSPECTION AND ANALYSIS OF THE WORKSHOP

Аннотация: Многие предприятия химической отрасли являются опасными для здоровья человека, за счет использования на производстве различных вредных веществ, люди начинают болеть неизлечимыми болезнями. Для устранения контакта людей с вредными веществами при поиске неисправностей, связанных с утечкой вредных веществ, для предприятий необходимо разработать беспилотные летательные аппараты, с помощью которых почти всю опасную работу будет выполнять машина, а не человек.

Минимизация контакта человека с вредными веществами является основной целью разработки беспилотного летательного аппарата, потому что выявление неисправностей

является сложной и весьма важной задачей. Разрабатываемые беспилотные системы предназначены для автоматизации операций, связанных с обнаружением, мониторингом и устранением вредных веществ без прямого взаимодействия с человеком.

Abstract: Many enterprises in the chemical industry are dangerous to human health, due to the use of various harmful substances in production, people begin to suffer from incurable diseases. To eliminate people's contact with harmful substances when troubleshooting problems related to the leakage of harmful substances, it is necessary for enterprises to develop unmanned aerial vehicles, with the help of which almost all dangerous work will be performed by a machine, not a person.

Minimizing human contact with harmful substances is the main goal of developing an unmanned aerial vehicle, because troubleshooting is a difficult and very important task. The unmanned systems being developed are designed to automate operations related to the detection, monitoring and elimination of harmful substances without direct interaction with humans.

Ключевые слова: БПЛА, дрон, робототехника

Keywords: UAV, drone, robotics

Разработка беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга и анализа цехов обосновывается несколькими ключевыми факторами. Прежде всего, это направлено на повышение безопасности и заботу о персонале, предоставляя возможность раннего обнаружения потенциальных опасностей, таких как утечки вредных веществ или неисправности оборудования. Эффективность и оптимизация производства также являются важными моментами, поскольку использование БПЛА позволяет проводить инспекции в реальном времени, сокращая время простоя оборудования и повышая общую производительность.

Устройство обеспечивает точный сбор данных, что является ключевым элементом для принятия оперативных решений и предотвращения возможных проблем. Снижение затрат на обслуживание оборудования достигается благодаря предупреждению неисправностей и проведению предупредительных мероприятий. Кроме того, разработка такого устройства отражает стремление к внедрению современных технологий и автоматизации в промышленности, что может повысить конкурентоспособность предприятия и поддержать его технологическое развитие.

Экологические преимущества такого устройства проявляются в снижении воздействия на окружающую среду по сравнению с традиционными методами инспекции. В целом, цель разработки БПЛА заключается в создании инновационного решения, способного обеспечить безопасность, эффективность и устойчивость производства, а также внедрить современные технологии для поддержания высокого уровня производственной деятельности.

Рассмотрим пример предприятия с вредным производственным фактором из-за наличия амиака. Непосредственный контакт человека с амиаком пагубно влияет на здоровье вплоть до летального исхода. На данном предприятии произошла утечка амиака. Необходимо найти место утечки для ремонта. В случае поиска неисправности человеком, придется полностью останавливать производство на время поиска и устранения неисправности. Но используя дрона, можно не останавливая производство найти неисправность, определить уровень повреждений и направить оперативную бригаду ремонтников, в таком случае гораздо сокращается время простоя производства.

Инспекция цехов на предприятии является важной частью обеспечения безопасности, эффективности производства и соблюдения нормативов. Инспекция цеха на химическом предприятии имеет свои особенности из-за специфики производства и потенциально опасных веществ, используемых в химических процессах.

Инспекция цехов на химическом предприятии требует особого внимания к деталям и строгого соблюдения всех безопасностных стандартов. Персонал, проводящий инспекции, должен обладать специальными знаниями в области химической технологии, безопасности труда и процессов управления чрезвычайными ситуациями.

Одним из ключевых аспектов инспекции является проверка соблюдения всех необходимых мер предосторожности при работе с химическими веществами. Это включает в себя правильное хранение, обработку и утилизацию опасных материалов. Также важно уделять внимание системам

вентиляции, контроль за выбросами и оборудованию для аварийного отключения в случае необходимости.

В целом, инспекция цехов на химическом предприятии является ключевым моментом в обеспечении безопасности и эффективности производства. Регулярные и систематические проверки позволяют выявлять потенциальные проблемы заблаговременно и предотвращать возможные аварии, обеспечивая таким образом надежную и безопасную работу химических производств.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), находят широкое применение в различных отраслях промышленности.

БПЛА могут использоваться для регулярного мониторинга больших территорий, таких как сельскохозяйственные угодья, лесные массивы или промышленные объекты. С помощью камер и сенсоров, установленных на дронах, можно получать точные данные о состоянии объектов и окружающей среды.

Могут проводить аэрофотосъемку с высоты птичьего полета, создавая подробные карты и снимки местности. Это полезно для геодезических исследований, планирования строительства и других задач.

БПЛА способны доставлять небольшие грузы на определенные расстояния. Это может быть актуально для удаленных или труднодоступных районов, где доставка товаров наземным или водным транспортом затруднена.

Дроны могут использоваться для постоянного мониторинга периметра объектов, таких как заводы, склады или транспортные терминалы. Они могут быстро реагировать на подозрительную активность и передавать информацию службам безопасности.

БПЛА также могут использоваться в качестве тренажеров для обучения пилотов и операторов дронов. Это помогает снизить риски и затраты, связанные с использованием пилотируемых воздушных судов.

Специальные дроны-распылители могут применяться для автоматизации процесса обработки полей пестицидами и удобрениями. Они обеспечивают равномерное распределение химикатов и экономию времени и средств.

БПЛА можно использовать для контроля качества выпускаемой продукции, например, на производстве электроники или в пищевой промышленности. Они позволяют быстро и точно оценивать состояние продукции на разных этапах производства.

Дроны также могут быть использованы для проведения научных экспериментов и исследований в области аэронавтики, метеорологии и других отраслях науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А., Кулакова Е.С. Разработка системы диагностики личного углеродного следа с автоматическим расчетом и сбором данных // Экологические системы и приборы. – 2023. – Т. 8. – С. 12-24.
2. Просвирина Н.В. Анализ факторов, влияющих на безопасность полета беспилотных летательных аппаратов. Причины авиационных происшествий беспилотных летательных аппаратов и способы их предотвращения // Научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". – 2017.
3. Лебедев Г.Н., Румакина А.В. анализ и перспективы развития беспилотных летательных аппаратов // Московский экономический журнал № 10. – 2021.
4. Федоров Л.П., Михайлов Ю.С. расчет характеристик набора высоты и снижения высотного беспилотного летательного аппарата // научный вестник МГТУ – 2013.
5. Когочев А.Ю., Щеголева Л.В. Система обеспечения безопасного перемещения мультикоптера внутри помещений // Инженерный вестник Дона, № 4 – 2016.

6. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID) // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.
13. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров //

Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Юриков Р.С., 2024

Яковлев М.Е.

«Уфимский государственный нефтяной технический университет» Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Науч. рук. д-р техн. наук, проф. *Муравьева Е.А.*

«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Институт химических технологий и инжиниринга в г. Стерлитамаке

Yakovlev M.E.

"Ufa State Petroleum Technical University" Institute of Chemical Technologies and Engineering in Sterlitamak"

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ МЕТАНИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ МОНОЭТАЛОМИНОВОЙ ОЧИСТКИ

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR AUTOMATING THE CONTROL OF THE METHANATION UNIT OF THE MONOETHALOMINE PURIFICATION

Аннотация: Нитрид водорода, также известный как аммиак, в лаборатории получают действием щелочей на твердые соли аммония. В промышленности наибольший выход аммиака достигается путем нагревания азотоводородной смеси до 550 °С и давления до 27,6 МПа, притом для протекания реакции используют катализатор – пористое железо с оксидом калия. Внедрение системы усовершенствованного управления производства узла метанирования позволяет оптимизировать технологические параметры, которые являются показателем качества технологического процесса производства аммиака.

Abstract: Hydrogen nitride, also known as ammonia, is produced in the laboratory by the action of alkalis on solid ammonium salts. In industry, the highest ammonia yield is achieved by heating a nitrogen–hydrogen mixture to 550 °C and a pressure of up to 27.6 MPa, moreover, a catalyst is used for the reaction - porous iron with potassium oxide. The introduction of an advanced production management system for the methanation unit allows you to optimize the technological parameters, which are an indicator of the quality of the ammonia production process.

Ключевые слова: аммиак, метинирование, производство, технологический процесс.

Keywords: ammonia, methination, production, technological process.

Аммиак – одно из наиболее часто применяемых в различных сферах человеческой деятельности химических веществ. Вот некоторые из них:

– для получения аммиачных и аммиачно-нитратных удобрений (аммиачной и нитратной селитры, хлористого аммония, сульфата аммония и других), широко используемых в сельскохозяйственном производстве при выращивании различных культур, а также в частном садоводстве и огородничестве;

– при получении соды аммиачно-хлоридным способом аммиаком насыщают концентрированный солевой раствор, через который под давлением пропускают двуокись углерода;

– синтетический аммиак применяется при производстве азотной кислоты, методом катализа;

– для получения аммонитов — аммиачных взрывчатых веществ;

– жидкий аммиак используют в качестве растворителя разных неорганических и органических веществ;

– в холодильных установках жидкий аммиак применяют в качестве хладагента R717;

– в качестве окислителя ракетного топлива. [1]

Очистка азотоводородной неочищенной смеси от примесей оксида углерода (CO) и диоксида углерода (CO₂) очень важный этап в производстве синтетического аммиака. Основная часть примесей удаляется в узле очистки конвертированного газа метилдиэталоминовым раствором (МДЭА). Очистка газа от остаточной объемной доли оксида углерода и диоксида углерода осуществляется путем восстановления окислов углерода водородом в присутствии катализатора с образованием метана (метанирование) и водяного пара в узле метанирования. [2]

Исходным сырьем для производства аммиака является природный газ, содержащий метан, высшие углеводороды, незначительное количество азота и диоксида углерода и примеси сернистых соединений.[3]

Основные стадии производства:

- 1) подача природного газа с ГРС-4 давлением Р-45 кгс/см²;
- 2) очистка природного газа от сернистых соединений;
- 3) паровая каталитическая конверсия природного газа (первичный риформинг);
- 4) паровоздушная каталитическая конверсия метана (вторичный риформинг);
- 5) двухступенчатая конверсия окиси углерода на среднетемпературном и низкотемпературном катализаторах;
- 6) очистка конвертированного газа от диоксида углерода метилдиэтаноламиновым раствором (МДЭА);
- 7) каталитическая очистка азотоводородной смеси от окиси и двуокиси
- 8) углерода (метанирование);
- 9) компримирование азотоводородной смеси;
- 10) синтез аммиака;
- 11) захлаживание продукционного аммиака (АХС);
- 12) выдача захлаженного аммиака в изотермическое хранилище.[4]

Возникновение аварийных ситуаций предупреждается системами защитных блокировок и защитных устройств.

Производство аммиака из природного газа по технико-экономическому уровню относится к высшей категории.[5]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева Е.А. Интегрирование системы проектирования и управления: учеб. пособие / Муравьева Е.А. – Уфа.
2. ГОСТ-6221-90. Аммиак безводный сжиженный.

3. Вакк, Э.Г. Получение технологического газа для производства аммиака, метанола, водорода и высших углеводородов: учеб. пособие / Э.Г. Вакк, Г.В. Шуклин, И. Л. Лейтес. - М., 2011. - 480с.
4. Мельников, Е. Я. Справочник азотчика: Физико-химические свойства газов и жидкостей/ Е. Я. Мельников – М. : Химия, 1986 – 512 с.
5. Семенова, Т.А. Очистка технологических газов / Т.А. Семенова, И.Л. Лейтес. – М., 1977. – 291 с.
6. Федоров, С.В. Структурный синтез схем инструментальных усилителей на основе мультидифференциальных операционных усилителей / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2022. – № 2(186). – С. 29-35. – DOI 10.52190/2073-2597_2022_2_29. – EDN CSHKVM.
7. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Анализ робастности бортового оборудования на основе COTS-продуктов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2010. № 4 (24). С. 132-141.
8. Ефанов В.Н., Бондарев А.В. Система поддержки принятия решений при оценке робастности бортовых радиоэлектронных комплексов// Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2011. № 3. С. 08-16.
9. Бондарев А.В. Формирование математических моделей полупроводниковых приборов для анализа робастности электронных схем// Нелинейный мир. 2013. Т. 11. № 11. С. 799-805.
10. Федоров, С.В. Система управления преобразователем частоты на основе алгоритма слежения за эталонным синусоидальным напряжением / С.В. Федоров // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2020. – № 4(180). – С. 20-24. – EDN RUIYXP.
11. Бондарев А.В. Формирование субъективных и объективных критериев оценки и определение функции пригодности при генетическом моделировании сложных систем (на примере системы MICROGRID)// Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2018. Т. 14. № 2. С. 46-52.
12. Bondarev A.V., Efanov V.N. Mode of "small" signal of the mathematical model

of an electric multipole with memresistive branches under conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012011.

13. Федоров, С.В. Коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель для многоканальной измерительной системы / С.В. Федоров // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2024. – № 1(47). – С. 14-21. – DOI 10.21685/2307-5538-2024-1-2. – EDN ZJXDKE.

14. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в нанозлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

15. Bondarev, A.V., Efanov, V.N. Investigation of the Robustness of Nanoelectronic Structures Based on Resonant Tunneling Elements// Russian Microelectronics, 2022, 51(7), pp. 552–561

16. Ефанов В.Н., Бондарев А.В., Кучкарова А.А. Анализ стандартных моделей мемристоров на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта// Инженерный вестник Дона. 2024. № 2 (110). С. 128-142.

© Яковлев М.Е., 2024

УДК 681.586

Бызов А.В., Юлдашев И.Р.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. доцент *Ишкулова А.Р.*

Уфимский университет науки и технологий

Byzov A.V., Yuldashev I.R.

Ufa University of Science and Technology

ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ДАТЧИКОВ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

TRENDS AND TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SENSORS FOR AUTOMATION SYSTEMS

Аннотация: В статье рассматриваются актуальные тенденции и направления развития датчиков для применения в системах автоматизации. Анализируются новейшие технологические достижения в области сенсорных систем. Рассматриваются такие направления развития датчиков, как применение интеллектуальных систем, новых материалов, беспроводных технологий, биосенсоров и многомодальных систем.

Abstract: The article discusses current trends and trends in the development of sensors for use in automation systems. The latest technological achievements in the field of sensor systems are analyzed. Such areas of sensor development as the use of intelligent systems, new materials, wireless technologies, biosensors and multimodal systems are considered.

Ключевые слова: датчики, интеллектуальные системы, беспроводные технологии, биосенсоры, многомодальные датчики.

Keywords: sensors, intelligent systems, wireless technologies, biosensors, multimodal sensors.

В современном мире автоматизация технологических процессов является неотъемлемой частью производства. Эффективность и безопасность процессов во многом зависят от качества и точности измерительной аппаратуры. Датчики играют важнейшую роль в системах автоматизации, предоставляя ценную информацию о состоянии объектов, процессов и окружающей среды, на основе

которой принимаются решения и выполняются управляющие воздействия. В данной работе рассматриваются основные направления развития датчиков, определяющие перспективы автоматизации различных отраслей промышленности, транспорта, энергетики, медицины и других сфер деятельности человека.

Одно из основных направлений развития датчиков связано с переходом к интеллектуальным системам. Интеллектуализация датчиков достигается путем интеграции искусственного интеллекта, машинного обучения, анализа больших данных и других современных технологий. Интеллектуальные датчики

Интеллектуальные датчики обладают рядом преимуществ перед традиционными измерительными устройствами. Они обладают высокой точностью, надежностью, быстродействием и универсальностью. Помимо этого они способны анализировать большие объемы данных в реальном времени, принимать обоснованные решения и адаптироваться к изменяющимся условиям, что обеспечивает повышение эффективности и надежности систем автоматизации.

Интеллектуальные датчики имеют в своей структуре микропроцессорные системы и цифровые каналы связи, способные передавать информацию о параметрах процесса в режиме реального времени. Это позволяет своевременно принимать решения о корректировке параметров процесса и предотвращать возникновение аварийных ситуаций.

Применение интеллектуальных датчиков не ограничивается только промышленностью. Они также используются в медицине, науке, транспорте и других отраслях. Благодаря своей гибкости и возможности интеграции с различными системами управления, интеллектуальные датчики становятся все более популярными.

Однако, несмотря на все преимущества интеллектуальных датчиков, их применение требует определенных знаний и навыков. Необходимо правильно выбрать тип датчика, его параметры и место установки. Также необходимо учитывать возможные помехи и ошибки измерения, которые могут возникнуть

при использовании датчиков. Тем не менее, интеллектуальные датчики являются перспективным направлением в автоматизации технологических процессов.

Другое направление развития датчиков связано с использованием новых материалов и инновационные технологии, позволяющих повысить их точность, надежность и быстродействие. Одним из таких материалов является графен, обладающий уникальными свойствами, такими как высокая электропроводность, прочность и гибкость. Графен используется в датчиках давления, температуры и влажности, а также может быть использован в датчиках для измерения других параметров.

Кроме того, в датчиках начинают активно использоваться нанотехнологии, позволяющие создавать сенсоры на основе наночастиц, способных детектировать очень малые количества веществ. Такие сенсоры могут быть использованы для контроля качества продукции, обнаружения утечек в трубопроводах и других задач.

Традиционные проводные датчики имеют ряд недостатков, таких как сложность монтажа, высокие затраты на кабельную инфраструктуру и ограничение в перемещении оборудования. Таким образом, третье направление связано с развитием беспроводных технологий, которые упрощают процесс сбора и анализа данных, повышают оперативность и эффективность управления, а также снижают затраты на установку и эксплуатацию датчиков.

Беспроводные датчики позволяют существенно упростить процесс монтажа и эксплуатации, а также обеспечивают возможность удаленного мониторинга и управления параметрами технологических процессов. Беспроводные датчики используют различные технологии связи, такие как Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee и LPWAN.

Использование беспроводных датчиков открывает новые возможности для оптимизации производственных процессов и повышения их эффективности. Например, беспроводные датчики температуры и влажности могут быть использованы для автоматического регулирования работы систем

вентиляции и кондиционирования воздуха. Беспроводные датчики уровня жидкости могут применяться для контроля уровня наполнения резервуаров и предотвращения переливов.

Беспроводные датчики также могут использоваться для мониторинга состояния оборудования и предупреждения о возможных неисправностях. Например, беспроводной датчик вибрации может быть установлен на двигателе и предупреждать о возникновении повышенных вибраций, что может указывать на неисправность подшипников или других элементов двигателя.

В целом, применение беспроводных технологий в датчиках открывает новые перспективы для автоматизации технологических процессов и повышения безопасности и эффективности производства.

Четвертое направление – это разработка биосенсорных систем, позволяющих определять наличие и количество различных веществ, микроорганизмов и других биомаркеров в различных средах. Биосенсоры обладают повышенной точностью, чувствительностью и селективностью, что делает их незаменимыми при контроле качества пищевых продуктов, диагностике заболеваний, контроле состояния окружающей среды и других задачах.

Одним из основных преимуществ биосенсорных систем является их высокая чувствительность и селективность. Они могут обнаруживать даже очень малые количества определенных веществ, что делает их незаменимыми в контроле качества продукции и диагностике различных заболеваний.

Биосенсоры также обладают высокой специфичностью, то есть они могут различать разные виды веществ, даже если они имеют схожие свойства. Это позволяет получать более точные результаты измерений и снижать вероятность ошибок.

Еще одним преимуществом биосенсорных систем является их экологичность и безопасность. Они не содержат токсичных компонентов и не представляют опасности для здоровья людей и окружающей среды.

Несмотря на все преимущества, биосенсорные системы имеют и недостатки. Они могут быть довольно дорогими в производстве и требуют специального оборудования для обработки и анализа данных. Кроме того, биосенсоры могут быть подвержены влиянию внешних факторов, таких как температура, влажность и другие параметры окружающей среды.

Тем не менее, биосенсорные системы продолжают развиваться и совершенствоваться.

Уже сейчас они находят широкое применение в различных отраслях, включая медицину, пищевую промышленность, экологический мониторинг и другие. Можно ожидать, что в будущем биосенсоры станут еще более точными, надежными и доступными, что позволит автоматизировать технологические процессы на новом уровне.

Пятое направление связано с разработкой многомодальных и мультисенсорных систем, способных интегрировать информацию от различных типов датчиков и предоставлять более полную и точную картину состояния контролируемых объектов и процессов.

Многомодальные и мультисенсорные системы позволяют получать информацию из разных источников и обрабатывать ее с помощью алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта. Это позволяет более точно оценивать состояние процесса и принимать более обоснованные решения о его корректировке.

Многомодальные системы могут использовать различные типы сенсоров, такие как оптические, акустические, магнитные, емкостные и другие. Это позволяет получить более полную информацию о процессе и снизить вероятность ошибок. Мультисенсорные системы, в свою очередь, используют несколько сенсоров для измерения одного и того же параметра, что также повышает точность измерений.

Важным преимуществом многомодальных и мультисенсорных систем является возможность интеграции с другими системами и устройствами.

Это позволяет создавать более гибкие и адаптивные системы управления, способные быстро реагировать на изменения в процессе и адаптироваться к новым условиям.

Конечно, использование многомодальных и мультисенсорных систем требует определенных знаний и навыков, а также затрат на оборудование и программное обеспечение. Однако, эти затраты окупаются повышением эффективности работы и снижением риска аварий и сбоев.

Таким образом, тенденции и направления развития датчиков определяют перспективы автоматизации различных процессов и сфер деятельности, обеспечивая повышение эффективности, надежности и безопасности систем управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алейников А.Ф. Датчики (перспективные направления развития): учеб. пособ. / А.Ф. Алейников, В.А. Гридчин, М.П. Цапенко. – Новосибирск: Изд - во НГТУ, 2001. – 176 с.
2. Ицкович Э.Л. Современные интеллектуальные датчики общепромышленного назначения на рынке СНГ. – М., 2005.
3. Раннев Г.Г. Интеллектуальные средства измерений: учебник, для студ. высш. учеб. заведений/ Г.Г. Раннев. – М.: Издательский центр «Академия». 2010. – 272 с.

© Бызов А.В., Юлдашев И.Р., 2024

Vaganov R.R., Ishkulova A.R.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. доцент *Ishkulova A.R.*

Уфимский университет науки и технологий

Vaganov R.R., Ishkulova A.R.

Ufa University of Science and Technology

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SCADA – СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ДЛЯ
УСТАНОВКИ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ**

**USING A SCADA SYSTEM TO DEVELOP AN AUTOMATED OPERATOR'S
WORKPLACE FOR SPOT WELDING INSTALLATION**

Аннотация: В данной научной статье исследуется применение SCADA-системы для разработки автоматизированного рабочего места оператора для установки точечной сварки. Авторы изучают возможности использования SCADA-системы для контроля и управления процессом сварки, а также для мониторинга и анализа данных. Целью исследования является повышение эффективности и качества процесса сварки, а также снижение вероятности ошибок оператора и улучшение общей производительности рабочего места оператора. Результаты исследования могут быть полезны как для производителей сварочного оборудования, так и для специалистов в области автоматизации производственных процессов.

Abstract: This scientific article examines the use of a SCADA system for the development of an automated operator's workplace for spot welding installation. The authors are exploring the possibilities of using a SCADA system to monitor and control the welding process, as well as to monitor and analyze data. The aim of the study is to improve the efficiency and quality of the welding process, as well as reduce the likelihood of operator errors and improve the overall productivity of the operator's workplace. The results of the study can be useful both for manufacturers of welding equipment and for specialists in the field of automation of production processes.

Ключевые слова: SCADA-система, автоматизация, управление, установка, точечная сварка.

Keywords: SCADA system, automation, control, plant, spot welding.

Точечная сварка является одним из самых распространенных методов неразъемного соединения металлических деталей. Благодаря своей простоте, высокой производительности и надежности, эта технология широко применяется в различных отраслях промышленности, включая машиностроение и автомобилестроение, а также при производстве бытовой техники и электронных устройств.

Процесс точечной сварки заключается в кратковременном нагреве и сжатии двух металлических деталей в определенных точках, что приводит к образованию сварного соединения. Основные этапы процесса точечной сварки включают:

1. подготовка металлических деталей – очистка поверхности от загрязнений и оксидных пленок;

2. нагрев металла в зоне соединения – использование специального оборудования для нагрева деталей до температуры плавления;

3. сжатие деталей – приложение давления к свариваемым деталям для обеспечения плотного контакта между ними и создания условий для диффузии атомов;

4. охлаждение сварного соединения – после завершения процесса сварки происходит охлаждение металла, в результате чего формируется сварное соединение.

Преимущества точечной сварки, по сравнению с другими методами сварки, является:

- высокая производительность – благодаря автоматизации процесса и минимальным затратам времени на сварку одной точки, точечная сварка обеспечивает высокую производительность и эффективность производства;

- надежность сварного соединения – точечная сварка гарантирует прочное и долговечное соединение деталей, что обеспечивает надежность и безопасность готовых изделий;

- экономичность – по сравнению с другими методами сварки, точечная сварка требует меньших затрат энергии и материалов, что делает ее экономически выгодной технологией.

Однако, несмотря на вышеуказанные преимущества, один из основных недостатков точечной сварки является ограниченная прочность сварного соединения, особенно при работе с тонкими материалами. Это может быть связано с различными факторами, такими как недостаточное давление, неправильная форма сварной точки или дефекты в металле.

Помимо этого, точечная сварка характеризуется низкой производительностью по сравнению с некоторыми другими методами сварки. Это связано со сложностью и длительностью процесса, а также с необходимостью периодической замены сварочных электродов, что соответственно требует значительных затрат энергии и труда, что может негативно сказаться на экономической эффективности производства.

Автоматизация процесса точечной сварки позволяет снизить время простоя и повысить удобство использования установки. Для этого требуется оптимизировать работу установки, и обеспечить удобство контроля параметров.

Преимущества автоматизации установки точечной сварки:

1) увеличение производительности установки и скорости процесса сварки деталей;

2) увеличение производительности труда и сокращение времени на производство изделий без снижения их качества;

3) улучшение качества сварных соединений, за счет автоматизации обеспечит более равномерное и точное применение сварочных точек, что влияет на качество сварных соединений;

4) повышение безопасности, за счет автоматизации обеспечивает более безопасные условия работы для операторов, уменьшая риск возможных травм и аварий;

5) уменьшение отходов и брака, благодаря более точной и равномерной установке сварочных точек, автоматизация помогает снизить количество бракованных изделий и уменьшить количество отходов материалов;

б) увеличение гибкости производства, за счет возможности более быстрой переналадки и изменения настроек, что увеличивает гибкость производства и способствует более быстрой реакции на изменения в заказах и требованиях заказчика.

Данные преимущества автоматизации невозможны без использования современных систем, которые в силах обеспечить точное управление параметрами и их контроль.

Для обеспечения автоматизации выбранной установки требуется использование SCADA-системы, которая является ключевым элементом для обеспечения эффективного управления и контроля параметров.

SCADA-система играет важную роль в обеспечении качественной и эффективной работы установки точечной сварки.

Ключевые принципы создания интерфейса оператора в SCADA-системе для работы установки точечной сварки:

1) Простота использования: интерфейс должен быть интуитивно понятным и удобным для операторов, чтобы они могли быстро освоить его и эффективно управлять процессом сварки;

2) Визуализация данных: информация о состоянии установки точечной сварки, параметрах процесса и результате сварки должна быть представлена в понятном и наглядном виде, например, с помощью графиков, диаграмм, цветowych индикаторов и т.д.;

3) Гибкость настройки: операторы должны иметь возможность легко настраивать параметры сварочного процесса через интерфейс, чтобы адаптировать его под конкретные требования и условия работы;

4) Мониторинг и управление: интерфейс должен обеспечивать контроль за работой установки точечной сварки, позволяя операторам наблюдать за процессом, диагностировать возможные проблемы и вмешиваться в работу установки при необходимости;

5) Интеграция с другими системами: интерфейс SCADA-системы должен быть способен взаимодействовать с другими системами управления и мониторинга, например, с системами PLC, DCS и др., для обеспечения целостного управления производственными процессами.

Для повышения наглядности и удобства эксплуатации в работе был разработан экран оператора, на котором представлено схематичное изображение установки точечной сварки, который представлен на рис. 1.

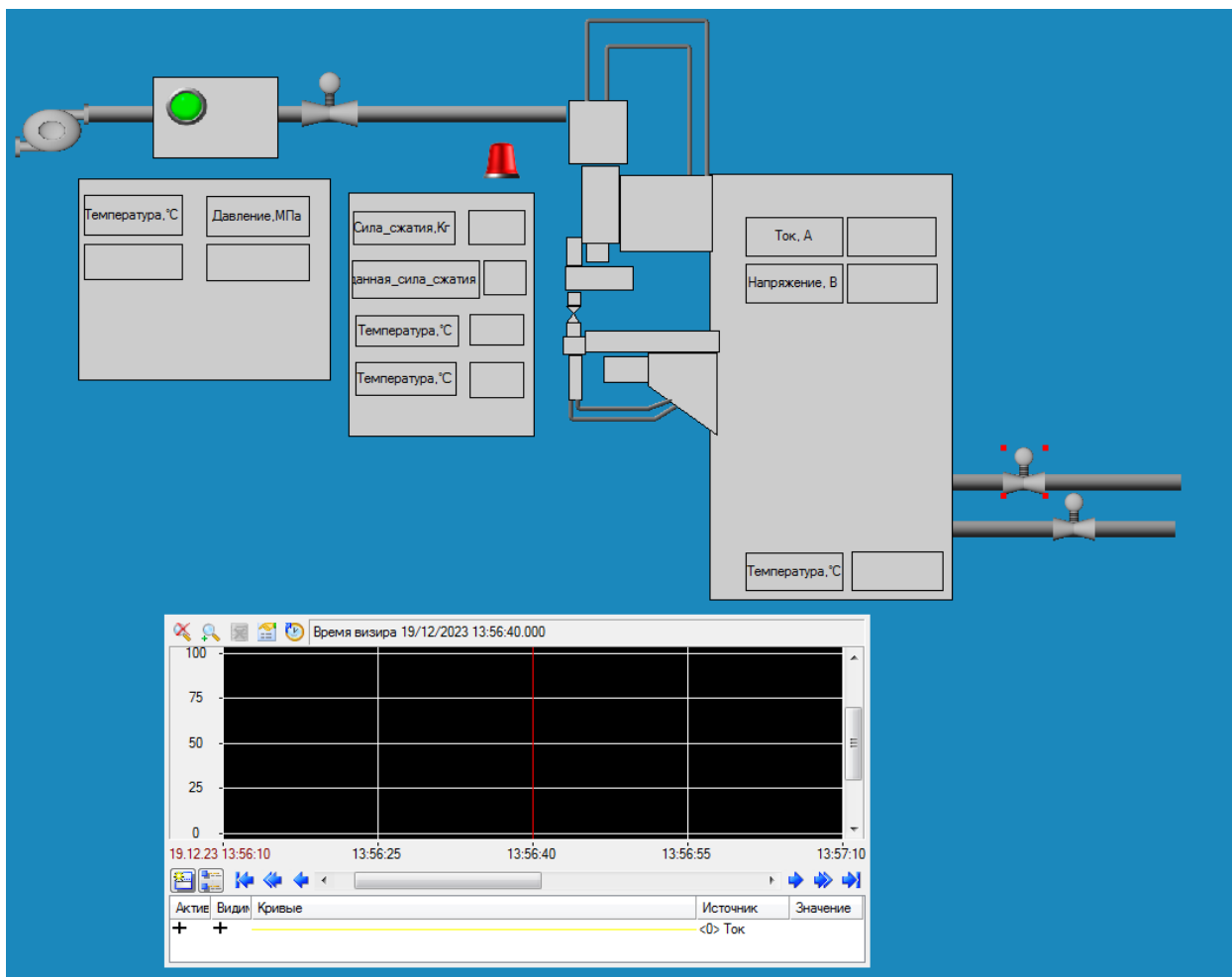


Рис.1 Главный экран оператора

Графический интерфейс оператора разработан в SCADA-системе TRACEMODE.

Структура интерфейса оператора включает следующие компоненты:

- Общий вид рабочего места оператора с возможностью отображения текущего состояния работы и параметров точечной сварки;
- Визуализация процесса сварки с отображением показателей тока, напряжения, температуры и других параметров;
- Оповещения и предупреждения о возможных проблемах и аварийных ситуациях в процессе сварки;
- Журнал событий и архивирование данных для анализа и последующего использования.

Главный экран оператора, разработанный в TRACEMODE, позволяет контролировать основные параметры, такие как температура, напряжение, сила тока, давление в пневмоцилиндрах и т.д. При возникновении аварийных ситуаций или ошибок, система производит оповещение оператора.

Разработка эффективного и безопасного интерфейса оператора - важный этап в автоматизации установки точечной сварки и обеспечении качества сварных швов. Система TRACEMODE имеет широкий инструментарий для воплощения подобных интерфейсов, позволяющих осуществлять контроль и эффективное управление установкой точечной сварки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белинский А.М., Власов А.В., Халилов А.Ш. Разработка системы управления для точечной сварки на базе SCADA-системы // Сборник научно-технических трудов МАИ. 2017.
2. Шумилов И.Н., Семенов В.А., Карминский А.В. Разработка автоматизированной системы управления точечной сваркой с использованием SCADA-системы // Информационные технологии в машиностроении. 2016.
3. Севастьянов П.С., Горович Е.П., Исаков Д.В. Разработка и использование

SCADA-системы для управления процессом точечной сварки в промышленности // Журнал "Автоматизация и информатика в промышленности". 2019.

© Вагапов Р.Р., Ишкулова А.Р., 2024

УДК 621.3

Габбясова Д.И.

Уфимский университет науки и технологий

Научный руководитель ассистент *Кучкарова А.А.*

Уфимский университет науки и технологий

Gabbiasova D.I.

Ufa University of Science and Technology

АНАЛИЗ СТАНДАРТНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕМРИСТОРОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ МЕМРИСТОРА ДЖОГЛЕКАРА (K2).

ANALYSIS OF STANDARD MEMRISTOR MODELS BASED ON THE JOGLEKAR MEMRISTOR MODEL (K2).

Аннотация: Мемристоры похожи на резисторы с памятью и демонстрируют нелинейные характеристики сопротивления, где параметр нагрузки является переменной состояния. Новые типы электронных устройств с высокой энергоэффективностью и производительностью или машины, способные обучаться и адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды, а также память для хранения данных (двоичная и многоуровневая), переключатели в логических электронных схемах, пластиковые элементы в системах искусственного интеллекта для создания нейроморфов, построенных на нанoeлектронных компонентах, и многие другие практические приложения.

Annotation: Memristors are similar to memory resistors and exhibit nonlinear resistance characteristics where the load parameter is a state variable. New types of electronic devices with high energy efficiency and performance, or machines capable of learning and adapting to changing environmental conditions, as well as memory for storing data (binary and multi-level), switches in logical electronic circuits, plastic elements in artificial intelligence systems for creating neuromorphs built on nanoelectronic components, and many other practical applications.

Ключевые слова: мемристор, модель, вольт-амперная характеристика, нелинейность.

Keywords: memristor, model, volt-ampere characteristic, nonlinearity.

В 1971 году Леон Чуа, американский физик из Калифорнийского университета в Беркли, выдвинул гипотезу о том, что в электрической цепи должен существовать четвертый фундаментальный элемент, описывающий связь между магнитным потоком и электрическим зарядом. Чуа назвал его мемристором ("память" и "резистор" в переводе с английского означают электрическое сопротивление). Одно из свойств мемристора-"эффектпамяти"-означает, что свойства этого элемента зависят от ранее приложенных воздействий.

Мемристор – это элемент электрической цепи, сопротивление которого определенным образом зависит от проходящего через него заряда. Отключение напряжения в цепи не изменяет состояние мемристора. Чтобы восстановить свойства памяти мемристора, необходимо изменить полярность подаваемого напряжения.

Мемристор имеет принципиальное отличие от большинства современных запоминающих устройств на основе полупроводников, которые используют заряд для хранения информации. Мемристор не хранит данные в виде заряда, а вместо этого использует изменение электрического сопротивления. Это означает, что мемристор не подвержен утечкам заряда, которые являются одной из главных проблем для микросхем нанометрового масштаба. Главное преимущество мемристора перед другими типами полупроводниковой памяти заключается в его долговечности и надежности. Данные могут храниться в мемристоре до тех пор, пока существует материал, из которого он изготовлен.

Мемристоры уже сегодня находят применение в различных областях, включая энергетику, медицину, электронику и компьютерную технику. С учетом быстрого развития новых технологий, мемристоры имеют хорошие шансы на широкое использование в будущем.

Для разработки систем искусственного интеллекта, нацеленных на

решение сложных когнитивных задач, необходимо использовать достаточно большие массивы синаптических мемристивных элементов с высокой плотностью размещения на “кристалле”, достигаемой в топологии кроссбар (элементы находятся на пересечениях взаимно перпендикулярных электродных шин “битов” и “слов”). В этой ситуации одними из важных требований, предъявляемых к мемристивным элементам, являются малая энергия потребления при резистивном переключении элемента и низкие напряжения РП для эффективной интеграции матриц с современными процессорными КМОП-устройствами, работающими при напряжениях не более 3 В. При этом важным параметром мемристора является пластичность, позволяющая задавать множество промежуточных состояний веса связи между максимальным и минимальным [5].

Модель мемристора Джоглекара (K2). В модели используется полиномиальная оконная функция, зависящая от целой положительной экспоненты p , к которой применяется нелинейность. Модель основана на постоянной подвижности ионов. Модель основана на постоянной подвижности ионов и не может полностью отразить нелинейный дрейф ионного вклада в зависимости от напряжения, приложенного к мемристорам. Параметр p обычно находится в диапазоне от 1 до 100. Модель описывается уравнениями (1) и (3), где последнее представляет собой окно Джоглекара:

$$f_j(x) = 1 - (2x - 1)^{2p} \quad (1)$$

Нелинейность применяемой оконной функции и мемристорной модели увеличивается при уменьшении значения целочисленной экспоненты p . Если $p = 1$, то модель ведет себя как рассмотренная ранее мемристорная модель Струкова-Вильямса.

Заключение. Благодаря своим особым характеристикам мемристоры могут эффективно использоваться во многих практических приложениях, таких как память для хранения данных (двоичная и многоуровневая), переключатели в логических электронных схемах и пластиковые элементы в нейроморфных системах искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bondarev A.V., Efanov V.N. Dynamic mode of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches in conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012013.
2. Bondarev V.A., Efanov V.N. Investigation of the robustness of nanoelectronic structures based on resonant tunneling elements// В сборнике: International Seminar on Electron Devices Design and Production, SED 2021 - Proceedings. 2021. С. 9444533.
3. Memristor // Nanowerk [Электронный ресурс] // URL: <https://www.nanowerk.com/memristor.php> (дата обращения: 01.05.23)
4. Mladenov V.A. // A Unified and Open LTSPICE Memristor Model // ResearchGate [Электронный ресурс] // URL: https://www.researchgate.net/publication/352956375_A_Unified_and_Open_LTSPICE_Memristor_Model_Library.
5. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
6. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ стандартных моделей на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта. – 2024. № 2.

© Габбясова Д.И., 2024

Горбунова В.А.

Отделение СПО филиала УУНиТ в г. Кумертау «Авиационный технический колледж»

Науч. рук. преподаватель *Бабушкина М.В.*

Отделение СПО филиала УУНиТ в г. Кумертау «Авиационный технический колледж»

Department of Secondary vocational education of the branch of the "UUST" in Kumertau "Aviation Technical College"

ПОЧЕМУ СЕГОДНЯ В РОССИИ ЗАМЕДЛИЛОСЬ РАЗВИТИЕ ВЕРТОЛЁТОСТРОЕНИЯ?

WHY HAS THE DEVELOPMENT OF HELICOPTER INDUSTRY SLOWED DOWN IN RUSSIA TODAY?

Аннотация: Рассмотрены проблемы российского вертолетостроения в текущий момент.

Abstract. The problems of the Russian helicopter industry at the moment are considered.

Ключевые слова: Проблемы, вертолетостроение, холдинг, производство.

Keywords: Problems, helicopter building, holding, production.

Стремительное развитие вертолетной отрасли в мире показывает широкую потребность человека в тех возможностях, которые дает вертолет.

С начала 2000 г. данная отрасль переживает постепенный спад производительности. Вытеснение с внешних рынков и снижение внутреннего спроса на вертолеты, в основном гражданские привело к падению объемов производства на ведущих вертолетостроительных предприятиях страны. Актуальность проблемы определяется сложившейся геополитической обстановкой в стране в последние годы и спектром задач, которые призваны выполнять вертолеты военной и гражданской авиации в сложившихся

условиях. В исследовании ставился вопрос - сохранит ли Россия собственное вертолетостроение?

Проведен анализ статистики производительности Холдинга «Вертолёт России», который показал динамику производства винтокрылых машин с 2007 до 2022 года, который сопровождался стабильным ростом до 2016 года и показал спад производства после 2022 года. Резкий подъем в 2019 году сменился резким спадом, возможно, из-за пандемии. В 2020 году произошло резкое сокращение производимой продукции почти в 3 раза. После этого резкого подъёма уже не наблюдалось. Однако целом 2021 год оказался для отечественной вертолетной индустрии относительно благоприятным. Отрасль смогла приспособиться к вызовам, обусловленным пандемией COVID-19, российская экономика продемонстрировала устойчивость, наметилось восстановление ряда рынков.

Рассматривались причины снижения производства винтокрылых машин:

1. Высоковозрастная техника отечественного производства в составе российского вертолетостроения гражданского назначения.
2. Хроническое недофинансирование отрасли.
3. Нехватка квалифицированных специалистов.
4. COVID-19 оказал существенное влияние на отрасль из-за снижения спроса, производства и финансовых показателей. Блокировки и ограничения на поездки, введенные по всему миру, привели к резкому снижению спроса.
5. Специальная военная операция на Украине.
6. Западные санкции вызвали сложности в производстве российских вертолетов.

Рассматривались возможные пути решения проблем:

1. Реновация парка для развития транспортной доступности регионов.
2. Обеспечение топливно-энергетического комплекса вертолетной техникой.
3. Борьба с пожарами и увеличение группировки МЧС России в Арктической зоне.

4. Экспорт гражданской продукции.

5. Разработка принципиально новых продуктов, ранее не выпускавшихся на предприятиях Холдинга.

6. Привлечение новых специалистов. Увеличение авиационных колледжей институтов. Введение новых квалификаций чтобы заинтересовать молодежь.

Несмотря на все проблемы, наша вертолетная отрасль по-прежнему развивается, пусть не такими темпами, как хотелось бы, но главное, отмечается тенденция поступательного движения. Однако, перед отраслью стоят серьезные задачи по реформированию.

Успех реализации последнего направления во многом зависит от нас - заинтересованной молодежи, которая поступает в авиационные образовательные учреждения. Модифицировать ЛА и показать всем, что вертолетостроение было есть и будет. Отрасль будет существовать дальше и развиваться и это в наших силах!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмадеев И.Ю Полет начинается на земле [Текст] / Ахмадеев И.Ю — . — ФГУП "КумАПП": Белая пека, 2012 — 246 с.

2. Емельянова Валентина Мы- авиастроители [Текст] / Емельянова Валентина — . — ФГУП "КумАПП": Белая река, 2007 — 191 с.

История вертолетостроения / [Электронный ресурс] // Википедия : [сайт]. — URL: <https://rhc.aero/history> (дата обращения: 02.12.2023).

3. Вертолеты России / [Электронный ресурс] // Википедия : [сайт].—URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:Вертолеты_России (дата обращения: 02.12.2023).

4. Вертолеты России / [Электронный ресурс] // Википедия : [сайт]. — URL: <https://topwar.ru/169089-kak-obstojat-dela-v-rossijskom-grazhdanskom-i-voennom-vertoletostroenii.html> (дата обращения: 02.12.2023).

5. Структура Холдинга / [Электронный ресурс] // Википедия : [сайт]. — URL: <https://avia.pro/blog/oaо-rostvertol> (дата обращения: 02.12.2023).
6. Вертолетная отрасль / [Электронный ресурс] // Википедия : [сайт]. — URL: РФ <https://afk.rukon.ru/analitika/post-1635/> (дата обращения: 02.12.2023).
7. Холдинг / [Электронный ресурс] // Википедия : [сайт]. — URL: <https://www.ridus.ru/helirussia-2023-sohranit-li-rossiya-sobstvennoe-vertoletostroenie-408249.html> (дата обращения: 02.12.2023).
8. Холдинг "Вертолеты России" / [Электронный ресурс] // Википедия : [сайт]. — URL: <https://versia.ru/otsutstvie-yarkix-professionalnyx-lichnostej-ubivaet-rossijskoe-vertolyotostroeni>. (дата обращения: 02.12.2023).

© Горбунова В.А., 2024

УДК 620.3

Искужина Г.И.

Отделение СПО филиала ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» в г. Кумертау «Авиационный технический колледж»

e-mail: guliskuzhina15@yandex.ru

Науч. рук. преподаватель СПО *Закурдаева Т.А.*

Отделение СПО филиала ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» в г. Кумертау «Авиационный технический колледж»

Iskuzhina G.I.

Branch of the SPO branch of the Ufa University of Science and Technology in Kumertau "Aviation Technical College"

НАНОПОКРЫТИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

NANOCOATING IN MECHANICAL ENGINEERING

Аннотация: В работе были рассмотрены нанопокрывтия, применяемые для режущих инструментов, их виды и описано применение в машиностроительной отрасли. Выявлено, что создание покрытий для режущего инструмента нового поколения наиболее эффективно осуществлять при использовании инновационной концепции многослойно-композиционных архитектуры с нанометрической структурой и чередующимися слоями наноразмерной толщины различного композиционного состава и функционального назначения.

Abstract: In the work, nanocoatings used for cutting tools, their types were considered and their application in the machine-building industry was described. It has been revealed that the creation of coatings for a new generation of cutting tools is most effective when using the innovative concept of multilayer composite architectures with a nanometric structure and alternating layers of nanoscale thickness of various composite compositions and functional purposes.

Ключевые слова: нанопокрывтия, режущий инструмент, материалы, машиностроение, режущая кромка.

Keywords: nanocoating, cutting tools, materials, mechanical engineering, cutting edge.

Наиболее эффективным методом направленной модификации поверхностных свойств инструментального материала является нанесение функциональных покрытий на рабочие поверхности режущего инструмента. Последовательное нанесение нескольких видов покрытий обеспечивает дополнительную прочность режущей кромки, эффективный теплоотвод из зоны резания, низкую адгезию с обрабатываемым материалом, демпфирование и уменьшение виброакустических явлений за счет многослойности покрытий.

1. Общие сведения

Нанопокрyтия – это покрyтия толщиной от 1 до 100 нм или покрyтия большей толщины с содержанием наночастиц от 0,01 до нескольких процентов. Микрoзернистые по структуре вакуумно-дуговые покрyтия на основе соединений тугоплавких металлов характеризуются высокой твердостью (20...35 ГПа), износостойкостью, низкими коэффициентами трения, однако их недостаток – значительная хрупкость, что ухудшает эксплуатационные характеристики покрyтий.

2. Виды нанопокрyтий

Наноструктурные покрyтия характеризуются повышенной микротвердостью и достаточной пластичностью. Поведение нанокристаллических материалов с размерами зерен 10 нм и менее определяется главным образом процессами в пограничных областях, поскольку количество атомов в зернах сравнимо или меньше, чем в их границах. Это обстоятельство существенно изменяет характер взаимодействия между соседними зернами, например, замедляет генерацию дислокаций, препятствует распространению трещин из-за упрочнения границ зерен. При этих условиях дислокации в нанозернах отсутствуют.

Нанокoмпозитные покрyтия состоят из основной нанокристаллической твердой фазы, на границах зерен которой располагается тонкий слой второй нанокристаллической или наноаморфной фазы. Таким образом, твердые зерна

упрочняющей фазы разделены между собой тонкими прослойками атомов другой фазы. Такие покрытия обладают сверхвысокой твердостью, большими коэффициентами упругого возврата, высокой термостойкостью.

Ультрадисперсные материалы с увеличенной площадью межзеренных границ имеют более сбалансированное соотношение между твердостью, оказывающей определяющее положительное влияние на износостойкость и прочностными характеристиками материала, в том числе и в условиях действия циклических термомеханических напряжений.

Нанослойные покрытия обладают повышенной трещиностойкостью. Такие покрытия обладают различными внутренними напряжениями (модулями упругости) и близкими по величине коэффициентами термического расширения. Толщина отдельных слоев должна быть настолько мала, чтобы внутри них не появлялся источник дислокаций, а дислокации, которые под действием напряжений двигались бы к границе раздела из более мягкого слоя, отталкивались бы силами, создающимися упругими напряжениями в более твердом слое. Общее количество слоев покрытия выбирается в зависимости от решаемых технологических задач и в ряде случаев может достигать двухсот.

Таким образом, создание покрытий для режущего инструмента нового поколения наиболее эффективно осуществлять при использовании инновационной концепции многослойно-композиционных архитектуры с нанометрической структурой и чередующимися слоями наноразмерной толщины различного композиционного состава и функционального назначения.

ВЫВОДЫ

Для дальнейшего развития и совершенствования машиностроительной отрасли нового поколения предстоит решить ряд сложных задач, связанных с созданием уникальных нанопокровтий, которые позволят поднять авиацию на

более высокий уровень. Это начало большой наноэпохи в машиностроительной индустрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Нанология сегодня и завтра», Вохидов А.С., Добровольский Л.О. / Станочный парк № 5(61), Санкт-Петербург, 2009. – С. 38-42.
2. «Увеличение эксплуатационных свойств инструмента при использовании поверхностно-активных веществ», Бойко В.М., Физулаков Р.А., ОАО «КНААПО».
3. «Инновационные функциональные покрытия для режущего инструмента», Верещака А.А., Верещака А.С., Зинченко Г.В., Козлов А.А., Устинов А.А. ИКТИ РАН, МГТУ «СТАНКИН», МГТУ «МАМИ».

© Искужина Г.И., 2024

Ишбердина Ф.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

faya_ishberdina@mail.ru

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент кафедры
технической эксплуатации и ремонта автомобилей *Кеан Эдвард Грантович*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Ishberdina Fayagul

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State
University»

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ АГРЕГАТОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

THE USE OF COMPOSITE ELECTROCHEMICAL COATINGS FOR PARTS OF AGGREGATES OF MOTOR VEHICLES

Аннотация: Современная автомобильная промышленность стремительно развивается, и одним из основных требований к автотранспортным средствам является их надежность и долговечность. При эксплуатации детали, узлы, агрегаты могут подвергаться различным видам износа, коррозии и другим повреждениям. Одним из инновационных подходов к восстановлению и упрочнению является использование композиционных электрохимических покрытий.

Annotation: The modern automotive industry is developing rapidly, and one of the main requirements for motor vehicles is their reliability and durability. During operation, parts, assemblies, and assemblies can be subjected to various types of wear, corrosion, and other damage. One of the innovative approaches to restoration and hardening is the use of composite electrochemical coatings.

Ключевые слова: композиционные покрытия, упрочнение, автотранспорт.

Keywords: composite coatings, hardening, motor transport.

Композиционные электрохимические покрытия (КЭП) – это специальные покрытия, которые формируются путем электрохимического осаждения композиционных материалов на поверхность обрабатываемого материала. Обычно процесс нанесения включает использование электрического тока для соединения металлических или композиционных частиц с поверхностью материала. Применяются они для деталей агрегатов автотранспортных средств с целью защиты от коррозии, истирания и других негативных воздействий окружающей среды.

КЭП могут быть использованы на различных деталях агрегатов автотранспортных средств, таких как:

1. Поршни, валы, цилиндры, поршневые кольца и другие детали двигателя могут быть подвержены износу и коррозии, а применение композиционных электрохимических покрытий может улучшить их долговечность и эффективность.

2. Шестерни, валы, подшипники и другие детали трансмиссии также могут быть защищены и усилены с помощью электрохимических покрытий.

3. Детали подвески, такие как амортизаторы, пружины, стабилизаторы и др., могут также получить дополнительную защиту и усиление благодаря композиционным покрытиям.

4. Различные части кузова, включая двери, капоты, крылья и другие поверхности могут быть также обработаны композиционными электрохимическими покрытиями для защиты от коррозии и прочих внешних воздействий.

Применение композиционные электрохимические покрытия имеют преимущества:

1. Защита от коррозии. Покрытия обладают отличной устойчивостью к коррозии, защищая металлические поверхности от окисления и ржавчины.

2. Износостойкость. Электрохимические покрытия могут повысить износостойкость деталей, увеличивая их срок службы и уменьшая необходимость в регулярном обслуживании и замене.

3. Улучшенные механические свойства. Композиционные покрытия могут улучшить механические свойства обрабатываемых поверхностей, включая твердость, прочность и усталостную стойкость.

4. Точная настройка свойств. Покрытия могут быть специально разработаны и настроены для конкретных функциональных требований, таких как уменьшение трения, улучшение сцепления и других свойств.

5. Снижение трения: Они могут быть настроены для снижения трения между поверхностями, что особенно важно в машиностроении и автомобилестроении.

6. Экологическая безопасность. Многие композиционные электрохимические покрытия безопасны для окружающей среды и не содержат вредных веществ.

Однако необходимо учитывать и недостатки данного способа:

1. Трудности в процессе нанесения. Некоторые композиционные покрытия требуют сложных технологий и оборудования для их нанесения, что может повышать стоимость их применения.

2. Возможность дефектов. Некорректное применение или несоблюдение технологии может приводить к появлению дефектов в покрытии, ухудшающих его свойства.

3. Высокие затраты. В зависимости от состава материалов и технологий, некоторые композиционные покрытия могут быть дорогостоящими в производстве.

4. Ограничения по размерам и формам. Некоторые методы нанесения композиционных покрытий могут иметь ограничения по размерам и формам обрабатываемых деталей.

Предложения по устранению минусов КЭП:

1. Контроль качества процесса. Усовершенствование технологий нанесения с акцентом на контроле качества может помочь уменьшить вероятность образования дефектов на поверхности покрытий.

2. Разработка новых материалов. Проведение исследований и разработка новых композиционных материалов, более доступных и дешевых, может снизить затраты на производство покрытий.

3. Развитие новых технологий нанесения. Внедрение новых методов нанесения композиционных покрытий, обладающих большей универсальностью и эффективностью, может помочь преодолеть ограничения по размерам и формам обрабатываемых деталей.

Постоянное совершенствование технологий и материалов будет способствовать устранению недостатков и улучшению качества композиционных электрохимических покрытий.

Заключение.

Таким образом, мы рассмотрели применение композиционных электрохимических покрытий для деталей агрегатов автотранспортных средств, их преимущества и недостатки, а также определили решения по негативным сторонам данного способа. Композиционное электрохимическое покрытие на сегодняшний день является одним из перспективных решений, которому посвящают ряд научных статей, разрабатывают всё новые и новые способы его улучшения, и, конечно же, применяют во многих предприятиях, причем в различных областях, таких как: машиностроение, авиационная и автомобильная промышленности, электроника, медицинское оборудование и другие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вячеславов П.М. Электролитическое осаждение сплавов / П.М. Вячеславов // Л.: Машиностроение. – 1977 г. – С. 71-72
2. Ельцов Е.Е. Восстановление и упрочнение деталей машин / Е.Е. Ельцов // Тольятти: ТГУ. – 2015 г.

3. Сайфуллин Р.С., Абдуллин И.А. Композиционные электрохимические покрытия / Р.С. Сайфуллин, И.А. Абдуллин // Российский химический журнал. – 1999 г. – Т. 63. № 3-4. - С. 63
4. Сайфуллин Р.С. Неорганические композиционные материалы / Р.С. Сайфуллин, // Москва. – 1983 г. – 304 с.

© Ишбердина Ф.И., 2024

УДК 620.22

Канарейкин Г.Е., Жалобин О.В.

Уфимский университет науки и технологий в г. Кумертау

e-mail: Torskijgeorgij@gmail.com

Уфимский университет науки и технологий в г. Кумертау

Науч. рук. преподаватель СПО *Кильметова А. А.*

Уфимский университет науки и технологий в г. Кумертау

Kanareykin G. E., Zhalobin O. V.

Ufa University of Science and Technology in Kumertau

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ СВОЙСТВА

ENGINEERING MATERIALS AND THEIR PROPERTIES

Аннотация: Основным потребителем производимых в стране металлургической промышленностью сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов является машиностроение. Для изготовления деталей машин, приборов, элементов конструкций, оборудования требуются металлические материалы с различными свойствами: твердые и мягкие, способные работать при повышенных или отрицательных температурах, обладающие способностью сопротивляться разрушению в агрессивных средах, магнитные, немагнитные, а также полимерные и композиционные материалы. Объектом исследования является машиностроительные материалы.

Abstract: The main consumer of steel, cast iron, non-ferrous metals and alloys produced in the country by the metallurgical industry is mechanical engineering. For the manufacture of machine parts, devices, structural elements, equipment, metal materials with various properties are required: hard and soft, capable of operating at elevated or negative temperatures, having the ability to resist destruction in aggressive environments, magnetic, non-magnetic, as well as polymer and composite materials. The object of the study is engineering materials.

Ключевые слова: машиностроительные материалы, свойства, качество.

Keywords: engineering materials, properties, quality.

От правильного выбора конструкционного материала зависят качество, надежность, экономичность и долговечность деталей и машины в целом. Правильный выбор материала для конкретных целей машиностроения основывается на знании их свойств. Свойства, в свою очередь, зависят от природы материалов и сплавов, их внутреннего строения.

Целью исследования является изучение машиностроительных материалов и их свойств.

Материалы в машиностроении — это вещества искусственного или естественного происхождения, которые способны обрабатываться любыми способами без нарушения своей целостности.

Материалы, применяемые для машиностроения, характеризуются физическими, химическими, механическими, трибологическими, технологическими и санитарно-гигиеническими свойствами (табл. 1).

Таблица 1

Основные свойства машиностроительных материалов [3]

Свойства	Характеристики
Физические	плотность, цвет, температура плавления, тепло- и электропроводность, удельная теплоемкость, термическое расширение и магнитные характеристики.
Химические	коррозионная стойкость, растворимость, окисляемость.
Механические	способность сопротивляться деформированию и разрушению под воздействием различных нагрузок.
Технологические	ковкость, жидкотекучесть, свариваемость, обрабатываемость резанием и износостойкость.
Санитарно-гигиенические	степень влияния на здоровье людей и качество получаемой продукции.

Для улучшения механических, химических и технологических свойств материалов применяют термическую (отжиг, закалка, отпуск) и химико-термическую (цементация, азотирование, цианирование) обработку.

Для того чтобы выяснить, имеют ли обучающиеся достаточный уровень сведений по теме проекта, было проведено исследование, заключающееся в разработке анкеты и последующего опроса ребят.

В исследовании приняло 60 студентов, обучающихся 1-2 курсов. По результатам опроса была составлена диаграмма (рис. 1).

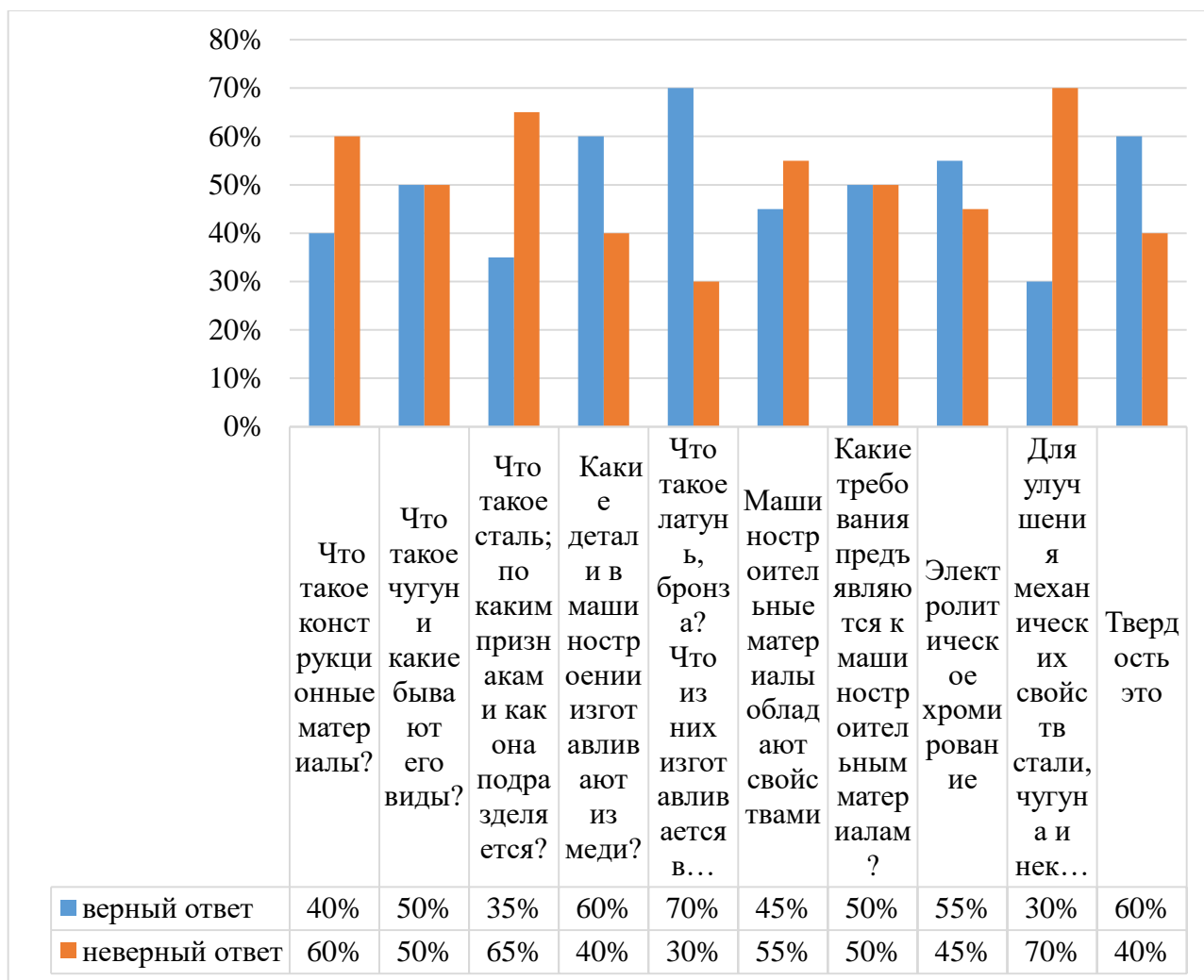


Рис. 1. Результаты ответов на вопросы анкеты

Очевидно, что полной информацией по теме исследования владеют в среднем менее половины опрошенных. В некоторых вопросах количество верных и неверных ответов поделилось поровну (вопрос 2 и вопрос 7).

Таким образом, пришли к выводу, что присутствует очень большое количество конструкционных материалов, подбор которых осуществляют конструкторы. Материалы и сырьё должны соответствовать определённым

требованиям, предъявляемым для изготовления различных изделий. Важно и то, что все материалы, применяемые в машиностроении, должны отвечать экологическим нормам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ансеров Ю.М., Дурнев В.Д. Машиностроение и охрана окружающей среды. – Л.: Машиностроение, 2013. – С. 224.
2. Афонькин М.Г., Звягин В.Б. Производство заготовок в машиностроении. – М.: Политехника, 2017. – 380 с.
3. Богодухов, С.И. Свойства машиностроительных материалов: учебное пособие / С.И. Богодухов, А.Д. Проскурин, Е.С. Козик. – Оренбург, ГОУ ОГУ, 2019. – 201 с.
4. Гаркушин И.К. Конструкционные материалы: состав, свойства, применение: учеб. пособие Самар. гос. техн. ун-т, 2015. – 239 с.
5. Дмитриенко В.П., Мануйлова Н.Б. Материаловедение в машиностроении. – М.: Инфра-М, 2017. – 432 с.

© Канарейкин Г.Е., Жалобин О.В., 2024

Канарейкин Г.Е.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. преподаватель СПО *Кильметова А.А.*

Уфимский университет науки и технологий

Kanareykin G.E.

Ufa University of Science and Technology

МОДЕРНИЗАЦИЯ РОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УЧИТЫВАЯ УСЛОВИЯ САНКЦИЙ

MODERNIZATION OF RUSSIAN INDUSTRY TAKING INTO ACCOUNT THE CONDITIONS OF SANCTIONS

Аннотация: В результате введения санкций со стороны иностранных стран, Россия столкнулась с прекращением поставок и производства разнообразных товаров. Однако, эта ситуация стимулировала страну к разработке и внедрению политики импортозамещения, то есть замены зарубежной продукции на отечественную. В данной статье мы рассмотрим, какие конкретно детали и изделия были подвержены процессу импортозамещения в авиастроении, а также какими отечественными аналогами они были заменены. Преимуществом импортозамещения является снижение зависимости от других государств, а также возможность запуска новых предприятий и увеличения объема экспорта.

Abstract: As a result of the imposition of sanctions by foreign countries, Russia is faced with the cessation of supplies and production of various goods. However, this situation stimulated the country to develop and implement an import substitution policy, that is, replacing foreign products with domestic ones. In this article, we will look at which specific parts and products were subjected to the process of import substitution in the aircraft industry, as well as which domestic analogues they were replaced with. The advantage of import substitution is the reduction of dependence on other countries, as well as the possibility of launching new enterprises and increasing exports.

Ключевые слова: импортозамещение, санкция, вертолет, производство.

Keywords: import substitution, sanction, helicopter, production.

Модернизация российского оборудования в условиях санкций является важным шагом на пути к развитию отечественной промышленности. Импортозамещение — это процесс переключения потребностей населения и государства на продукцию, изготавливаемую внутри страны. Ключевые цели такого подхода заключаются в снижении уязвимости экономики страны, росте занятости и развитии отечественных технологий.

В данной статье рассматривается, какие конкретно детали и изделия были подвержены процессу импортозамещения в авиастроении, а также какими отечественными аналогами они были заменены.

Объектом исследования являются комплектующие изделия вертолетов предприятия АО «КумАПП». Проведен анализ основных агрегатов вертолетов Ка-226Т и Ка-32А11ВС. Данные анализа были занесены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Импортозамещаемые системы в составе вертолета Ка-226Т [3]

Тип вертолета	Импортозамещаемые оборудования	
	Иностранные	Отечественные
Ка-226Т	– Тефлоновые рукава, THT Ostrava CZ (Чехия)	АО «ОКБ АКС»
	– Компоненты СЭС, Thales (Франция)	АО «ОКБ АКС»
	– Датчики и концевые выключатели, Honeywell/Dinel (США/Чехи)	АО «ОКБ АКС» ПАО «Техприбор»
	– Двигатели, Safran HE (Франция)	АО «ОДК-Климов»
	– Компоненты топливной системы, Secondo Mona (Италия)	АО «Технодинамика»
	– Кресло пилота, Fischer (Германия)	АО «Аэростайл»
	– Система очистки лобовых стекол, FALGAYRAS (Франция)	АО «ОКБ АКС» АО «КБЭ XXI век»
	– Гибкие тяги системы управления, Triumph Controls (Франция)	АО «ОКБ АКС»

На рис. 1 представлены вышеотмечанные данные импортозамещения вертолета Ка-226Т [3].

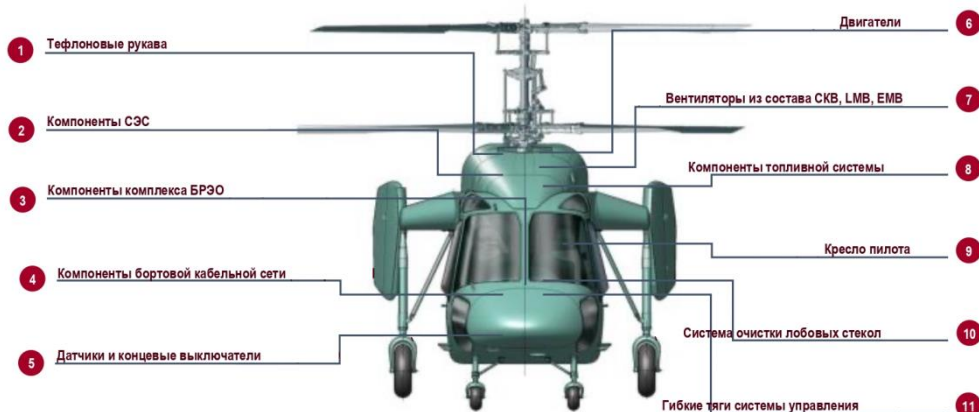


Рис. 1. Проект вертолета Ка-226Т в рамках импортозамещения

Таблица 2

Импортозамещаемые системы в составе вертолета Ка-32А11ВС [4]

Тип вертолета	Импортозамещаемые оборудования	
	Иностранные	Отечественные
Ка-32А11ВС	– Элементы из состава бытового и аварийно-спасательного оборудования (Германия, Украина, США)	АО «НПП Звезда» АО «Астрофизика-АСМ» ООО НПП «Интех» АО «КВТ»
	– ВСУ АИ-9 (Украина)	АО «НПП Аэросила»
	– Насосная станция для водяной пушки (Австрия, США, Швеция)	ООО «НПП ИНГКОР» ООО «СПЗ-4»
	– Компоненты из состава СЭС (США, Франция, Германия)	АО «Опытный завод НИИХИТ» АО «ОКБ КП» АО «Электроавтомат»
	– Доработка БРЭО (США, Германия)	АО «НПП Прима» АО «Аэроприбор-Восход» АО «РПКБ»

На рис. 2 представлены вышеотмечанные данные импортозамещения вертолета Ка-32А11ВС [4].

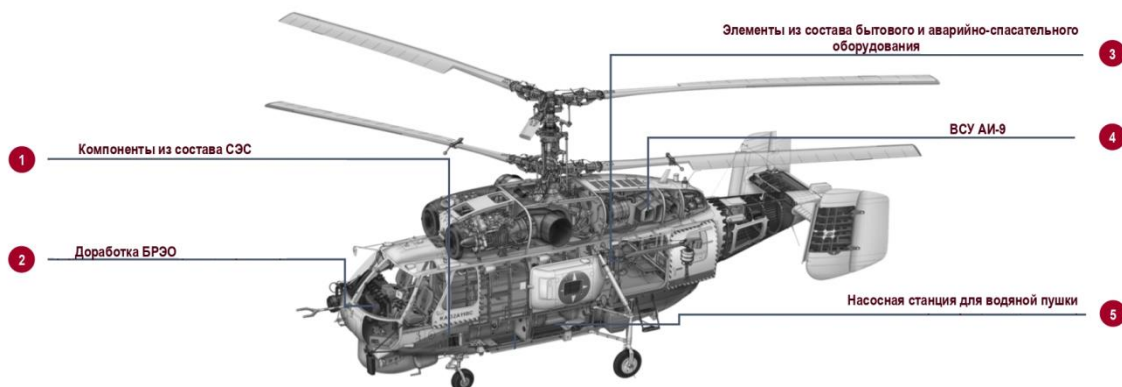


Рис. 2. Проект вертолета Ка-32А11ВС в рамках импортозамещения

Замена каждого импортного изделия предусматривает производство тысячи деталей для отечественной промышленности. Это может быть возможно при тесном сотрудничестве между многими предприятиями, которое способствует развитию этих предприятий и экономики России в целом. Такая сотрудничество позволяет увеличить объемы производства и повысить эффективность процессов, а также способствует обмену знаниями и передаче технологий между предприятиями. Это, в свою очередь, способствует развитию отечественного производства и созданию новых рабочих мест.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Импортозамещение в России в 2022-2023 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://novomoscow.ru/info/importozameshchenie-v-rossii/>
2. Международный бестселлер Камова [Электронный ресурс]. – URL: <https://aviationunion.ru/media/members/26468/>
3. Модификация вертолета Ка-226 [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ка-226>
4. Модификация вертолета Ка-32А11ВС [Электронный ресурс]. – URL: <https://arma-da.ru/modeli/ka-32a11vs-modifikacii/modifikacii/>

© Канарейкин Г.Е., 2024

УДК 621.357.76:681

Найденков Р.Д., Ишкурова А.Р.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. доцент *Ишкурова А.Р.*

Уфимский университет науки и технологий

Naidenkov R.D., Ishkulova A.R.

Ufa University of Science and Technology

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SCADA – СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ЛИНИИ
ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ЦИНКОВАНИЯ**

**USING A SCADA SYSTEM TO DEVELOP AN AUTOMATED
WORKPLACE FOR AN OPERATOR OF A GALVANIZING LINE**

Аннотация: В данной статье описывается применение SCADA-системы для автоматизации и контроля процессов гальванического цинкования с целью повышения эффективности и качества производства. Авторы рассматривают возможности использования современных информационных технологий в гальванической промышленности и анализируют результаты их применения. Основное внимание уделяется использованию SCADA-системы и ее функциональности для управления гальваническими процессами.

Abstract: This article describes the use of a SCADA system for automation and control of galvanizing processes in order to improve the efficiency and quality of production. The authors consider the possibilities of using modern information technologies in the electroplating industry and analyze the results of their application. The main focus is on the use of the SCADA system and its functionality for controlling galvanic processes.

Ключевые слова: автоматизация, управление, SCADA-система, гальванические процессы, цинкование.

Keywords: automation, control, SCADA system, electroplating processes, galvanizing.

Автоматизация управления процессами нанесения гальванических покрытий позволяет существенно снизить энергозатраты и повысить

эффективность использования ресурсов. В основе этого подхода лежит оптимизация работы оборудования, снижение потерь времени и улучшение контроля качества покрытий.

Основными преимуществами автоматизации процессов нанесения гальванических покрытий являются:

1) снижение энергопотребления, которое достигается за счет оптимизации работы оборудования, снижения затрат на его обслуживание и ремонт, а также сократить время простоев;

2) повышение эффективности использования ресурсов, за счет контроля концентрации растворов, температуры и уровня pH, что обеспечивает более эффективное использование реагентов и материалов;

3) улучшение качества покрытий, обеспечивающееся за счет контроля процесса нанесения покрытий на каждом этапе, что соответственно снижает вероятность дефектов;

4) снижение влияния на окружающую среду, так как автоматизированные процессы исключают возможность выбросов вредных веществ и отходов;

5) увеличение производительности и сокращение времени производства изделий без ущерба для качества.

Вышеуказанные преимущества невозможно без использования современных систем автоматизации, которые обеспечивают оптимальное управление процессами и контроль качества покрытий.

Таким образом, требуется строго контролировать параметры процесса для обеспечения высокого качества покрытий и предотвращения возможных дефектов. В этом контексте SCADA-системы играют ключевую роль в эффективном управлении процессами нанесения гальванических покрытий.

SCADA-система (Supervisory Control and Data Acquisition) – это программно-аппаратный комплекс, предназначенный для контроля, сбора и обработки данных о технологических процессах. Основные функции SCADA-систем включают:

- мониторинг и контроль параметров процесса, таких как температура, рН и уровень растворов и других параметров;
- автоматическое управление процессом, заключающееся в изменении параметров процесса в зависимости от заданных условий и требований;
- сбор и хранение данных о процессе нанесения покрытий, которые могут быть использованы для анализа и оптимизации процесса;
- визуализация данных для просмотра и анализа данных в реальном времени.

В гальваническом производстве SCADA-системы используются для обеспечения эффективного контроля и управления процессами нанесения покрытий.

Ключевыми принципами создания интерфейса является следующее:

- 1) простота и удобство интерфейса, который должен быть понятным и удобным для использования, не требуя длительного обучения и адаптации;
- 2) наглядность представления информации, в виде графиков и таблиц, чтобы оператор мог оперативно оценивать состояние процесса;
- 3) Безопасность, обеспечиваемая за счет быстрого доступа к аварийным функциям и другим критически важным элементам управления.

В качестве примера рассмотрим процесс нанесения цинкового покрытия на металлические изделия.

Графический интерфейс оператора линии гальванического цинкования разработан в SCADA-системе MasterSCADA и представлен на рис. 1.

Структура интерфейса оператора состоит из следующих компонентов:

- главное окно, отображающее основные компоненты линии цинкования (ванна промывки, ванна обезжиривания, ванна травления, ванна цинкования, клапаны, ТЭНы, насос), а также информацию о процессе, состоянии оборудования и аварийных сигналах;
- тренды, отображающие данные о параметрах процесса в реальном времени;

- сообщения об ошибках, информирующие оператора о возникших проблемах, ошибках и аварийных ситуациях.

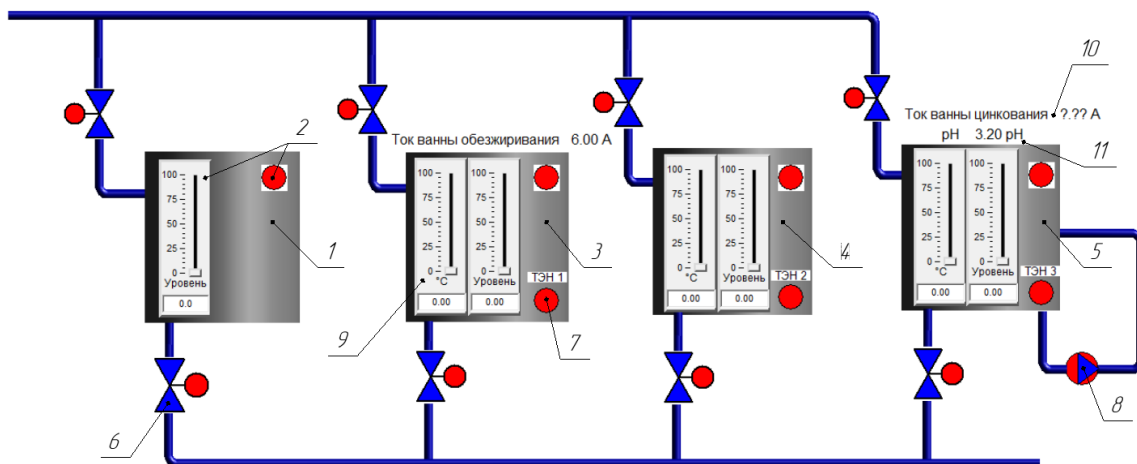


Рис. 1 Модель линии гальванического цинкования деталей малых размеров:

- 1 – ванна промывки, 2 – датчик уровня (4 шт.), 3 – ванна обезжиривания,
- 4 – ванна травления, 5 – ванна цинкования, 6 – клапаны (8 шт.),
- 7 – ТЭНы (3 шт.), 8 – насос, 9 – датчик температуры (3 шт.),
- 10 – датчик тока (2 шт.), 11 – датчик кислотности.

Графический интерфейс оператора, разработанный в MasterSCADA позволяет контролировать основные параметры, такие как температура, уровень, состав электролита и т.д., а также осуществлять удаленное управление исполнительными механизмами. Если возникают проблем или ошибок, система оповещает оператора соответствующими сообщениями.

Разработка эффективного и безопасного интерфейса оператора - важный этап в автоматизации гальванических процессов и обеспечении их качества. Система MasterSCADA предлагает инструменты для создания таких интерфейсов, позволяющих операторам контролировать и эффективно управлять процессами нанесения гальванических покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов: Учебник для вузов. – М.: Колос, 2004.
2. Воронов А. А. Основы теории автоматического управления: Автоматическое легализование непрерывных линейных систем. М.: Высш. шк., 1990. – 463 с.
3. Дорф Р.Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп,
4. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. Учебник для вузов. Изд. 4-е. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1978. – 736 с.

© Найденов Р.Д., Ишкулова А.Р., 2024

УДК 004

Плохинов Д.А.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г.Кумертау

Науч. рук. канд. техн. наук, зав. кафедрой ТПЛА *Бондарев А.В.*, зам. директора филиала УУНиТ в г. Кумертау по учебной и научной работе *Яппаров Ф.К.*

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Кумертау

Plokhinov D.A.

Branch of Ufa University of Science and Technology in Kumertau

ПРОГРАММА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОИСКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ПО РАЗМЕРАМ И КВАЛИТЕТАМ

PROGRAM FOR AUTOMATIC SEARCH OF MEASURING TOOLS BY SIZE AND QUALITY

Аннотация: в данной статье рассматривается авторская программа, позволяющая автоматически выбрать измерительные приборы или инструменты, по размерам и

квалитетам, указанным на чертеже, для обычного пользователя компьютером или продвинутого инженера-метролога

Abstract: this article discusses the author's program that allows you to automatically select measuring instruments or tools, according to the size and quality indicated on the drawing, for an ordinary computer user or an advanced metrology engineer

Ключевые слова: программа, качество, размеры, чертеж, инженер

Keywords: program, qualification, dimensions, drawing, engineer

Инженеры выполняют широкий спектр работ: проверяют, контролируют, организовывают работу и производят большие партии деталей и оборудования. В современном мире, автоматизация производства позволяет инженерам сократить график и нагрузку, при этом повышая эффективность предприятия. Бывает, что автоматизация не окупает затрат на нее, с экономической точки зрения, но обычно это относится к крупному заводскому оборудованию. Незначительные упрощения, в совокупности, могут повысить эффективность предприятия. В качестве такого улучшения, было создано приложение, с помощью которого инженер сможет легче искать приборы и инструменты, указанные на чертежах.

Обычно, на чертеже указывается качество, как характеристика точности изделия, но, чтобы найти нужный инструмент измерения, инженеру необходимо искать его в специальной таблице по выбору средств измерения, а за неимением оной, сравнивать погрешность и диапазон измерения прибора с качеством и размерами на чертеже самостоятельно.

Данная программа принимает размер в миллиметрах, значение качества, и выводит прибор или список приборов для измерения по данным характеристикам. Программа пользуется двумя текстовыми файлами, в один из которых, на подобии таблицы по выбору средств измерений, для определенных размеров и качеств расписаны номера измерительных приборов, а во втором файле, указаны характеристики приборов: номер, тип, название, и погрешность. Файлы могут быть отредактированы соответственно, новые приборы могут быть добавлены, а старые удалены. В будущих версиях программы, можно

отказаться от использования стороннего редактора текстовых файлов, и редактировать данные файлы в самой программе, а сами файлы можно зашифровать в целях коммерческой тайны. Это повысит функционал для обычных пользователей, но увеличит размер программы и сократит количество ситуаций, в которой программа сможет интегрироваться в другие. В зависимости от ситуации приложение может быть изменено под требования предприятия.

Так же, в программе возможно указать тип измерительного средства первой буквой, чтобы отбросить измерительные приборы, которые невозможно использовать, в силу особенностей изготавливаемого изделия. Количество типов измерительных средств и как они будут обозначаться, зависит от самого предприятия, и его указания по этому поводу. Тип измерительного средства можно будет изменить в файле.

Приложением может пользоваться как опытный инженер-метролог, так и обычный пользователь компьютера, так как оно не требует никаких дополнительных навыков, кроме ввода нужных данных. Однако, при внесении или удалении приборов в текстовых файлах, нельзя допускать лишних или ненужных символов, и следовать, некоторым принципам программы, которые могут быть изложены отдельно, в инструкции к ней.

Программа написана на языке C, стандарта C99, легковесная и простая, а также быстро выполняет команды, в силу особенностей языка, и, при небольших изменениях, может быть интегрирована с другими программами.

У программы есть свои ограничения, связанные со строками. При огромных количествах инструментов на один и тот же диапазон измерения, (более ста приборов на один квалитет, в одном диапазоне), она не посчитает всю строку. Эту проблему можно решить, исправив некоторые значения в исходном коде, но это увеличит размер приложения, и, незначительно, но понизит скорость работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25346-2013 (ISO 286-1:2010) «Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки»
2. Харбисон, Стил. Язык С с примерами. М.: Бином, 2011.

© Плохинов Д.А., 2024

УДК 004.032.26

Прищепо В.С.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. доцент *Ишкулова А.Р.*

Уфимский университет науки и технологий

Prishchepo V.S.

Ufa University of Science and Technology

РОЛЬ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.

THE ROLE OF NEURAL NETWORKS IN PRODUCTION: CURRENT TRENDS AND PROSPECTS.

Аннотация: В статье рассматривается принцип функционирования нейронной сети, процесс ее обучения и области применения. Кроме того, она знакомит читателя с понятием компьютерного зрения, областью его применения и использованием нейронных сетей в производстве.

Abstract: The article discusses the principle of functioning of a neural network, the process of its learning and applications. In addition, it introduces the reader to the concept of computer vision, the scope of its application and the use of neural networks in production.

Ключевые слова: нейронные сети, производство, обучение, компьютерное зрение.

Keywords: neural networks, manufacturing, training, computer vision.

Сегодняшний мир не стоит на месте, и производство, как одна из ключевых сфер экономики, находится в постоянном процессе развития и совершенствования. В этом контексте, внедрение современных технологий и методов становится неотъемлемой частью производственного процесса. Одним из таких технологических решений являются нейронные сети (НС), которые занимают важное место в сфере искусственного интеллекта и способны существенно улучшить эффективность производства.

Искусственные нейронные сети представляют собой математическую модель, которая имитирует работу человеческого мозга. Они состоят из взаимосвязанных узлов или нейронов. Каждый нейрон получает входные данные от других нейронов и обрабатывает их, прежде чем передать результат следующим нейронам. Эти связи имеют веса, которые определяют, насколько сильно будет влиять каждый вход на результат.

Нейросети обучаются, корректируя веса связей, чтобы они могли точно распознавать определенные образы или закономерности. Обучение может быть выполнено с использованием различных алгоритмов, таких как метод обратного распространения ошибки, стохастический градиентный спуск и другие.

С развитием технологий, НС становятся все более распространенными и востребованными в различных отраслях промышленности. Они позволяют решать ряд сложных задач, таких как распознавание образов, определение дефектов продукции, прогнозирование потребностей и т. д.

НС могут быть использованы для идентификации различных объектов на производстве, таких как детали, материалы, готовые продукты и прочее. Это может значительно ускорить и упростить процессы сортировки, учета и логистики.

Распознавание объектов в промышленности при помощи нейросетей осуществляется с использованием технологий компьютерного зрения.

Компьютерное зрение - это область искусственного интеллекта, которая занимается разработкой алгоритмов и методов, позволяющих компьютерам

распознавать и интерпретировать визуальные данные. Основными компонентами системы компьютерного зрения, представлены на рисунке 1, которыми являются:

- камера или другое устройство для захвата изображений или видео;
- процессор, который обрабатывает полученные данные;
- программное обеспечение, которое реализует алгоритмы компьютерного зрения для анализа изображений и видео.

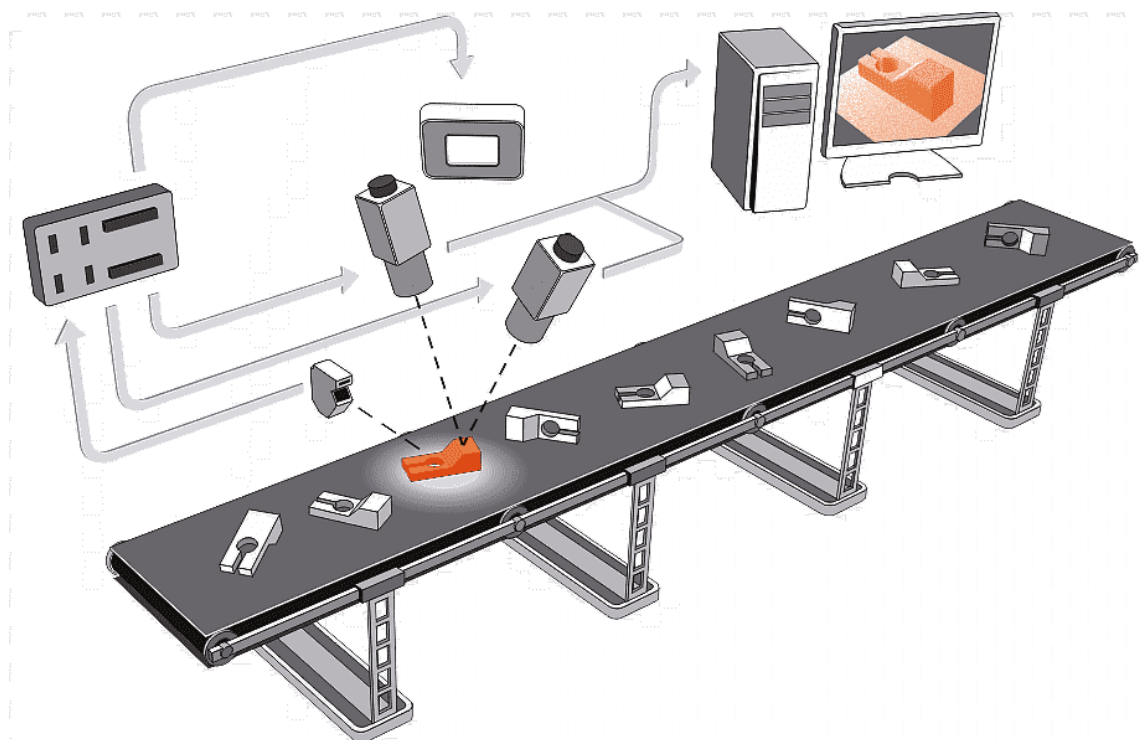


Рис. 1. Компоненты системы компьютерного зрения

Сфера применения компьютерного зрения достаточно широка и включает в себя множество отраслей промышленности, таких как автомобильная, авиационная, медицинская и другие. Компьютерное зрение получило применение в промышленности для решения следующих задач:

а) Компьютерное зрение может использоваться для контроля качества готовой продукции на различных этапах производства. Например, система компьютерного зрения может анализировать качество сварных швов на металлических конструкциях или контролировать равномерность окраски на автомобильных кузовах.

б) Системы компьютерного зрения позволяют осуществлять мониторинг производственных процессов в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на возникающие проблемы или оптимизировать процессы. Например, можно отслеживать движение конвейерной ленты, контролировать положение деталей на сборочной линии или анализировать процесс обработки изделий на станках.

в) Автоматизация складских операций с использованием компьютерного зрения позволяет повысить эффективность работы склада и снизить вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Системы компьютерного зрения могут распознавать штрихкоды товаров, определять их местоположение на складе и обеспечивать автоматическую сортировку и отгрузку товаров.

Помимо распознавания объектов нейросети в промышленности получили развитие в одном из ключевых аспектов управления предприятием, таком как прогнозирование спроса и предложения. От точности и своевременности таких прогнозов зависит эффективность принимаемых решений, связанных с производством, закупкой сырья, сбытом продукции и управлением запасами. В последние годы наблюдается значительный рост объема данных, что делает возможным применение методов искусственного интеллекта для прогнозирования спроса и предложения.

Одним из наиболее популярных методов искусственного интеллекта, используемых для прогнозирования, является машинное обучение. Машинное обучение позволяет создавать модели, которые обучаются на основе исторических данных и предсказывают будущие значения на основе этих данных. Существует множество алгоритмов машинного обучения, таких как линейная регрессия, деревья решений, случайный лес, нейронные сети и т.д.

Например, можно использовать нейронные сети для прогнозирования спроса на основе различных факторов, таких как цена, время года, погода и т. д. С помощью нейронных сетей можно предсказать, сколько продукции будет произведено на основе данных о количестве доступных ресурсов, таких как

сырье, рабочая сила и оборудование, за счет анализа больших объемов данных и принятия обоснованных решений.

Использование искусственного интеллекта для прогнозирования спроса и предложения в промышленности может значительно улучшить эффективность управления предприятием.

Помимо вышесказанного, сегодня нейронные сети активно используются для решения различных задач в области оптимизации процессов. Они позволяют анализировать большие объемы данных и выявлять закономерности, которые могут быть использованы для улучшения эффективности процессов. Например, нейронные сети могут использоваться для прогнозирования поведения сложных систем, таких как химические реакторы или промышленные объекты.

Кроме того, нейронные сети можно использовать для управления процессами в режиме реального времени. Это позволяет быстро реагировать на изменения в условиях работы и корректировать параметры процесса для достижения максимальной эффективности.

Однако, несмотря на все преимущества, использование нейронных сетей также имеет свои ограничения. Одним из них является необходимость большого количества данных для обучения сетей. Кроме того, некоторые процессы могут быть слишком сложными для анализа с помощью нейронных сетей, и в таких случаях необходимо использовать другие методы оптимизации.

Таким образом, НС играют важнейшую роль в современном производстве, обеспечивая его оптимизацию, автоматизацию и повышение качества выпускаемой продукции.

Применение нейронных сетей в производстве предоставляет следующие преимущества:

1. Нейронные сети способны автоматизировать многие процессы, что снижает ручной труд и повышает эффективность производства.

2. Благодаря обучению на больших объемах данных, нейронные сети обеспечивают высокую точность анализа и прогнозирования.

3. Быстрая обработка данных и принятие решений делают нейронные сети идеальным инструментом для производственных процессов.

Нейронные сети и технологии искусственного интеллекта продолжают активно развиваться и перспективными направлениями их развития для решения задач в промышленности является следующее:

- использование нейронных сетей для непрерывного мониторинга производственных процессов, предотвращая отказы и сбои;
- повышение точности прогнозов и анализа данных, что позволит создавать персонализированные продукты и услуги;
- развитие взаимодействия с устройствами Интернета вещей, для создания «умных» производственных системы.

В заключение можно сделать вывод, что применение НС в производственном секторе является одним из перспективных направлений развития технологий и способно существенно повлиять на эффективность и конкурентоспособность предприятий. Однако для успешного внедрения НС необходимо учитывать ряд факторов, таких как наличие квалифицированных специалистов, финансовые возможности и готовность к изменениям. Дальнейшее развитие НС и их интеграция с другими технологиями, такими как Интернет вещей (IoT) и робототехника, может привести к еще более значимым успехам в этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нейронные сети: определение, обработка больших данных и примеры применения / [Электронный ресурс] // Научные статьи.ру : [сайт]. — URL: <https://nauchniestati.ru/spravka/nejronnye-seti-v-obrabotke-bolshih-dannyh/> (дата обращения: 01.04.2024).
2. Использование машинного обучения в различных сферах / [Электронный ресурс] // ItВакансии : [сайт]. —URL: <https://it-vacancies.ru/blog/ispolzovanie-masinnogo-obuceniia-v-razlicnyx-sferax/> (дата обращения: 01.04.2024).

© Прищепо В.С., 2024

Прищепо В.С., Харина А.С.

Уфимский университет науки и технологий

Научный руководитель ассистент *Кучкарова А.А.*

Уфимский университет науки и технологий

Prishchepa V.S., Kharina A.S.

Ufa University of Science and Technology

АНАЛИЗ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ МЕМРИСТОРА НА ОСНОВЕ ОКСИДА ТИТАНА

ANALYSIS OF THE STANDARD MODEL OF A TITANIUM OXIDE MEMRISTOR

Аннотация: В статье рассматривается стандартная модель мемристора на основе диоксида титана. Мемристор похож на резистор с памятью и демонстрирует нелинейную характеристику сопротивления, при которой параметр заряда является переменной состояния. Он может быть использован для создания новых видов электронных устройств с высокой энергоэффективностью и производительностью, а также для создания машин, которые могут учиться и адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды.

Abstract: The article discusses the standard model of a titanium dioxide-based memristor. A memristor is similar to a memory resistor and demonstrates a nonlinear resistance characteristic in which the charge parameter is a state variable. It can be used to create new types of electronic devices with high energy efficiency and performance, as well as to create machines that can learn and adapt to changing environmental conditions.

Ключевые слова: мемристор, модель, вольт-амперная характеристика, нелинейность.

Keywords: memristor, model, volt-ampere characteristic, non-linearity.

В 1971 году американский физик Леон Чуа из Калифорнийского университета в Беркли выдвинул гипотезу, согласно которой должен существовать четвертый базовый элемент электрических схем, который

описывал бы взаимосвязь магнитного потока с зарядом. Чуа назвал его мемристором (от англ. memory — память, и англ. resistor — электрическое сопротивление), что связано с одной из характеристик мемристора, так называемым «эффектом памяти», означающим, что свойства этого элемента зависят от приложенного ранее воздействия.

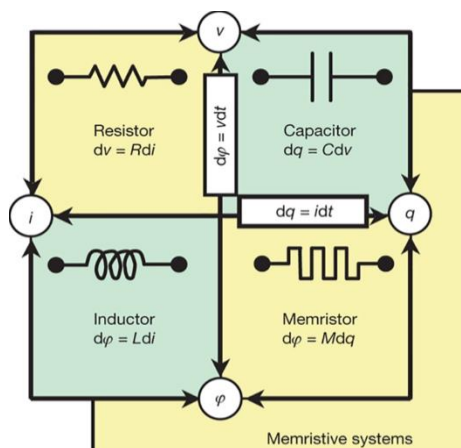


Рисунок 1 – Соотношения между четырьмя фундаментальными электрическими переменными и двухполюсниками, связывающими эти переменные.

Мемристор определяется в качестве элемента электрической цепи, сопротивление которого некоторым образом зависит от прошедшего через него заряда. После отключения напряжения в цепи мемристор не изменяет свое состояние, т.е. «запоминает» последнее значение сопротивления. Для восстановления свойств памяти мемристора необходимо поменять полярность приложенного напряжения.

Мемристоры принципиально отличаются от большинства современных полупроводниковых устройств памяти, в которых для хранения информации используется электрический заряд. Вместо того чтобы хранить данные в виде электрического заряда, мемристоры используют изменения электрического сопротивления. Это означает, что мемристор не подвержен утечкам заряда, которые являются одной из главных проблем для микросхем нанометрового масштаба. Главное преимущество мемристора перед другими типами полупроводниковой памяти заключается в его долговечности и надежности.

Данные могут храниться в мемристоре до тех пор, пока существует материал, из которого он изготовлен.

Мемристоры уже сегодня находят применение в различных областях, включая энергетику, медицину, электронику и компьютерную технику. С учетом быстрого развития новых технологий, они имеют хорошие шансы на широкое использование в будущем: обработка и хранение данных в компьютерных системах, создание гибридных и энергоэффективных устройств, использование в медицинских сенсорах и устройствах, применение в энергоэффективных сверхвысокоскоростных микросхемах.

Особое свойство мемристора заключается в том, что его сопротивление может быть запрограммировано (функция резистора), которое впоследствии сохраняется (функция памяти). В отличие от других видов памяти, существующих сегодня в современной электронике, мемристоры запоминают свое состояние, даже если на устройство не подается питания – то есть они выступают в качестве энергонезависимой памяти.

Для разработки систем искусственного интеллекта, нацеленных на решение сложных когнитивных задач, необходимо использовать достаточно большие массивы синаптических мемристивных элементов с высокой плотностью размещения на “кристалле”, достигаемой в топологии кроссбар (элементы находятся на пересечениях взаимно перпендикулярных электродных шин “битов” и “слов”). В этой ситуации одними из важных требований, предъявляемых к мемристивным элементам, являются малая энергия потребления при резистивном переключении элемента и низкие напряжения РП для эффективной интеграции матриц с современными процессорными КМОП-устройствами, работающими при напряжениях не более 3 В. При этом важным параметром мемристора является пластичность, позволяющая задавать множество промежуточных состояний веса связи между максимальным и минимальным.

В модели мемристора Струкова-Вильямса (К1) используется простая параболическая оконная функция, обозначаемая $f_{sw}(x, i)$. Из-за фиксированной

подвижности ионной легирующей примеси модель не может представить нелинейный дрейф в зависимости от приложенного к мемристору напряжения. Модель полностью описывается следующим набором уравнений (1) и (2). Уравнение (2) описывает оконную функцию, предложенную Струковым и Уильямсом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = k \cdot i \cdot f(x) \\ v = i \cdot [R_{ON}x + R_{OFF}(1 - x)] \\ k = \frac{\mu R_{ON}}{D^2} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$f_{SW}(x) = 4x \cdot (1 - x) \quad (2)$$

где x – переменная состояния мемристора; $k = 1000$ – константа, зависящая от физических параметров мемристора; $\mu = 1 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ – подвижность ионного дрейфа; $D = 10 \text{ нм}$ – длина мемристора; $R_{ON} = 100 \text{ Ом}$ и $R_{OFF} = 16 \text{ кОм}$ – сопротивления включения и выключения мемристора; v – приложенное напряжение; I – ток мемристора; $f(x)$ – оконная функция. Начальное значение переменной состояния x_0 , необходимое для решения уравнения (1) и находится в интервале $[0, 1]$, а его обычное значение равно $0,1$.

Благодаря своим качествам мемристорные устройства могут быть эффективно использованы во множестве практических приложений: память для хранения данных (бинарная и многоуровневая), переключатели в логических электронных схемах, пластичные элементы в нейроморфных системах искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ стандартных моделей на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта. 2024 №2;
2. URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=nano&y=2022&v=17&n=1&a=Nano2201005Пыасов> (дата обращения: 02.04.2024);
3. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Мемристор> (дата обращения: 02.04.2024).

© Прищепо В.С., Харина А.С., 2024

Хамидуллин Р.Р., Плохинов Д.А.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г.Кумертау

Науч. рук. канд. техн. наук *Ишкурова А.Р.*

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г.Кумертау

Khamidullin R.R., Plokhinov D.A.

Branch of Ufa University of Science and Technology in Kumertau

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЛОГЕНЕРАТОРА ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПИТАНИЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

USING A BICYCLE GENERATOR FOR AUTONOMOUS POWER SUPPLY OF MOBILE DEVICES

Аннотация: в данной статье рассматривается возможность использования велогенераторов для автономного питания мобильных устройств, таких как смартфоны, планшеты и другие гаджеты. Приводятся теоретические основы работы велогенератора, анализируются его преимущества и недостатки по сравнению с другими источниками питания. Кроме того, рассматриваются перспективы развития и оптимизации велогенераторной технологии для повышения ее эффективности и снижения затрат на производство.

Abstract: this article discusses the possibility of using bicycle generators for autonomous power supply of mobile devices such as smartphones, tablets and other gadgets. The theoretical foundations of the bike generator are given, its advantages and disadvantages compared to other power sources are analyzed. In addition, the prospects for the development and optimization of bicycle generator technology to increase its efficiency and reduce production costs are being considered.

Ключевые слова: велогенератор, контроллер, аккумулятор, зарядка, автономность, экологичность.

Keywords: bicycle generator, controller, battery, charging, autonomy, ecology.

В современном мире мобильные устройства стали неотъемлемой частью нашей жизни. Однако, большинство из них работают на аккумуляторах, которые требуют периодической подзарядки. В связи с этим возникает необходимость поиска альтернативных источников питания для портативных устройств. Одним из перспективных решений является использование генераторов - устройств, преобразующих кинетическую энергию вращения в электрическую энергию. Одним из таких источников является кинетическая энергия, получаемая от движения, например, от велосипедной езды.

Велогенератор - это устройство, которое преобразует кинетическую энергию движения (энергию, получаемую от вращения педалей) в электрическую. Это позволяет велосипедистам использовать свои велосипеды в качестве источника энергии для различных устройств, таких как мобильные телефоны, планшеты и GPS-навигаторы. Велогенераторы также могут быть полезны для людей, путешествующих на электровелосипедах или электросамокатах, поскольку они обеспечивают дополнительный источник энергии для их устройств.

Велогенераторы состоят из трех основных компонентов: генератора, контроллера и аккумулятора.

Генератор является основным элементом системы и преобразует механическую энергию вращения педалей в электрическую энергию с помощью магнитного поля.

Контроллер регулирует поток тока, поступающего от генератора к аккумулятору, и контролирует уровень заряда аккумулятора.

Аккумулятор накапливает и хранит полученную энергию для последующего использования.

Принцип работы велогенератора заключается в следующем. Когда велосипедист крутит педали, генератор начинает вращаться, создавая магнитное поле, которое взаимодействует с обмоткой статора генератора. В результате этого взаимодействия возникает электрический ток, который поступает на контроллер. Контроллер преобразует переменный ток от

генератора в постоянный ток, необходимый для зарядки аккумулятора, и регулирует уровень напряжения и силы тока для обеспечения оптимальной зарядки.

Аккумулятор накапливает полученную энергию и обеспечивает постоянное напряжение для зарядки подключенных устройств. Когда велосипедист перестает крутить педали, аккумулятор продолжает обеспечивать питание устройств до тех пор, пока не разрядится полностью.

Велогенераторы позволяют велосипедистам быть более автономными и независимыми от стационарных источников энергии. Они могут использоваться для зарядки различных портативных устройств во время длительных поездок или для обеспечения дополнительной энергии при использовании электровелосипедов и электросамокатов.

Кроме того, использование велогенераторов позволяет снизить выбросы углекислого газа в атмосферу, так как они работают на возобновляемой энергии, получаемой от движения педалей велосипеда, а также велогенераторы не требуют дополнительных затрат на электроэнергию, что делает их экономически выгодными по сравнению с традиционными источниками питания.

Несмотря на возможности, которые предоставляют велогенераторы, связанные с автономностью, а также с экологическими и экономическими преимуществами, их использование осложняется по нескольким причинам:

1. КПД велогенераторов обычно ниже, чем у традиционных источников питания, таких как розетки или аккумуляторы;
2. Для эффективного использования велогенераторов требуется определенная физическая подготовка и навыки обращения с велосипедом.

Ввиду вышесказанного, перспективами дальнейшего развития велогенераторных систем, с целью повышения их эффективности и снижения их стоимости можно использовать следующие подходы:

- оптимизация конструкции, за счет улучшения характеристик материалов, используемых в велогенераторах, и разработка новых технологий, позволяющих увеличить КПД устройств;

- применение альтернативных источников энергии, заключающаяся в разработке гибридных систем, сочетающих использование велогенераторов с солнечной или ветровой энергией, что позволит увеличить общую эффективность и снизить зависимость от погодных условий;

- разработка мобильных приложений для управления и контроля работы велогенераторов, что позволит оптимизировать процесс зарядки портативных устройств и увеличить эффективность использования энергии.

Таким образом, велогенераторы представляют собой эффективный и экологичный способ получения энергии для портативных электронных устройств. Их использование позволяет велосипедистам оставаться на связи и повышает удобство использования электровелосипедов и электросамокатов, предоставляя дополнительный источник энергии. Однако для успешного внедрения велогенераторов в повседневную жизнь необходимо продолжить исследования в области повышения их эффективности и снижения стоимости производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Велогенератор обзор конструкций / [Электронный ресурс] // Город мастеров: [сайт]. – URL: https://uslugisantekhnikachelyabinsk.blogspot.com/2019/05/blog-post_113.html (дата обращения: 02.04.2024).
2. Велогенератор LifeSpan Ampera / [Электронный ресурс] // iXBT.Live: [сайт]. – URL: <https://www.ixbt.com/live/chome/velogenerator-lifespan-ampera-postupit-v-prodazhu-v-konce-2023-goda.html> (дата обращения: 02.04.2024).

© Хамидуллин Р.Р., Плохинов Д.А., 2024

Харина А.С., Прищепо В.С.

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» в г. Кумертау.

Науч. рук. ассистент кафедры ТПЛА *Кучкарова А.А.*

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» в г. Кумертау.

Kharina A.S., Prischepo V.S.

Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa University of Science and Technology" in Kumertau.

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ МЕМТРИСТОРА ЛЕХТОНЕНА-ЛАЙХО

ANALYSIS OF LECHTONEN-LAIHO MEMRISTOR MODELS

Аннотация: В статье будет рассмотрен мемристор модели Лехтонена-Лайхо (K5). Они могут быть использованы для создания новых типов электронных устройств с высокой энергоэффективностью и производительностью, а также для создания машин, которые обучаются и адаптируются к изменяющимся условиям окружающей среды и различным практическим применениям: память для хранения данных (двухуровневая и многоуровневая), переключатели логических электронных схем, пластиковые элементы, нейронные искусственные сети. Интеллектуальные системы на основе наноэлектронных компонентов. Было доказано, что при подаче напряжения на металлические контакты анода, заряженные ионы начинают дрейфовать, и граница между двумя зонами смещается. Если на мемристор подается переменное синусоидальное напряжение определенной частоты, вольт-амперная характеристика (ВАХ) приобретает форму, напоминающую треугольник с началом координат в центре.

Annotation: In this article, the Lehtonen-Laiho model memristor (K5) will be considered. They can be used to create new types of electronic devices with high energy efficiency and performance, as

well as to create machines that learn and adapt to changing environmental conditions and various practical applications: memory for data storage (two-level and multilevel), switches for logic electronic circuits, plastic elements, neural artificial networks. intelligent systems based on nanoelectronic components.

It has been proven that when voltage is applied to the metal contacts of the anode, charged ions begin to drift and the boundary between the two zones shifts. If an alternating sinusoidal voltage of a certain frequency is applied to the memristor, the volt-ampere characteristic (ВАХ) acquires a shape resembling a triangle with the origin of coordinates in the center.

Ключевые слова: мемристор, модель, вольт-амперная характеристика, нелинейность.

Keywords: memristor, model, volt-ampere characteristic, nonlinearity.

Введение. В 1971 году. В 2009 году Леон Чуа, американский физик из Калифорнийского университета в Беркли, предположил, что в электрических цепях должно быть четыре ключевых элементов, описывающий взаимосвязь между магнитным потоком и зарядом. Транзистор определяется как элемент электрической цепи, сопротивление которого каким-то образом зависит от проходящего заряда.

Мемристор принципиально отличается от современных полупроводниковых запоминающих устройств, которые используют заряд для хранения информации. Транзистор не хранит данные в виде заряда, а использует изменение электрического сопротивления. Это означает, что мемристор не подвержен утечке заряда, которая является одной из основных проблем чипов нанометрового размера. Основными преимуществами мемристора по сравнению с другими типами полупроводниковых накопителей являются долговечность и надежность. Данные могут храниться в мемристоре до тех пор, пока существует материал, из которого он изготовлен.

Мемристоры уже сегодня находят применение в различных областях, включая энергетику, медицину, электронику и компьютерную технику. С учетом быстрого развития новых технологий, мемристоры имеют хорошие шансы на широкое использование в будущем:

1. Более эффективное хранение и обработку данных в компьютерных системах, таких как сети нейронных машин и синаптические компьютеры,

благодаря их способности изменять свои свойства в зависимости от полученного опыта.

2. Создание более энергоэффективных устройств для хранения информации, которые могут работать дольше от батарей и имеют более высокую плотность хранения данных.

3. Создание гибридных устройств, объединяющих функции мемристоров с другими технологиями, такими как кремниевые транзисторы, для более эффективной и точной обработки сигналов и данных.

Модель Лехтонена-Лайхо (K5). В этой модели мемристора используются чрезвычайно нелинейные зависимости между производной по времени переменной состояния x и между током i и напряжением v мемристора соответственно. Модель полностью описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} i = x^n \beta \cdot \sinh(\alpha v) + \chi [\exp(\gamma v) - 1] \\ \frac{dx}{dt} = a \cdot f_B(x, i) \cdot v^m \end{cases}$$

где β , α , χ , γ , a , m и n – параметры подгонки: $m, n = 5$, $\beta = 150$ мкА, $\alpha = 3,55$ В⁻¹, $\chi = 50$ мкА, $\gamma = 0,07$ В⁻¹, $a = 3,34$. Стандартная оконная функция компании Biolek $f_B(x, i)$ включена в модель мемристора для представления граничных эффектов режима жесткого переключения. Рассмотренная модель мемристора обладает хорошей перестраиваемостью и подходит для представления асимметричных вольт-амперных характеристик, которые соответствуют выпрямляющему эффекту.

Заключение. Благодаря своим качествам мемристорные устройства могут эффективно использоваться в самых разных практических приложениях: в памяти для хранения данных (двух- и многоуровневой), переключателях в логических электронных схемах, пластиковых элементах в нейронных системах искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bondarev V.A., Efanov V.N. Investigation of the robustness of nanoelectronic structures based on resonant tunneling elements// В сборнике: International Seminar on Electron Devices Design and Production, SED 2021 - Proceedings. 2021. С. 9444533.
2. Memristor // Nanowerk [Электронный ресурс] // URL: <https://www.nanowerk.com/memristor.php> (дата обращения: 01.05.23)
3. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ стандартных моделей на основе оксида титана для применения в системах искусственного интеллекта. 2024 №2
4. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.
5. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Принципы формирования математической модели наноэлектронных компонентов квантовых вычислительных комплексов с мемрезистивными ветвями // Системы управления и информационные технологии. 2020. № 1 (79). С. 4-10.

© Харина А.С., Прищепо В.С., 2024

УДК 621.745

Хисаметдинов В.Р.

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
в г. Кумертау, отделение СПО «Авиационный технический колледж»
e-mail: vadimkhisametttdinov@gmail.com

Научный руководитель преподаватель отделения СПО *Ишбердина Ф.И.*

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» в г. Кумертау

Khisametdinov Vadim

Ufa University of Science and Technology branch in Kumertau «Aviation Technical College»

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ЗАГОТОВОК В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

INNOVATIVE METHODS AND ADVANTAGES OF PROTOTYPING CAST BLANKS IN MODERN INDUSTRY

Аннотация. Литейные заготовки играют важную роль в современном машиностроении. Они представляют собой изделия, полученные путем литья металла в специальные формы. Данная статья рассматривает значимость и потенциал инновационного подхода прототипирования литейных заготовок в современной промышленности, преимущества данного метода, ключевые методы его применения.

Annotation. Casting blanks play an important role in modern mechanical engineering. They are products obtained by casting metal into special molds. This article examines the importance and potential of an innovative approach to prototyping cast blanks in modern industry, the advantages of this method, and the key methods of its application.

Ключевые слова: прототипирование, литьё, промышленность.

Key words: prototyping, casting, industry.

Прототипирование в литейном производстве играет важную роль в разработке литейных заготовок. Оно позволяет создавать модели деталей или узлов, проводить тестирование форм, материалов и технологий литья, а также уточнять конструкцию заготовок перед их массовым производством. Развитие инновационных методов прототипирования представляет перспективы для совершенствования промышленных производств и повышения конкурентоспособности предприятий.

Преимущества прототипирования литейных заготовок сочетают в себе ряд значимых преимуществ для производства и дальнейшего использования деталей и узлов:

1. Улучшение качества. Прототипирование позволяет изготавливать и тестировать литейные заготовки до начала серийного производства, что обеспечивает высокое качество и точность их конструкции.
2. Оптимизация дизайна. Создание прототипов позволяет детально изучить форму, размер и параметры заготовок, а также проанализировать и улучшить их конструкцию до начала массового производства.
3. Сокращение времени и затрат. Прототипирование позволяет выявить потенциальные проблемы и ошибки в проектировании заготовок на ранних стадиях, что сокращает время на выполнение исправлений и уменьшает затраты на производство с учетом брака.
4. Точное моделирование. Прототипирование позволяет достичь максимальной точности при моделировании литейных заготовок, обеспечивая соответствие деталей заданным техническим характеристикам.
5. Тестирование материалов и технологий литья. Создание прототипов позволяет тщательно тестировать различные материалы и технологии литья, определяя оптимальные параметры для производства.

Однако, следует также учитывать некоторые недостатки данного процесса:

1. Дополнительные затраты. Создание прототипов требует дополнительных финансовых и временных затрат на разработку и производство.
2. Возможные отклонения от массового производства. Прототипы могут

отличаться от конечного продукта в силу использования специальных материалов и технологий, что может привести к несоответствию характеристик и свойств между прототипами и массовым производством.

3. Риск недостаточной репрезентативности. В случае недостаточно точного моделирования прототипов, они могут не отражать реальную производственную среду и условия эксплуатации, что может снизить их практическую ценность.

4. Возможность потери конфиденциальности: В случае вовлечения сторонних поставщиков или партнеров в процесс прототипирования, существует риск утечки конфиденциальной информации о деталях и узлах.

5. Замедление процесса разработки. При слишком длительном прототипировании возможно замедление всего процесса разработки новых литейных заготовок, что может отразиться на сроках их выпуска на рынок.

Инновационные методы прототипирования литейных заготовок играют важную роль в современной промышленности, обеспечивая улучшение качества, сокращение времени прототипирования и повышение эффективности производства. Ниже приведены некоторые из них:

1. Применение 3D-печати. Технология 3D-печати позволяет быстро и точно создавать прототипы литейных заготовок из различных материалов, включая пластик, металл и керамику. Это позволяет инженерам и дизайнерам проверять форму, размер и конструкцию заготовок в реальном масштабе до начала массового производства.

2. Использование компьютерного моделирования и симуляции. Современные программные средства позволяют проводить детальное компьютерное моделирование процесса литья и поведения материалов. Это позволяет проанализировать и оптимизировать дизайн и технологию литья заготовок, а также предсказать поведение материалов в процессе формовки.

3. Применение инновационных материалов. Разработка и использование новых материалов для создания прототипов позволяет улучшить их свойства, сократить вес и повысить прочность заготовок, что положительно отразится на качестве и эффективности производства.

4. Виртуальное прототипирование. С помощью виртуальной реальности и смоделированных сред производства можно создавать и тестировать прототипы литейных заготовок до их реального изготовления. Это позволяет провести более детальное и реалистичное тестирование, сведя к минимуму количество физических прототипов.

5. Использование методов быстрого прототипирования. Технологии быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) позволяют создавать прототипы литейных заготовок за короткое время с использованием современных методов и технологий, таких как лазерная синтеризация и стереолитография. Использование этих и других инновационных методов прототипирования в современной промышленности способствует ускорению и улучшению процесса разработки и производства литейных заготовок, а также повышению их качества и эффективности.

Вывод. Применение прототипирования литейных заготовок является важным элементом модернизации производства, способствуя улучшению качества и эффективности. Постоянное развитие технологий прототипирования перспективно и будет играть ключевую роль в развитии современной индустрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев А. А. Практическое применение систем быстрого прототипирования // МТТ. – 2008.
2. Гуляев Б.Б. Литейные процессы. М.: Машгиз. – 1960.
3. Ильюшенко Н.В., Уланович А.В., Селезнев В.А. Объемное моделирование и прототипирование в литейном производстве // Современные наукоемкие технологии. – 2013.

© Хисаметдинов В.Р., 2024

УДК 67.02

Шарипов А.З.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. преподаватель *Бабаханова Н.Н.*

Уфимский университет науки и технологий

Sharipov A.Z.

Ufa University of Science and Tehnology

ЛАЗЕРНАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОТЛИЧИЯ

LASER AND PLASMA CUTTING OF METALL: ADVANTAGWS AND DIFFERENCES

Аннотация: Лазерная и плазменная резка - два популярных метода, используемых для резки металлических листов и других материалов. Выбор между лазерной и плазменной резкой зависит от конкретных требований проекта, включая тип и толщину материала, желаемый уровень точности и бюджет.

Annotation: Laser and plasma cutting are to popular methods used for cutting metal sheets and other materials. The choice between laser and plasma cutting depends on the specific requirements of the project, including material type and thickness, desired level of accuracy, and budget.

Ключевые слова: лазерная, плазменная, резка, процесс, металл, точность, параметры.

Keywords: laser, plasma, cutting, process, metal, accuracy, options.

Плоские детали и заготовки из листа по количеству и номенклатуре составляют многочисленную группу продукции заготовительных цехов авиационных заводов. Основную массу этих деталей целесообразно получать в раскройных цехах на высокопроизводительном механизированном и автоматизированном оборудовании, что повышает производительность труда, уменьшает трудоемкость изготовления заготовок и деталей и сокращает сроки

изготовления изделия в целом и его себестоимость. При этом следует учитывать условия конкретного производства с учетом основного критерия: соответствия изделия требованиям конструкторской документации.

Лазерная и плазменная резка - два популярных метода, используемых для резки металлических листов и других материалов. Выбор между лазерной и плазменной резкой зависит от конкретных требований проекта, включая тип и толщину материала, желаемый уровень точности и бюджет.

Рассмотрим основные характеристики лазерной и плазменной резки, их отличия и сходства, а также сравнение обоих методов, чтобы помочь выбрать подходящее оборудование для вашего производства.

1. Лазерная резка - это бесконтактный процесс, который создает разрезы в материале с помощью мощного сфокусированного луча (рис.1). Заготовка поглощает лазерное тепло, что приводит к экспоненциальному росту ее температуры. При достижении точки кипения материал испаряется и образует отверстия. Газ под высоким давлением выводит расплавленный металл, что позволяет производить резку.

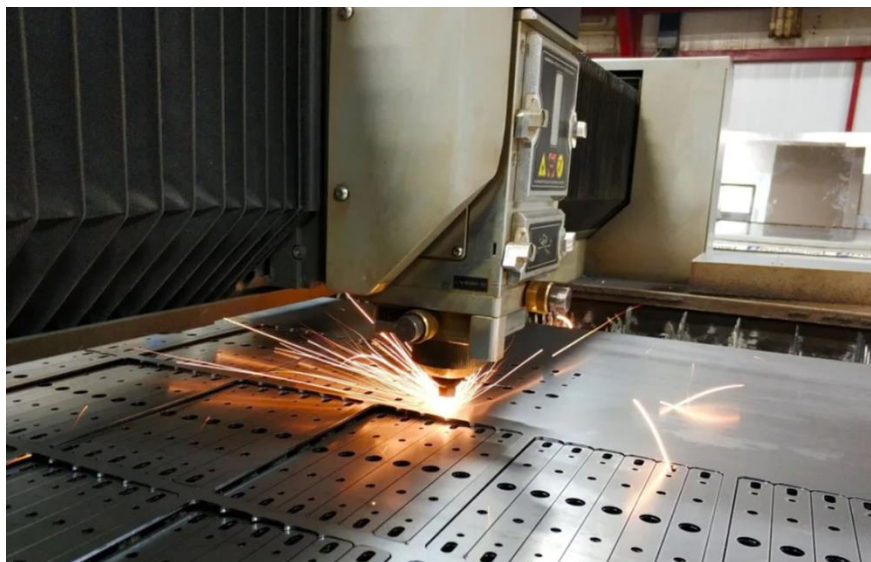


Рис. 1. Лазерная резка металла

2. В плазменной резке используется струя газа, атомы которой находятся в заряженном состоянии (рис.2). Для этого метода необходимо заземлить

заготовку, чтобы она выступала в качестве второго электрода. Когда заряженный газ попадает на материал, он создает полную электрическую цепь между соплом и заготовкой.

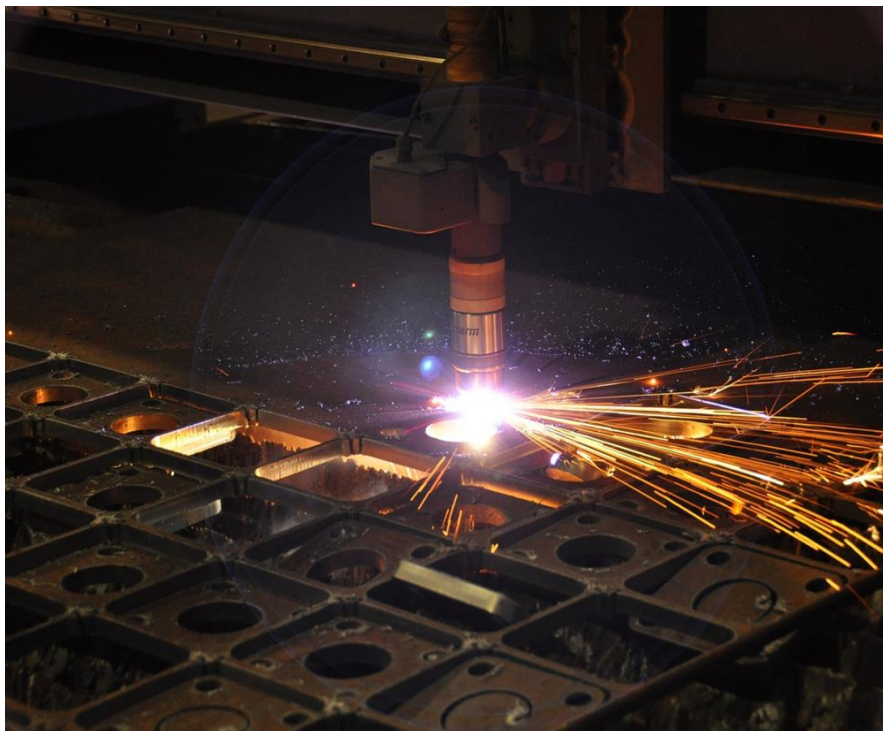


Рис. 2. Раскрой металла плазменным станком

В таблице 1 приведены данные по выполнению конструктивно-технологических параметров при плазменной и лазерной резке.

Таблица 1

Основные конструктивно-технологических параметры при плазменной и лазерной резке

Параметр	Резка лазером	Плазменная резка
Минимально возможный диаметр отверстия	0,3-0,4 толщины материала	0,9-,1,4 толщины материала, но не менее 2-3 мм
Ширина реза	От 0,2 до 0,375 мм, остается стабильной	От 0,8 до 1,5 мм, но меняется ввиду нестабильности дуги

Точность реза	Тонкий, с отклонениями в диапазоне 0,05 мм	В пределах 0,1-0,5 мм
Вырезание внутренних углов	Возможно, с высокой точностью	Возможно, но только с радиусом
Температурное воздействие	Минимальная зона термического влияния	Большая зона термического влияния приводит к деформациям и короблениям

В таблице 2 приведены данные по преимуществам плазменной и лазерной резки.

Таблица 2

Преимуществам плазменной и лазерной резки.

Лазерная резка	Плазменная резка
<p>1. Ширина реза. Лазерные резаки способны производить высокоточную продукцию с минимальным искажением краев, что очень важно для сложных и замысловатых конструкций.</p> <p>2. Скорость Лазерный станок обеспечивает быструю и точную повторяемость в процессе производства, что делает ее идеальной для крупномасштабных проектов.</p> <p>3. Чистота При лазерной резке образуется минимальное количество отходов и, как правило, не требуется никаких дополнительных операций.</p> <p>4. Универсальность Лазер может резать практически все материалы, включая двухмерную или трехмерную резку тонкого металлического листа. Лазерные резаки</p>	<p>1. Повышенная эффективность. Это гораздо более быстрый способ резки металла, чем традиционные методы, такие как распил или шлифование. Кроме того, станки с ЧПУ могут резать металл с высокой степенью точности, что позволяет сократить количество отходов и повысить качество конечного продукта.</p> <p>2. Экономичность. Устройства плазменной резки недороги в приобретении и эксплуатации, и они могут помочь сэкономить на трудовых затратах, сократив необходимость в ручном труде.</p> <p>3. Экологически безопасно Образуется очень мало отходов, так как металл испаряется в процессе резки. Кроме того, станки с ЧПУ практически не создают шума.</p>

<p>могут быть использованы для резки алюминиевых пластин, углеродистой стали, нержавеющей стали, меди, титановых сплавов</p> <p>5. Автоматизация</p> <p>Станки лазерной резки могут быть автоматизированы, что помогает повысить производительность и снизить затраты на рабочую силу. Это также позволяет обеспечить хорошее качество и точность процесса резки</p>	<p>3. Безопасность</p> <p>Станки для плазменной резки также безопасны в использовании. Они представляют собой закрытые системы, которые минимизируют воздействие на операторов вредных испарений и мусора.</p> <p>4. Универсальность</p> <p>Плазморезы могут легко разрезать толстые и тонкие материалы.</p>
--	--

Вывод:

Если вам не требуется высокая точность, вы ограничены в бюджете и хотите легко резать толстые металлические листы, рекомендуется выбрать станок плазменной резки с ЧПУ.

Если необходимо разрезать металлические листы для создания точных резов с высоким уровнем производительности, остановите свой выбор на лазерном станке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров С.И. Лазерная резка металла: технология, преимущества, виды оборудования 2022г. <https://laserstore.ru/>
2. Петров С.И. Виды лазерной резки. Технология и особенности режимов резки лазером 2023г. <https://laserstore.ru/>
3. Петров С.И. Лазерная и плазменная резка металла: принцип работы, преимущества и отличия 2023г. <https://laserstore.ru/>
4. Петров С.И. Лазерная резка алюминия, алюминиевых пластин 2022г. <https://laserstore.ru/>

© Шарипов А.З., 2024

Юлдашев И.Р., Хамидуллин Р.Р.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. доцент *Ишкурова А.Р.*

Уфимский университет науки и технологий

Yuldashev I.R., Khamidullin R.R.

Ufa University of Science and Technology

**ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОДЕРЖИМОГО
ХОЛОДИЛЬНИКА: МОНИТОРИНГ, УПРАВЛЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ**

**INTEGRATED REFRIGERATOR CONTENTS
CONTROL SYSTEM: MONITORING, MANAGEMENT AND
OPTIMIZATION OF FOOD STOCKS**

Аннотация: В данной статье рассматривается интегрированная система контроля и мониторинга содержимого холодильника, которая обеспечивает эффективное управление и оптимизацию продовольственных запасов. В работе рассмотрены вопросы повышения эффективности использования ресурсов, снижения пищевых отходов и улучшения здоровья потребителей. Перспективным направлением в разработке смарт-холодильников выделено предложение разработки интегрированной системы датчиков и мобильного приложения для обычных холодильников.

Abstract: This article discusses an integrated system for monitoring and controlling the contents of a refrigerator, which ensures effective management and optimization of food stocks. The paper considers the issues of increasing the efficiency of resource use, reducing food waste and improving consumer health. A promising direction in the development of smart refrigerators is the proposal to develop an integrated sensor system and a mobile application for conventional refrigerators.

Ключевые слова: холодильник, интегрированная система, контроль, оптимизация, мобильное приложение, список продуктов.

Keywords: refrigerator, integrated system, control, optimization, mobile application, list of products.

С развитием технологий и ростом потребления все больше внимания уделяется оптимизации быта и экономии ресурсов. Холодильник является одним из основных предметов бытовой техники в каждом доме. В современном мире большинство людей проводят большую часть времени на работе и в дороге, что не оставляет достаточно времени для ежедневных задач, таких как покупка продуктов и планирование питания. В результате, многие люди склонны забывать о важных ингредиентах для приготовления еды или обнаруживают, что продукты в их холодильниках портятся из-за неправильного хранения. Кроме того, контроль и управление содержимым холодильника могут быть сложными, особенно когда речь идет о соблюдении диеты или правильном питании. Решением этой проблемы может стать разработка смарт-холодильника для контроля содержимого холодильника, которая позволит контролировать и оптимизировать потребление продовольственных запасов, а также подскажет какие блюда можно приготовить из имеющихся продуктов.

Мировые производители холодильников уделяют все больше внимания разработке смарт-холодильников, которые отличаются от обычных моделей рядом особенностей.

Во-первых, большинство смарт-холодильников оснащены системой контроля температуры, которая позволяет поддерживать стабильную и оптимальную температуру внутри камеры. Это предотвращает порчу продуктов и снижает затраты на электроэнергию.

Во-вторых, управление через смартфон позволяет управлять функциями холодильника (изменять настройки температуры, включать или выключать устройство, а также получать уведомления о состоянии холодильника) через мобильное приложение.

В-третьих, смарт-холодильники используют передовые технологии охлаждения и теплоизоляции, что позволяет сократить энергопотребление и снизить выбросы парниковых газов.

И, наконец, интеграция с умным домом дает возможность управлять ими совместно с другими устройствами.

Таким образом, смарт-холодильники упрощают процесс управления температурой и другими настройками, позволяя улучшить качество хранения продуктов, за счет стабилизации температуры внутри камеры, предотвращая их порчу и потерю вкусовых качеств.

Однако, современные «умные» холодильники предлагают лишь возможности управления температурой и режимом потребления электроэнергии, а также интеграцию в систему «Умный дом», но при этом стоимость таких холодильников в разы выше обычных моделей. Из выше сказанного следует, что смарт-холодильники, для получения большей популярности, требуют дальнейшего развития и расширения функциональных возможностей, которые позволят сделать из него не только необходимый в быту прибором, но устройством, которое станет помощником при составлении списка покупок, отследит сроки годности и подскажет рецепты блюд.

Альтернативой таким холодильникам могла бы стать интегрированная система, позволяющая обычный холодильник оснастить датчиками и сенсорами, а также мобильным приложением.

Датчики устанавливаются в холодильнике и собирают информацию о температуре, влажности, наличии и состоянии продуктов. Данные с датчиков передаются на сервер, который обрабатывает информацию и отправляет ее на мобильное приложение.

Мобильное приложение позволяет пользователю составлять список покупок, контролировать содержимое холодильника и предлагает варианты приготовления блюд, основываясь на имеющихся продуктах. Приложение также может напоминать пользователю о необходимости покупки продуктов или предлагать рецепты блюд с использованием имеющихся продуктов.

Интегрированная система обеспечивает ряд преимуществ для пользователя:

1. контроль и учет содержимого холодильника, пользователь в любое время может посмотреть какие продукты у него есть и сколько их осталось;

2. приложение помогает пользователю составить список покупок на основе имеющихся продуктов, что позволяет экономить время и деньги;

3. предложение вариантов приготовления блюд с использованием уже имеющихся продуктов, экономя время на поиск рецептов;

4. контроль качества продуктов, на основании данных с датчиков температуры и влажности, что позволяет предотвращать их порчу;

5. возможность оснасти системой уже имеющийся холодильник, что существенно сокращает расходы на внедрение системы.

Таким образом, интегрированная система контроля содержимого холодильника является эффективным инструментом для оптимизации продовольственных запасов. Она помогает пользователям экономить время, деньги и усилия, связанные с покупкой и хранением продуктов.

Разработка система контроля и управления содержимым холодильника может значительно облегчить жизнь пользователя и помочь ему соблюдать диету или правильно питаться. Установка датчиков и разработка мобильного приложения с функциями контроля, учета и анализа содержимого холодильника является перспективным направлением в области домашней автоматизации и умного дома.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лучшие умные холодильники. Как выбрать. Рейтинг моделей // smarthomegadget.ru URL: <https://smarthomegadget.ru/luchshie-umnye-holodilniki/> (дата обращения: 2.04.2024)

2. Самые интересные функции современных холодильников // ZOOM.CNews.ru URL: <https://zoom.cnews.ru/publication/item/58992/> (дата обращения: 2.04.2024)

© Юлдашев И.Р., Хамидуллин Р.Р., 2024

**СЕКЦИЯ 2 (СТУДЕНТЫ). ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В
РАЗВИТИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК.**

УДК 658.512.011.56:004.032.26:6219

Салманова Л.В., Даутова З.З., Фаткуллин А.Р.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Кумертау

Salmanova L.V., Dautova Z.Z., Fatkullin A.R.

Branch of Ufa University of Science and Technology in Kumertau

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННО-
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ**

**USING NEURAL NETWORKS FOR MATHEMATICAL MODELLING
OF PROCESS PLASMA- ELECTROLYTIC OXIDATION**

Аннотация: На примере использования многослойного перцептрона и регрессионной нейронной сети рассмотрены возможности их применения для моделирования технологических процессов электролитно-плазменной обработки (ЭПО). Целью работы является установление типа нейронной сети, позволяющей адекватно моделировать технологические процессы ЭПО и получать гладкие зависимости поверхностей отклика.

Abstract: Using the example of a multilayer perceptron and a regression neural network, the possibilities of their application for modeling technological processes of electrolyte-plasma processing (EPO) are considered. The aim of the work is to establish the type of neural network that allows adequately modeling EPO technological processes and obtaining smooth dependencies of response surfaces.

Ключевые слова: нейронные сети, регрессионный анализ, многослойный перцептрон, регрессионная нейронная сеть, сеть с радиально-базисными функциями, плазменно-электролитическое оксидирование

Keywords: neural networks, regression analysis, multilayer perceptron, general regression neural network, network with radial basis function, plasma electrolytic oxidation

Широкое промышленное использование инновационных процессов электролитно-плазменной обработки (ЭПО) замедляется отсутствием надежных моделей и систем управления. Технологический процесс ЭПО характеризуется нелинейной зависимостью между входными и выходными переменными: напряжением источника питания и толщиной покрытия, шероховатостью поверхности, током и т.д.

Выходные параметры (толщина покрытия, шероховатость) являются основными показателями качества поверхности. В соответствии с классификацией, принятой в теории автоматического управления [1], данные показатели являются ненаблюдаемыми. Измерение таких параметров непосредственно во время технологического процесса затруднительно, поэтому в качестве одного из методов их оценки применяется математическое моделирование с использованием средств искусственного интеллекта.

Альтернативой статистической обработке экспериментальных данных с помощью регрессионных моделей является применение искусственных нейронных сетей. Они позволяют моделировать системы при наличии большого числа входных переменных. В настоящее время нейронные сети применяются как составная часть современных информационных технологий для моделирования, контроля, прогнозирования, улучшения качества, автоматизации и оптимизации технологических процессов [2].

Математическое моделирование проводилось для экспериментальных данных, полученных в результате плазменно-электролитического оксидирования алюминия при постоянных напряжениях $U = 450; 500; 550; 600$ В и длительностях обработки $t = 2,5; 5; 10; 20$ мин. по методике, представленной в работе [3].

Адекватность моделей оценивалась по показателю R^2 (коэффициент детерминации), который рассчитывался следующим образом (для j -го отклика):

$$R_{m,j}^2 = 1 - \frac{\sum_{n=1}^{N_k} (y_{j,n} - \hat{y}_{j,n})^2}{y_{j,n}^2}, \quad (1)$$

где $\hat{y}_{j,n}$ – смоделированные значения откликов, $y_{j,n}$ – исходные значения откликов, n – номер строки в k -м множестве примеров, m – номер модели.

Для всех трех типов моделей строились зависимости вида

$$\mathbf{y} = F_m(\mathbf{x}), \quad (2)$$

где $\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}$ – вектор откликов, $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ – вектор факторов.

Для каждого типа строилось по две модели с различными характеристиками.

Нейросетевое моделирование с использованием многослойного персептрона

Многослойный персептрон – нейронная сеть прямого распространения, в которой входной сигнал преобразуется в выходной, проходя последовательно через несколько слоев. Для построения моделей была выбрана нейросетевая структура, имеющая один скрытый слой, 2 входа и 2 выхода. Число нейронов L в скрытом слое варьировалось: для $m=3$, $L=20$, для $m=4$, $L=5$.

В качестве активационной функции скрытого слоя была выбрана гиперболическая тангенциальная зависимость:

$$v_l = \frac{2}{1 + e^{-2z_l}} - 1, \quad (3)$$

где v_l – выход l -го нейрона, z_l – выход суммирующего элемента l -го нейрона:

$$z_l = \sum_{q=1}^Q (w_{l,q} u_q + p_l), \quad (4)$$

где q – номер нейрона в предыдущем слое, Q – общее число нейронов в предыдущем слое, w – вес соответствующего синапса, p – постоянное смещение, u – выход нейрона предыдущего слоя.

Процедура обучения проводилась по алгоритму обратного распространения ошибки Левенберга-Маркуарта, который отличается наибольшим быстродействием [4]. Целевая среднеквадратическая ошибка была установлена на уровне 0,0001, максимальное количество эпох обучения: 500.

Вид поверхностей отклика для обеих моделей приведен на рис. 1. Также приведены экспериментальные точки и указаны доверительные интервалы.

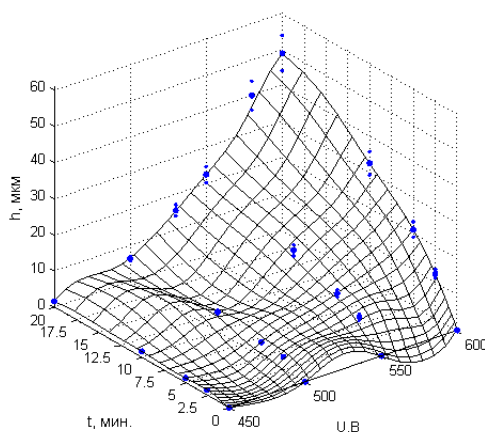


Рис. 1. Результаты моделирования моделирование с использованием многослойного персептрона

Нейросетевое моделирование с использованием сети с радиально-базисными функциями

Сеть с радиально-базисными функциями (РБФ) – нейронная сеть прямого распространения сигнала, имеющая скрытый радиально-базисный слой с числом нейронов, равных числу элементов обучающего множества, и линейный выходной слой. В соответствии с алгоритмом обучения, она формировалась до $L=21$ нейрона в скрытом слое, причем параметр обучения *spread* составлял величины $\sigma = 0,50$ для $m=5$ и $\sigma = 0,35$ для $m=6$.

В качестве активационной радиально-базисной функции нейронов скрытого слоя использовалась функция Гаусса:

$$v_l = e^{-\left(\frac{0,8326 \cdot z_l}{\sigma}\right)^2}, \quad (9)$$

где z – выход суммирующего элемента нейрона, рассчитываемый как расстояние между центром активационной функции, задаваемым весами w , и вектором входных сигналов нейрона u :

$$z_l = \sqrt{\sum_{q=1}^Q (u_q - w_{l,q})^2}. \quad (10)$$

Вид поверхностей отклика модели приведен на рис. 2. Также приведены экспериментальные точки и указаны доверительные интервалы.

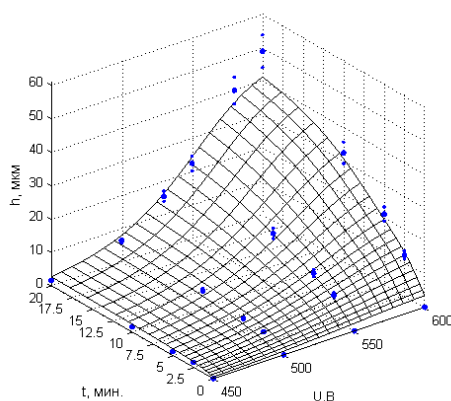


Рис. 2. Результаты моделирования сетью РБФ толщины покрытия

По показателю адекватности обучения все модели соответствуют требованиям: все значения коэффициента детерминации больше 0.95.

По показателю монотонности интерполяции уравнения регрессии и сети РБФ удовлетворяют поставленному требованию соответствия физико-химическому процессу ПЭО – покрытие не может колебательно увеличивать и уменьшать свою толщину в ходе процесса.

По показателю однозначности обучения уравнения регрессии и сети РБФ удовлетворяют поставленному требованию, так как они строятся не по поисковому, а по жестко заданному алгоритму, и результат обучения не зависит от начальных условий. Необходимость неоднократного обучения сети МСП снижает их привлекательность, несмотря на большее быстрое действие.

Проведенные с моделями эксперименты показывают, что при проведении экстраполяции уравнения регрессии дают очень оптимистический прогноз (в плане роста покрытия), особенно модели высокого порядка. Поведение МСП предсказать сложно, так как оно зависит от начальных условий обучения. Прогноз, проведенный с помощью сети РБФ, оказывается достаточно оптимистическим. Поэтому по параметру экстраполяции поставленным требованиям удовлетворяют уравнения регрессии малых порядков и сети РБФ.

Поставленным требованиям к моделям процессов электролитно-плазменной обработки полностью удовлетворяют сети РБФ и частично – уравнения регрессии третьего порядка. Модели процессов ЭПО с помощью сетей МСП строить нецелесообразно.

Выводы

Таким образом, для моделирования процессов ЭПО целесообразно применять нейронные сети с радиальными базисными функциями, которые обеспечивают аппроксимацию поверхности отклика с регулируемой точностью, а также ее гладкую и монотонную интерполяцию. Полученные модели могут использоваться в качестве эталонных моделей в автоматизированных системах управления технологическими процессами ЭПО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. Издание третье, исправленное. Главная редакция физико-математической литературы. – М.: Наука, 1975. – 768 с.
2. Кусимов С.Т., Ильясов Б.Г., Васильев В.И. и др. Модели систем автоматического управления и их элементов. – М.: Машиностроение, 2003. – 214 с.
3. E.V. Parfenov, A. Yerokhin, A. Matthews Small signal frequency response studies for plasma electrolytic oxidation // Surface and Coatings Technology. – 2009. – Vol. 203. – P. 2896-2904.
4. Bishop. Neural networks for pattern recognition. Oxford: University Press, 1995.

© Салманова Л.В., Даутова З.З., Фаткуллин А.Р., 2024

Кусяпов А.В., Лазарев Д.М.

Уфимский университет науки и технологий, филиал в г. Кумертау

cusiapov.aidar@yandex.ru

Kusyapov A.V., Lazarev D.M.

Ufa University of Science and Technology, branch in Kumertau

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ
ПОПУЛЯЦИИ МИКРОРАЗРЯДОВ ПРИ ПЛАЗМЕННО-
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ ОКСИДИРОВАНИИ**

**STUDY OF STATISTICAL DISTRIBUTIONS OF MICRO-DISCHARGE
POPULATIONS DURING PLASMA ELECTROLYTIC OXIDATION**

Аннотация: Оценена кинетика роста плазменно-электролитических оксидных покрытий на сплаве Mg-1%Zn-0,2%Ca в щелочном электролите с различной концентрацией силиката натрия и глицерина. По модели «растворение–осаждение» оценены кинетические коэффициенты, соответствующие росту покрытия, в зависимости от концентрации компонентов электролита и показана их корреляция со свойствами покрытия.

Abstract: The kinetics of growth of plasma-electrolytic oxide coatings on the Mg-1%Zn-0.2%Ca alloy in an alkaline electrolyte with different concentrations of sodium silicate and glycerol was assessed. Using the «dissolution–deposition» model, the kinetic coefficients corresponding to the growth of the coating are estimated depending on the concentration of the electrolyte components and their correlation with the properties of the coating is shown.

Ключевые слова: плазменно-электролитическое оксидирование, статистическое распределение, популяция микрозарядов, аппроксимация.

Keywords: plasma electrolytic oxidation, statistical distribution, population of microdischarges, approximation.

Введение

В настоящее время специалистами уделяется особое внимание магниевым сплавам. Эти сплавы перспективны для применения в изготовлении биомедицинских металлических имплантатов. Однако магний обладает высокой коррозионной активностью, т.е. в организме человека под воздействием кислотно-щелочной среды магний растворяется быстрее, чем может восстановиться человеческая кость. Одним из способов уменьшения скорости растворения магния может являться нанесение на его поверхность защитного покрытия, пассивирующего магниевый сплав в агрессивной среде [1]. Одним из экологически безопасных способов по сравнению с традиционными электрохимическими способами нанесения таких покрытий является плазменно-электролитическое оксидирование (ПЭО) [2]. Важным достоинством данного процесса перед традиционными электрохимическими методами нанесения покрытий является возможность получения биосовместимых покрытий [1, 2]. ПЭО, в том числе магниевых сплавов, сопровождается сложными электрохимическими реакциями и электрофизическими явлениями, механизмы и кинетику которых необходимо углубленно изучать с целью получения покрытий с требуемыми биосовместимыми и биodeградирующими свойствами [3].

На данный момент операционная среда MATLAB, являясь мощным инструментом для исследований, позволяет изучать физико-химические явления в электрохимических процессах [3, 4], в том числе и таких, как плазменно-электролитическое оксидирование. Поэтому целью данной работы является изучение кинетики электрохимических процессов, на примере плазменно-электролитического оксидирования, с применением среды MATLAB.

Для выполнения исследования были построены экспериментальные зависимости плотностей тока в медленном времени $j(t)$ для магниевых образцов из сплава Mg1Ca с крупнозернистой (КЗ) и ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой. При анализе полученных зависимостей были выявлены спады

плотности тока в области перехода системы в новое стационарное состояние в ходе ПЭО.

В среде MATLAB полученные экспериментальные зависимости были аппроксимированы математической моделью вида [3]:

$$j = j_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + 4836,5 \cdot \sqrt{\frac{D}{t}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad (1)$$

где j_0 – начальная плотность тока процесса растворения Mg ; D – коэффициент диффузии Mg в оксидной пленке; τ – постоянная времени трехмерной кристаллизации оксида магния.

Для улучшения качества аппроксимации настраивались верхние пределы рассчитываемых коэффициентов модели (1), при этом качество и достоверность модели контролировались по значениям коэффициента детерминации R^2 . Результаты аппроксимации и экспериментальные значения плотностей тока в медленном времени представлены на рис. 1 (точками показаны экспериментальные данные, линиями – расчетные данные), а значения рассчитанных коэффициентов кинетики сведены в таблице 1.

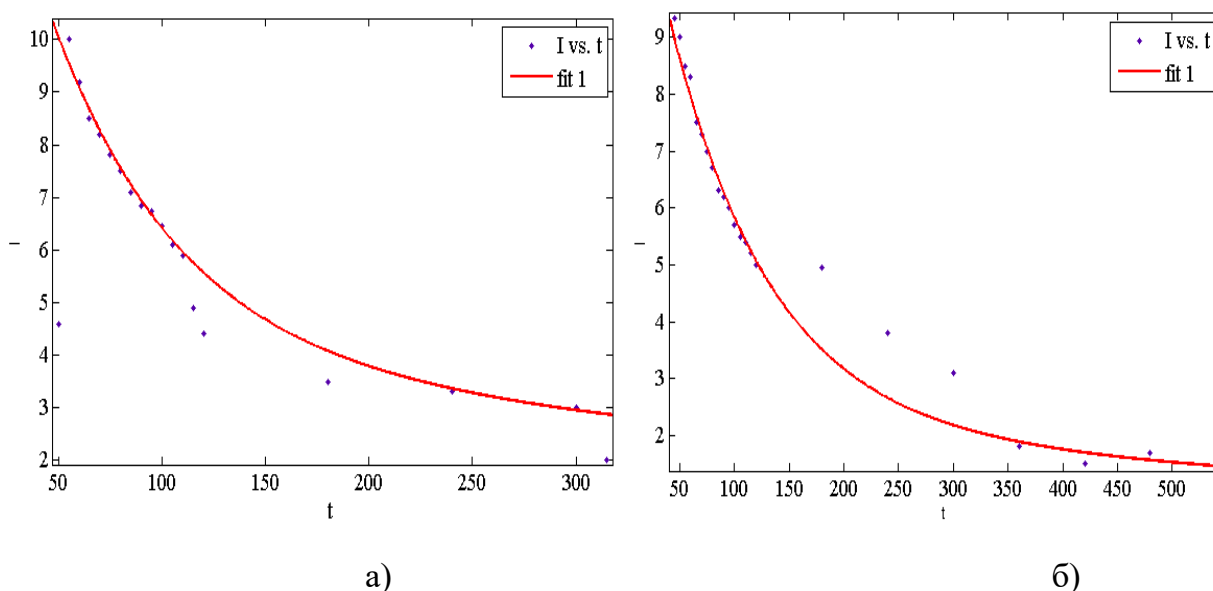


Рис. 1. Результаты аппроксимации и экспериментальные значения плотностей тока в медленном времени: а – КЗ-структура; б – УМЗ-структура

Таблица 1

№ опыта	Структура поверхности	D , $\text{см}^2/\text{с}$	τ , с	i_0 , $\text{А}/\text{см}^2$
1	крупнозернистая	$1,05 \cdot 10^{-5}$	77	15
2	ультрамелкозернистая	$4,86 \cdot 10^{-5}$	50	12

На рис. 2 в виде диаграмм показаны результаты расчета коэффициентов кинетики сплава Mg1Ca. Анализ коэффициентов кинетики показывает, что коэффициент диффузии D для УМЗ структуры больше, чем для КЗ. Постоянная времени процесса осаждения τ для УМЗ структуры меньше, чем для КЗ. Указанные различия могут объясняться тем, что плотность поверхности образца с УМЗ структурой меньше, чем у образца с КЗ структурой.

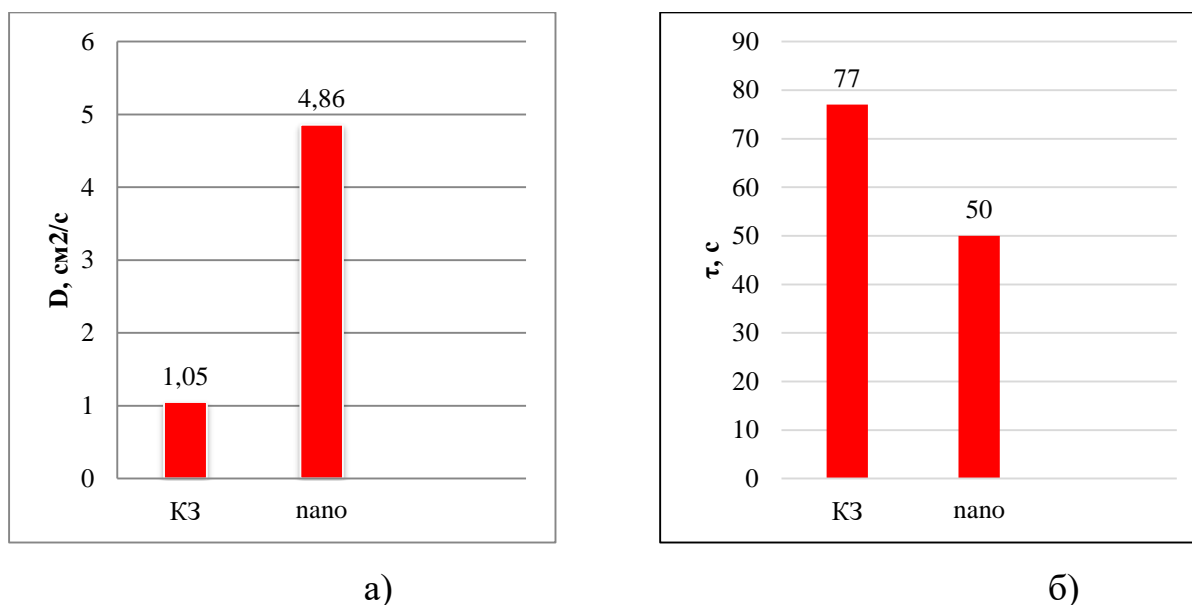


Рис 2. Результаты расчета коэффициентов кинетики сплава Mg1Ca в среде MATLAB: а – коэффициент диффузии D ; б – постоянная времени процесса осаждения пленки τ

Анализ литературных данных показал, что порядок значений коэффициентов диффузии D , которые получены в результате исследования, сопоставим с теоретическими значениями [3, 5] данных коэффициентов для родственных электрохимических процессов растворения и осаждения твердых тел в водных растворах электролитов.

Таким образом, экспериментально показана целесообразность дальнейшего применения среды MATLAB для изучения кинетики как процесса ПЭО магниевых сплавов, так и других родственных электрохимических процессов модифицирования поверхностного слоя металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнеденков С.В., Синебрюхов С.Л., Хрисанфова О.А. и др. Кальций-фосфатные покрытия на резорбируемых магниевых имплантатах // Вестник ДВО РАН, 2011, № 5. – С. 88-94.
2. Суминов И.В., Белкин П.Н., Эпельфельд А.В., Людин В.Б., Крит Б.Л., Борисов А.М. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. В 2-х томах. Том 2. – М.: Техносфера, 2011. 512 с.
3. L.O. Snizhko, A. Yerokhin, N.L. Gurevina et al. Voltastatic studies of magnesium anodising in alkaline solutions // Surface & Coatings Technology, 205 (2010), pp. 1527-1531.
4. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. MATLAB 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.
5. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. – 2-е изд., испр. и перераб. – М.: Химия, КолосС, 2006. – 672 с.

© Кусяпов А.В., Лазарев Д.М., 2024

Салманова Л.В., Даутова З.З., Фаткуллин А.Р.

Филиал Уфимского университета науки и технологий в г. Кумертау

Salmanova L.V., Dautova Z.Z., Fatkullin A.R.

Branch of Ufa University of Science and Technology in Kumertau

**КОНТРОЛЬ (ИСПЫТАНИЯ) И ПРИЕМКА ИЗГОТОВЛЕННОЙ,
ОТРЕМОНТИРОВАННОЙ ИЛИ ПРОШЕДШЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРОДУКЦИИ**

**CONTROL (TESTING) AND ACCEPTANCE OF MANUFACTURED,
REPAIRED OR SERVICED PRODUCTS**

Аннотация: Рассмотрение порядка контроля качества и испытания изделий контролером для выявления несоответствий и обнаружения брака в соответствии с нормативной документацией. Контролер проверяет и документально подтверждает степень соответствия характеристик продукции требованиям и годности к использованию, затем продукция считается принятой и годной. Контролер клеймит продукцию, оформляет сопроводительную документацию, заполняет извещения о предъявлении и приемке продукции.

Abstract: Consideration of the procedure for inspection and testing of products by the controller to identify inconsistencies and defects in accordance with regulatory documentation. The controller checks and documents the degree of compliance of the product characteristics with the requirements and suitability for use, then the products are considered accepted and suitable. The controller brands the products, draws up the accompanying documentation, fills out notices of presentation and acceptance of products.

Ключевые слова: нормативная документация, контроль качества изделий, предварительные и приемочные испытания, опытный образец.

Keywords: regulatory documentation, product quality control, preliminary and acceptance tests, prototype.

Изготовленная (отремонтированная, прошедшая техническое обслуживание) продукция подлежит контролю (испытаниям) и приемке с целью удостоверения ее годности к использованию и обслуживанию в соответствии с требованиями, установленными конструкторской и технологической документацией, руководстве по ремонту, другой нормативной документацией.

Продукцию на контроль необходимо предъявлять совместно с документацией, необходимой для контроля заданных параметров, подтверждающими качество выполнения операций специальных технических процессов, с сопроводительной, предъявительской, пономерной документацией.

Контроль осуществляется в соответствии со стандартами, техническими условиями, эталоном, путем оценки каждого в отдельности параметра контролируемого объекта, а также проверяется комплектность выпускаемой продукции.

Задачей контроля является анализ и выявление брака продукции. Для того чтобы его выявить изделия подвергаются испытаниям.

Контроль и проведение испытаний выполняется с целью:

- определения соответствия сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, продукции, технологических процессов требованиям, установленным в нормативной документации;

- предотвращения использования в производстве несоответствующих этим требованиям материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий;

- предотвращения отправки потребителю готовой продукции, не соответствующей требованиям нормативной документации.

Испытаниям подлежат опытные образцы (партии) и продукция серийного, массового и единичного производства. Опытный образец утвержден в установленном порядке и предназначен для сравнения с ним идентичных изделий. Опытный образец или опытную партию подвергают предварительным и приемочным испытаниям по специально разработанным программам.

При выполнении контрольных операций используется мерительный инструмент и контрольная оснастка, предусмотренная технологическим процессом.

При отрицательном результате контроля деталь (продукция) возвращается для устранения несоответствий, после которых происходит второе предъявление на проверку.

Если по результатам второго контроля детали несоответствия не удалось устранить, принимают решение забраковать ее.

После того как контролер проверит и документально подтвердит степень соответствия характеристик продукции требованиям и годности к использованию, которое осуществляется при положительных результатах контроля качества, продукция считается принятой и годной. Контролер клеймит продукцию, оформляет сопроводительную документацию, заполняет извещения о предъявлении и приемке продукции.

Выводы

Таким образом, контроль изделий и испытания, которым они подвергаются, предотвращают выпуск продукции, несоответствующей требованиям стандартов и нормативной документации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петухова Л.В., Горюнова С.М. Организация контроля и испытаний продукции: учебное пособие, 2013, 115 с.
2. Анастасиади Г.П., Окрепилов В.В., Сильников М.В. Управление качеством промышленной продукции, 2014, 164 с.
3. Дресвянников А.Ф., Колпаков М.Е. Контроль и управление качеством материалов: Прикладные науки, техника, 2022, 440 с.

© Салманова Л.В., Даутова З.З., Фаткуллин А.Р., 2024

УДК 330.4

Ядгарова С.Р.

Кумертауский филиал «Оренбургский государственный университет»

Науч. рук. преподаватель высшей категории *Самохвалова О.И.*

Кумертауский филиал «Оренбургский государственный университет»

Yadgarova S.R.

Kumertau Branch «Orenburg State University»

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ МАСТЕРОМ МАНИКЮРНОГО КАБИНЕТА

MATHEMATICAL CALCULATION OF THE DECISION-MAKING PROCESS BY THE MASTER OF THE MANICURE ROOM

Аннотация: В современном мире нейл-индустрия занимает особое место, так как повышенное внимание к уходу за своим внешним видом увеличивает спрос на услуги маникюра. С другой стороны, каждый предприниматель должен уметь рассчитать свой доход, опираясь не только на идеальные условия, но и обращая внимание на всевозможные стечения обстоятельств.

Abstract. In the modern world, the nail industry occupies a special place, as increased attention to the care of their appearance increases the demand for manicure services. On the other hand, every entrepreneur should be able to calculate his income, relying not only on ideal conditions, but also paying attention to all sorts of circumstances.

Ключевые слова: нейл-индустрия, мастер маникюра, принятие решений, доход, прибыль.

Keywords: Nail industry, manicure master, decision-making, income, profit.

Перед автором исследования стоит актуальная задача, какому оптимальному числу клиентов в день необходимо предоставить услугу маникюра, чтобы получить при этом наибольшую выгоду. Чтобы решить данную задачу воспользуемся теорией принятия решений.

Теория принятия решений – это новое научное направление, затрагивающее нейрофизиологию, психологию, математику, математическую статистику с целью выбора альтернатив из имеющихся возможных решений.

Выделяют два основных метода принятия решений: строгий и эвристический. Строгий метод – это построение некоторой математической модели, что не всегда представляется возможным, в связи с его сложностью.

Эвристические методы принятия решения – методы решения задач в условиях, когда из-за их сложности или недостаточности информации нельзя точно оценить границы их применимости и допустимые ошибки [3, С.99].

Изначально определяется цель, принимающий решения самостоятельно выбирает, каким правилом ему воспользоваться.

Правила делятся на две группы: а) правила принятия решений без использования численных значений вероятности исходов; б) с использованием численных значений вероятности исходов [1, С. 28].

Посчитав все затраты, произведенные мастером маникюра на покупку оборудования, основных и расходных материалов, а также учитывая стоимость 1 часа работы мастера, получим себестоимость процедуры 619,7 рублей. При этом за оказанную услугу определяется стоимость 1000 рублей.

В данном исследовании клиенты формируют спрос – это означает, что возможный исход представляет собой «фактор неопределенности». Попытаемся определить вероятность каждого исхода, для этого составим таблицу 1 возможных решений и соответствующих им исходов [2,С. 22].

Таблица 1

Возможные доходы мастера маникюра за 1 день

		Число клиентов, которое мастер может принять в день			
		1	2	3	4
Число клиентов, которые планируют посетить мастера в день	1	380,3	1,51	-377,28	-756,07
	2	1,51	760,6	381,81	3,02
	3	-377,28	381,81	1140,9	762,11
	4	-756,07	3,02	762,11	1521,2
maxmax		380,3	760,6	1140,9	1521,2
maxmin		-756,07	1,51	-377,28	-756,07

Таким образом, из строки $\max \max = 1521,2$, следует, что мастеру каждый день необходимо принимать 4 клиента, что характеризует мастера как рискованного специалиста. Из строки $\max \min = 1,51$, следует, что в день выгоднее принимать 2 клиента, что характеризует мастера как осторожного человека, который боится рисковать.

Из опыта работы автора исследования отмечено, что в среднем за месяц на маникюр приходят 20 клиентов, причем 2 случая наблюдалось, когда приходил только один клиент в день, 3 случая – 2 клиента, 10 случаев – 3 клиента и 5 случаев – 4 клиента. На основе полученных данных составим таблицу 2.

Таблица 2

Частоты наступления возможных исходов

Возможные исходы испытания	1	2	3	4	Σ
Частота	2	3	10	5	20
Вероятность	0,10	0,15	0,50	0,25	1

Из таблицы 2 следует, что по правилу максимальной вероятности необходимо принимать 3 клиента в день, чтобы увеличить свой доход.

Вычислим теперь средний ожидаемый доход, результаты даны в таблице 3.

Таблица 3

Возможное решение 1

Возможный доход (x)	Вероятность (p)	$x \cdot p$
380,3	0,10	38,03
1,51	0,15	0,23
-377,28	0,50	-188,64
-756,07	0,25	-189,02
Σ	1	-339,4

Рассуждая аналогично, получим возможные решения 2, 3 и 4 равные соответственно 305,91, 780,52 и 686, 2 рублей. Итак, 780,52 рублей –

максимальное значение из четырех возможных решений, что говорит о необходимости принимать 3 клиента в день, чтобы повысить доход.

Рассуждая аналогично, получим возможные решения 2, 3 и 4 равные соответственно 305,91, 780,52 и 686, 2 рублей. Итак, 780,52 рублей – максимальное значение из четырех возможных решений, что говорит о необходимости принимать 3 клиента в день, чтобы повысить доход.

Теперь, по критерию Гурвица, который дает возможность нахождения компромиссного решения, составим таблицу 4.

Таблица 4

Возможные решения согласно критерию Гурвица

Возможное решение	Наибольший доход	Наименьший доход	(наименьший доход)*a=0,4	(наибольший доход)*b=0,6	Σ
1	380,3	-756,07	-302,43	228,18	-74,25
2	760,6	1,51	0,60	456,36	456,96
3	1140,9	-377,28	-150,91	684,54	533,63
4	1521,2	-756,07	-302,43	912,72	610,29

Максимальная сумма равна 610,29, что говорит о необходимости предоставления услуги маникюра четырем клиентам в день.

Таким образом, в результате проведенного исследования рассчитано эффективное число клиентов в день, воспользовавшихся услугой для получения наибольшего дохода мастером маникюра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветрова Г.С., Яковлева Л.А. Исследование операций в экономике: учебное пособие. – Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 76 с.
2. Лавров А.Ю. Управленческие решения: учебное пособие. – Чита: ЧитГУ, 2005. – 212 с.
3. Просветов Г.И. Управленческий учет: Задачи и решения: учебно-методическое пособие. – М.: Издательство РДЛ, 2006. – 272 с. ISBN 5-93840-095-3.

© Ядгарова С.Р., 2024

Митрофанов С.А.

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» в г. Кумертау,
отделение СПО Авиационный технический колледж

Науч. рук. преподаватель *Лунатова Т.Л.*

Mitrofanov S.A.

Branch of FSBEI HE "Ufa University of Science and Technology" in Kumertau,
branch of SPO Aviation Technical College

УТИЛИЗАЦИЯ БАТАРЕЕК: РЕАЛЬНОСТЬ И ТЕНДЕНЦИИ

BATTERY DISPOSAL: REALITY AND TRENDS

Аннотация: Одним из направлений переработки отходов является утилизация батареек. Маленький элемент питания как правило выбрасывают в мусор, не осознавая, что наносят вред окружающей среде. В связи с актуальностью темы, в статье приведены результаты личного наблюдения по количеству использованных батареек за год, рассмотрено состояние перерабатывающей промышленности и основные проблемы.

Abstract: One of the directions of waste recycling is the disposal of batteries. As a rule, a small battery is thrown in the garbage, not realizing that it harms the environment. Due to the relevance of the topic, the article presents the results of personal observation of the number of batteries used per year, considers the state of the processing industry and the main problems.

Ключевые слова: щелочные батарейки, солевые батарейки, утилизация отходов, вредные вещества.

Key words: alkaline batteries, salt batteries, waste disposal, harmful substances.

Батарейки и аккумуляторы на сегодняшний день одни из самых распространённых источников питания для портативных устройств и не только. По данным Минприроды, в России ежегодно потребляется около 1 млрд батареек общим весом более 20 тысяч тонн. За последние годы эти значения практически не изменялись, однако количество применяемых приборов,

использующих их по-прежнему растёт, что означает, что объём потребления увеличивается.[1].

Самыми распространёнными являются щелочные и солевые батареи. Вот например, что можно извлечь из щелочной батарейки: порошок цинка, раствор КОН, оксид цинка, диоксид марганца, графит, углерод. При переработке можно получить от исходной массы около 20% – цинка, 30% – диоксида марганца, 20% – лома чёрных металлов, 15% – электролита, 10% – графита.[2]

Мною было проведено исследование сколько батареек за год в быту использует 1 человек. В результате выяснилось, что 1 человек в быту использует в среднем 7 батареек в год или же 100-200 грамм (рис 1).



Рис 1. Вес использованных за год одним человеком батареек

А с одной семьи в среднем получается более 500 грамм или минимум 30 батареек. У нашей семьи за год получилось более 2 килограммов (рис 2).



Рис 2 – Вес использованных батареек за год семьей

Что происходит с батарейками после окончания их службы? Чаще всего их выбрасывают. При исследовании возник вопрос, а есть ли в нашей стране предприятия по переработке батареек?

Сейчас в России есть 8 активных заводов занимающихся утилизацией батареек. Крупнейшие из них принадлежат компаниям «Мегаполисресурс» и «Национальной экологической компании» (НЭК). Однако с 2022 года начата программа федерального проекта по развитию экономики замкнутого цикла, благодаря чему в 8 федеральных округах появятся Экотехнопарки, на базе которых, в том числе, откроются и новые заводы по утилизации батареек. Но всё же на данный момент утилизируется всего около 5 процентов от общего объёма батареек, 1-1,5 тыс. тонн в год.[4].

Сбором же отработанных питательных элементов в основном занимаются крупные торговые сети или общественные движения и организации.

По данным опроса, проведённого М.Видео-Эльдорадо в мае – июне 2023 года, 82% покупателей заинтересованы в сдаче компактных элементов питания на утилизацию.

В 2022 только три четверти россиян знали об отрицательном и токсичном влиянии захоронения батареек и интересовались программами утилизации. Около 47% опрошенных знали о наличии в стране и в крупных торговых сетях, программ по сбору батареек, а 17% сдавали батарейки в магазинах сетей хотя бы раз.

С 2019 года объёмы сбора пришедших в негодность элементов питания выросли более чем в 6 раз и продолжают увеличиваться, благодаря развитию партнёрства между ключевыми участниками рынка потребительской электроники. [3].

Таким образом на сегодняшний день большая часть батареек просто отправляется на свалку, где их защитное покрытие разрушается, а содержащиеся в них щёлочи и тяжёлые металлы, попадают в почву и воду. А при сжигании батареек на мусоросжигательном заводе вредные вещества попадают в атмосферу. Оседая, после сжигания, или вследствие разложения на

свалках, металлы, содержащиеся в батарейках, могут оказывать негативное воздействие на человека.

Главными проблемами переработки батареек являются:

1. Малое количество заводов, занимающихся их переработкой. Одним из вариантов улучшения ситуации является введение льгот, и возможность государственного финансирования перерабатывающих предприятий.

2. Незрелость инфраструктуры, или её отсутствие, для сбора и сортировки отработанных батарей. Это можно исправить, стимулируя установку специальных контейнеров как частными, так муниципальными организациями, и обеспечив регулярный сбор и вывоз собранной массы на утилизационные предприятия.

3. Слабая информированность населения о возможности сдачи и переработки отработанных батарей, их вреде, и опасности. Информирование возможно при помощи рекламных средств, проведения акций, выделения пунктов приёма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 23.12.2021 N 2425 "Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия: офиц. сайт URL: <https://www.garant.ru> (дата обращения: 28.03.2024).

2. Правильная утилизация батареек. URL: <https://habr.com/ru/articles>(дата обращения: 27.03.2024).

3. Новая технология поможет эффективно извлекать цветной металл из батареек. Уральский федеральный университет. URL: <https://urfu.ru/ru/news> (дата обращения: 28.03.2024).

4. Обухов М. Утилизация батареек в России и сколько это стоит? URL: <https://batareykaa.ru/utilizatsiya-batareek> (дата обращения: 26.03.2024).

© Митрофанов С.А., 2024

**СЕКЦИЯ 3 (СТУДЕНТЫ). АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ГУМАНИТАРНЫХ НАУК.**

УДК 009

Иванова К.А.

Уфимский университет науки и технологий

Ivanova K.A.

Ufa University of Science and Technology

**ГУМАНИТАРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ:
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**HUMANITARIAN EDUCATION IN THE MODERN WORLD:
DEVELOPMENT PROSPECTS**

Аннотация: В статье раскрываются перспективы развития гуманитарных наук и гуманитарного образования на современном этапе. Статья предназначена для тех, кто интересуется перспективами развития гуманитарного знания и гуманитарного образования на современном этапе.

Abstract: The article reveals the prospects for the development of the humanities and humanities education at the present stage. The article is intended for those who are interested in the prospects for the development of humanitarian knowledge and humanitarian education at the present stage.

Ключевые слова: гуманитарные науки, гуманитарное образование, научное знание, ценность знания, высшее образование.

Keywords: humanities, humanities education, scientific knowledge, the value of knowledge, higher education.

Гуманитарные науки занимают центральное место в истории высшего образования. Имея греко-римское происхождение и воплотившись в учебных программах Гарвардского колледжа в 17 веке, гуманитарные науки были основной частью высшего образования на Западе. В конце 19 века, однако,

гуманитарное образование, основанное на гуманитарных науках начало свое постепенное и неуклонное снижение. Тенденции этого спада также зародились на Западе. Новая модель университета, возникшая в Германии, изменила застойное состояние образования, уделяя большее внимание исследованиям и послевузовскому образованию, вместо обучения студентов [2].

Эта тенденция в снижении значимости гуманитарных наук продолжалась и в последующие десятилетия. Вулгаризация образования, акцент на прикладных науках и технических дисциплинах, а также растущее коммерческое влияние на высшее образование стали факторами, которые дополнительно усугубили спад интереса к гуманитарным наукам.

Однако в последнее время наблюдается некоторое возрождение гуманитарных наук. Некоторые университеты и образовательные учреждения начали придавать большее значение гуманитарным наукам и внедрять их в свои программы. Это объясняется осознанием значимости гуманитарных наук для формирования критического мышления, этической осознанности, способности анализировать социальные и культурные проблемы, а также развития общекультурных навыков у студентов. Гуманитарные науки помогают развивать общественное сознание и понимание различных аспектов человеческой жизни, что является важным для формирования толерантного и гармоничного общества.

Таким образом, гуманитарные науки, хоть и претерпели спад в последнее время, начинают снова занимать важное место в высшем образовании. Их значимость для различных сфер жизни и общества признается, что открывает новые возможности для развития и применения этих наук в современном мире [1].

Гуманитарное образование в современном мире имеет значительные перспективы развития:

Во-первых, в условиях глобализации и увеличения социокультурной диверсификации, гуманитарные науки становятся особенно востребованными. Они помогают человеку понимать многообразие культур, историю различных

обществ, развивать культурное пространство, решать сложные этические и межкультурные проблемы.

Во-вторых, гуманитарное образование содействует формированию гражданской позиции, толерантности, критического мышления и развитию культуры диалога. Оно помогает развивать способность анализировать и критически оценивать различные информационные источники, разбираться в сложных социальных проблемах и принимать взвешенные решения.

В-третьих, гуманитарное образование способствует формированию ключевых навыков, необходимых в современном информационном обществе. Это навыки работы с большим объемом информации, критического мышления, коммуникативных навыков, умения анализировать и объяснять сложные явления, а также принимать решения.

В-четвертых, гуманитарное образование может быть основой для развития творческого потенциала и инновационной деятельности. Гуманитарные науки предоставляют огромное количество идей, концепций, методов и подходов, которые могут стать отправной точкой для создания новых технологий, проектов и идей.

Однако, есть также ряд вызовов и проблем, которые необходимо решать для полноценного развития гуманитарного образования. В частности, необходимо совершенствовать учебные программы, обновлять методики преподавания, привлекать профессионалов с высокой квалификацией, разрабатывать новые технологии и форматы обучения. Также важно обеспечить доступность гуманитарного образования для всех слоев населения, независимо от их социально-экономического статуса [3].

Обобщая все выше изложенное, стоит отметить, что на рубеже XX-XXI веков наблюдается кардинальное изменение современного мира и культуры. Одной из значимых черт этих изменений является движение в сторону глобального, информационного, коммуникационного, био-нано-технического развития. Это создает ощущение не просто развития, а события изменения самого строя мысли.

Важно отметить, что это изменение не выводится напрямую из предшествующей интеллектуальной ситуации и требует повышенной рефлексии. Поэтому необходимо отойти от преимущественно технико-экономического понимания приоритетов и результатов научно-технологического развития России и рассмотреть их в исторической перспективе.

Таким образом, гуманитарное образование имеет огромные перспективы в современном мире. Оно способствует развитию толерантности, критического мышления, гражданской позиции, а также формирует необходимые навыки для успешного функционирования в информационном обществе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коллини С. Характер гуманитарных наук. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом ВШЭ, 2016. 264 с.
2. Воробьева О.В. О современном состоянии и перспективах развития гуманитарного знания: взгляд историк. Преподаватель XXI век. 2016. № 4. С. 162–173.
3. Гудков Л.Д. Кризис высшего образования в России: конец советской модели. Мониторинг общественного мнения. 1998. № 4 (36). С. 32–45.

© Иванова К.А., 2024

Иванова К.А., Яппаров Р.Ш.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. ассистент кафедры ЕНиОТД *Иванова К.А.*

Уфимский университет науки и технологий г. Кумертау

Ivanova K.A., Yapparov R.Sh.

Ufa University of Science and Technology

ГУМАНИТАРНЫЕ ЗНАНИЯ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ГАРМОНИЧНО РАЗВИТОЙ ЛИЧНОСТИ МОЛОДЕЖИ

HUMANITARIAN KNOWLEDGE AS THE BASIS FOR THE FORMATION OF A HARMONIOUSLY DEVELOPED PERSONALITY OF YOUNG PEOPLE

Аннотация: Данная статья посвящена изучению важной роли гуманитарных наук в создании основ духовно-нравственного наследия, которое является залогом формирования гармонично-развитого поколения в современном обществе.

Abstract: This article is devoted to the study of the important role of the humanities in creating the foundations of the spiritual and moral heritage, which is the key to the formation of a harmoniously developed generation in modern society.

Ключевые слова: гармонично-развитое поколение, гуманитарные дисциплины, национальная культура, историческое наследие, информатизация общества.

Keywords: harmoniously developed generation, humanities, national culture, historical heritage, informatization of society.

Глубокий кризис гуманистических идей, в котором находится современное общество, ставит перед нами важную задачу – поиск способов возвращения российского социума, особенно молодежной части, к традиционным культурным, нравственным и мировоззренческим ценностям.

Необходимость перехода к гуманитарно-центрированным моделям образования становится все более актуальной.

В современном мире приоритеты молодежи смещаются в сторону материальных благ и индивидуального успеха, что часто идет вразрез с традиционными ценностями, такими как солидарность, социальная ответственность и взаимопомощь. В такой ситуации становится важным обратить внимание на образовательные программы, которые способны воспитывать гуманистическую позицию, развивать этические навыки и формировать культуру диалога.

Гуманитарно-центрированные модели образования направлены на развитие личности во всех ее сферах: интеллектуальной, эмоциональной, нравственной и эстетической. Они ориентированы на формирование самостоятельного мышления, критического взгляда на мир, а также на воспитание социальной активности и толерантности [1].

Один из важных аспектов гуманитарно-центрированных моделей образования – это обучение гражданской истории, культуре и традициям своего народа. Знание своих корней и понимание своей идентичности помогают молодежи ориентироваться во всемирной культуре, сохранять и уважать национальное наследие.

Также важно развивать эмпатию, умение слушать и понимать других. Гуманитарно-центрированное образование помогает молодым людям осознать значимость межличностных отношений, обучается принимать и сопереживать чужие эмоции, вносить нравственные и этические соображения в свои поступки.

Неотъемлемой частью гуманитарных ценностей является развитие интереса к искусству, литературе, философии, истории. Они расширяют кругозор, помогают развить творческое мышление и способствуют формированию критического взгляда на события в мире.

Гуманитарное образование дает молодежи возможность развивать свою интеллектуальную и культурную компетенцию, расширять свой кругозор,

искать ответы на сложные вопросы и становиться активными участниками и творцами своей жизни.

Президент РФ Владимир Путин высказался в поддержку гуманитарных наук, отметив их стратегическое значение для сохранения российского государства.

«Коллега Левицкая (Александра Левицкая, советник президента – ИФ) отнесла эту работу – работу в гуманитарной сфере – к числу стратегических. Полностью с этим согласен», – сказал В.Путин, выступая на съезде Российского союза ректоров.

Как отметил президент, «если мы с вами не сможем воспитать хорошего специалиста, то у нас, конечно, не будет будущего, нам нужны люди со специальными знаниями и навыками».

«Но если мы не сможем воспитать человека с широкими, глубокими, всеобъемлющими, объективными знаниями в гуманитарной сфере, если мы не воспитаем человека самодостаточного, но осознающего себя частью большой, многонациональной и многоконфессиональной общности, если мы этого не сделаем, у нас с вами не будет страны», – заявил В.Путин [3].

И.С. Марьенко, рассматривая проблемы становления личности и формирования гуманистического сознания молодежи, указывает на важность содержания учебного материала, литературных произведений, работы над уточнением и расшифровкой понятий морали, использования дополнительных источников, форм самостоятельной работы для реализации целей воспитания и образования. Он подчеркивает, что содержание учебного материала должно быть направлено на развитие этических ценностей, формирование гуманистического мировоззрения и осознанное отношение к жизни. Литературные произведения играют важную роль в этом процессе, поскольку они помогают учащимся понять и почувствовать этические дилеммы, моральные проблемы и развить эмпатию.

Для более глубокого понимания и расшифровки понятий морали, Марьенко рекомендует использовать дополнительные источники информации,

такие как энциклопедии, интернет-ресурсы и научные статьи. Это поможет получить более полное представление о различных этических системах и их значениях.

Кроме того, Марьенко подчеркивает важность самостоятельной работы учащихся в процессе воспитания и образования. Он считает, что эта форма работы способствует развитию самостоятельности, ответственности, критического мышления и саморефлексии. Такие формы работы могут включать написание сочинений, обсуждение этических дилемм, проведение исследований и многое другое.

В целом, Марьенко подчеркивает, что содержание учебного материала, литературных произведений, использование дополнительных источников и формы самостоятельной работы играют ключевую роль в формировании гуманистического сознания и установления личности у молодежи. Он считает, что эти аспекты должны быть учтены в педагогической практике для эффективного воспитания и образования [2].

Проанализировав научную литературу и многочисленные исследования, мы пришли к выводу, что центром общечеловеческих ценностей обуславливается развитие гуманистического сознания, ценностей подрастающего поколения.

Применение различных видов и форм работ, методик, применяемых на занятиях гуманитарного цикла, позволяет достичь следующих важных изменений в сознании учащихся:

1. Формирование у учащихся принятия себя как уникальной и неповторимой личности. Гуманитарные предметы позволяют учащимся развивать свои индивидуальные способности, интересы и таланты, что помогает им осознать свою уникальность и принять себя такими, какие они есть.

2. Воспитание уважительного отношения и терпимости к окружающим, умения принимать чужое мнение. Гуманитарные предметы способствуют развитию коммуникативных навыков учащихся, а также способности

анализировать и понимать разные точки зрения. Это помогает им развить уважение к другим людям и научиться принимать чужие мнения и идеи.

3. Формирование адекватной самооценки, основывающейся на реальном анализе своих достижений в какой-либо деятельности. Гуманитарные предметы позволяют учащимся самостоятельно оценивать свои успехи и прогресс в различных областях знаний. Это помогает им развить адекватное восприятие себя и своих возможностей.

4. Развитие стремления к успеху и навыков к самосовершенствованию. Гуманитарные предметы помогают учащимся поставить перед собой цели и стремиться к их достижению. Они также развивают способность к саморазвитию и постоянному совершенствованию, что ведет к личностному росту и успеху в разных сферах жизни.

5. Формирование понимания необходимости гуманистического взаимодействия с окружающими людьми. Гуманитарные предметы помогают студентам осознать важность межличностных отношений, эмпатии и социальной ответственности. Они развивают навыки эффективного общения и понимания сознания других людей, что помогает им стать гуманистично настроенными и уметь взаимодействовать с другими людьми в гармонии.

В целом, изучение гуманитарного цикла на уроках способствует развитию личности учащихся, расширению их кругозора и формированию ценностей, необходимых для успешной социализации и взаимодействия с окружающим миром.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева Е.А. Гуманитаризация системы образования: философско-антропологический аспект: автореф. дис. д-ра филос. наук. Красноярск, 2012. 40 с.
2. Марьенко И.С. Нравственное становление личности школьника. М.: Педагогика, 1985. 103 с.

3.Путин В.В. Съезд Российского союза ректоров. Москва, 30.10. 2023. От состояния гуманитарных наук зависит существование России, заявляет Путин - Россия || Интерфакс Россия (interfax-russia.ru).

© Иванова К.А., Яппаров Р.Ш., 2024

УДК 796

Хисамова А.Ф.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. старший преподаватель Мурзагулов И.А.

Уфимский университет науки и технологий

Hisamova A.F.

Ufa University of Science and Technology

ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ И УМЕНИЙ В ИГРУ ТЕННИС НА БАЗЕ ФИЛИАЛА УУН_ИТ В ГОРОДЕ КУМЕРТАУ

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SKILLS AND ABILITIES IN THE GAME OF TENNIS ON THE BASIS OF THE UUNIT BRANCH IN THE CITY OF KUMERTAU

Аннотация: Развитие спортивных навыков для укрепления здоровья является важным аспектом для поддержания высокого уровня физической активности и улучшения качества жизни. Одним из наиболее эффективных видов спорта для развития физических качеств является теннис. Теннис не только помогает улучшить координацию движений, скорость реакции и глазомер, но и способствует развитию выносливости, концентрации внимания и тактического мышления. Регулярные занятия теннисом также положительно влияют на работу сердечно-сосудистой системы, обмен веществ и способствуют снижению веса.

Abstract: Developing athletic skills to promote health is an important aspect for maintaining a high level of physical activity and improving the quality of life. One of the most effective sports for the development of physical qualities is tennis. Tennis not only helps to improve coordination of movements, reaction speed and eyesight, but also promotes the development of endurance,

concentration and tactical thinking. Regular tennis classes also have a positive effect on the functioning of the cardiovascular system, metabolism and contribute to weight loss

Ключевые слова: физическая культура, теннис, развитие навыков

Keywords: physical education, tennis, skills development

Введение

В современном мире занятия спортом играют важную роль для поддержания и укрепления здоровья. Особенно актуально это для студентов, которые, кроме учебы, часто посвящают свое время научной деятельности. Без развития физических качеств и поддержания здоровья на должном уровне сложно достичь успеха в учебе и науке. Поэтому занятия спортом становятся неотъемлемой частью жизни студентов, обеспечивая им активное развитие.

Одним из популярных и эффективных видов спорта, который способствует развитию физических качеств, является теннис. Во время игры в теннис студенты тренируют силу, выносливость, гибкость, координацию движений и скорость реакции. Кроме того, занятия теннисом способствуют эмоциональной и моральной разрядке, что особенно важно для студентов, испытывающих большие умственные нагрузки. Таким образом, теннис становится идеальным выбором для поддержания активного образа жизни и улучшения здоровья студентов.

Методы и принципы исследования

Изучение потребности: в филиале УУНиТ в г. Кумертау, согласно данным преподавателей физической культуры, спрос игры в теннис на занятиях присутствует, так из трех групп, две будут с удовольствием играть в теннис.

Анализ технической базы: в настоящее время в вузе есть 6 столов для игры в теннис и как минимум 20 ракеток, и 10 мячиков, что полностью покрывает необходимую материально-техническую базу

Оценка состояния инвентаря: все столы, сетки, ракетки и мячики, которые есть в наличии полностью в исправном техническом состоянии

Разработка плана мероприятий: посещать зал, для занятий можно в любое удобное время в будние дни. Ежегодно проводятся межвузовские соревнования, в которых каждый может показать свои навыки и умения.

Сбор обратной связи: проводить регулярные опросы среди студентов и сотрудников об их опыте игры в теннис и удовлетворенности условиями для игры.

Результаты и обсуждения

В филиале УУНиТ в г. Кумертау студенты и сотрудники могут развивать свои навыки игры в теннис благодаря наличию материально-технической базы. Это предоставляет возможность участникам образовательного процесса поддерживать физическую форму, улучшать координацию движений и умение работать в команде, а также просто разнообразить свой досуг.

Помимо физического развития, игра в теннис способствует развитию социальных навыков, коммуникации и эмоционального интеллекта. Игроки учатся принимать решения в условиях ограниченного времени, анализировать ситуацию и быстро адаптироваться к изменяющимся условиям игры.

Таким образом, развитие навыков игры в теннис в филиале УУНиТ в г. Кумертау помогает студентам и сотрудникам не только поддерживать свою физическую форму и здоровье, но и развивать личностные качества, необходимые для успешной карьеры и полноценной жизни.

Заключение

Теннис является прекрасным видом спорта, который не только способствует развитию физических навыков, но и улучшает здоровье. Ежегодные межвузовские соревнования по теннису предоставляют возможность каждому желающему проверить свои навыки и посоревноваться с другими участниками. Участие в таких соревнованиях может быть отличным

способом повысить свое мастерство, найти новых друзей и знакомых, а также просто хорошо провести время.

Игра в теннис не требует специального оборудования или дорогих абонементов в спортзал, и доступна каждому человеку независимо от возраста, пола и физической подготовки. Поэтому, если вы еще не занимаетесь теннисом, то самое время начать. Развивайте свои навыки игры, улучшайте здоровье и наслаждайтесь активным образом жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г.Б. Барчукова, В.А. Воробьев. Настольный теннис: Примерная программа спортивной подготовки для детско-юношеских спортивных школ. М.: Советский спорт, 2004-го.
2. Ю.П. Байгулов. Основы настольного тенниса. М.: Ф и С, 1979 год.
3. В. Матьцин. Настольный теннис. Неизвестное об известном. М.: РГАФК, 1995 год.

© Хисамова А.Ф., 2024

Кочетова Г.Р., Хуснуллин Р.Ф., Драгулин А.Э.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. канд. филол. наук, доцент *Кочетова Г.Р.*

Уфимский университет науки и технологий

Kochetova G.R., Khusnullin R.F., Dragulin A.E.

Ufa University of Science and Technology

МЕТОДЫ УЛУЧШЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА РАЗГОВОРНОМ УРОВНЕ

METHODS OF IMPROVED ENGLISH LANGUAGE LEARNING AT A CONVERSATIONAL LEVEL

Аннотация: В данной статье описываются два метода изучения английского языка – погружение в языковую среду и система интервального повторения. Оба метода считаются эффективными для быстрого освоения разговорного английского. Изучение английского может быть сложным и трудоемким процессом, но с правильными методами и стратегиями можно значительно улучшить свои навыки общения на английском языке.

Abstract: This article describes two methods of learning English – immersion and spaced repetition. Both methods are considered effective for quickly mastering spoken English. Learning English can be a challenging and time-consuming process, but with the right techniques and strategies, you can greatly improve your English communication skills.

Ключевые слова: метод, английский язык, языковая среда, интервальное повторение.

Keywords: method, English, language environment, interval repetition.

Метод языкового погружения – это подход к изучению языка, при котором учащиеся полностью или частично погружаются в изучаемый язык. Этот метод часто используется при обучении иностранным языкам, особенно при изучении языка в стране, где он является официальным или широко используется.

Основным принципом метода является создание естественной языковой среды, в которой учащиеся сталкиваются с изучаемым языком в различных ситуациях: в повседневной жизни, на работе, в социальных сетях и так далее. В таких условиях учащиеся вынуждены использовать изучаемый язык для общения, что способствует быстрому приобретению и использованию языковых навыков.

Метод языкового погружения может быть реализован разными способами, в том числе проживанием в стране, где используется изучаемый язык, участием в языковых курсах или программах обмена, прослушиванием аудио- и видеоматериалов на изучаемом языке, чтением книг и статей, общением с носителями изучаемого языка и так далее. Этот метод эффективен, так как помогает создать богатую языковую среду, в которой языковые навыки развиваются естественно и быстро.

Разберем основные причины погружения в англоязычную среду, которые могут помочь ускорить разговорный уровень изучения английского языка.

Постоянная практика: Погружение в англоязычную среду предусматривает ежедневную практику в жизненных обстоятельствах, таких как общение с носителями языка, покупки в магазинах и так далее. Чем чаще мы используем язык, тем быстрее растут наши знания.

Полное погружение в англоязычную среду: Нахождение в среде, где все говорят по-английски, поможет привыкнуть к языку гораздо быстрее, чем в уединении. Это создает атмосферу, в которой вам придется думать и говорить на английском языке.

Родное произношение и интонация: Общаясь с носителями английского языка, мы начинаем копировать их произношение и интонацию, что помогает нам улучшить свое произношение и звучать более непринужденно. Мы также лучше понимаем нюансы языка, такие как акценты и диалекты, что делает нашу речь более подходящей для разных ситуаций.

Активное включение в культуру и общество: Изучение языка – это не только грамматика и словарный запас. Понимание культурных особенностей и

социальных обычаев поможет эффективно использовать язык и адаптироваться к разным ситуациям. Общение с англоговорящими дает возможность познакомиться с местной культурой и традициями.

Мотивация и уверенность: успешное общение на английском в повседневной жизни значительно повышает мотивацию и уверенность в себе. Способность понимать и быть понятым на английском языке дает уверенность в своих знаниях, и мотивация на дальнейшее изучение языка возрастает.

Система интервального повторения (СПР) – это метод обучения, который основан на повторении материала через определенные промежутки времени, которые оптимальны для эффективного закрепления информации. СПР базируется на принципах работы человеческой памяти, где информация лучше запоминается при повторении через определенные интервалы времени. В рамках этой системы материал представляется в форме карточек или вопросов. В начале обучения интервалы короткие, чтобы обеспечить лучшее закрепление информации, а затем увеличиваются по мере изучения материала.

Способы использования данного метода для ускоренного изучения английского языка на разговорном уровне.

1. Изучение новых слов или фраз:

– Создайте карточки с новыми английскими словами с одной стороны и их переводом на вашем родном языке с другой.

– Начните с малого количества карточек и повторяйте их ежедневно, увеличивая интервал между повторениями по мере запоминания слов или фраз.

– Используйте приложения для изучения языков, такие как Anki или Quizlet, для организации и повторения карточек.

2. Аудирование и произношение:

– Найдите аудиоматериалы на английском языке (аудиокниги, подкасты, новости, видео) и прослушайте их, обращая внимание на произношение и интонацию.

– Повторяйте за дикторами или персонажами, имитируя их произношение и записывайте себя, сравнивая свое произношение с оригиналом, чтобы исправить ошибки.

3. Практика разговорной речи:

– Найдите партнеров по языковому обмену и присоединяйтесь к англоязычным группам, чтобы практиковать разговорные навыки.

– Обсуждайте разные темы, играйте в ролевые игры, устраивайте дебаты с партнерами.

– Записывайте свои мысли и впечатления на английском языке в свой ежедневник, чтобы улучшить навыки письма.

– Используйте приложения Tandem и HelloTalk для поиска партнеров для разговорной практики.

Итак, несмотря на разнообразие методов изучения английского языка, эффективным будет тот, который подходит лично вам и который вы сможете использовать в своей повседневной жизни с удовольствием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эванс Вирджиния, Дули Дженни - Grammarway 3. Book with Answers. Pre-Intermediate. М.: Express Publishing, 2019. 45 с.
2. Harrison Mark, Paterson Ken - Oxford Practice Grammar Basic. М.: Oxford City Press, 2019. 109 с.
3. Раймонд Мерфи - Английская грамматика, 5 издание. М.: Cambridge ELT, 2019. 187 с.
4. Ruth Gairns, Stuart Redman - Oxford Word Skills Intermediate Vocabulary (Second Edition). М.: Oxford University Press, 2020. 41 с.

© Кочетова Г.Р., Хуснуллин Р.Ф., Драгулин А.Э., 2024

Свистунова В.А., Кочетов В.Е.

Оренбургский государственный медицинский университет

Науч. рук. преподаватель *Свистунова В.А.*

Оренбургский государственный медицинский университет

Svistunova V.A., Kochetov V.E.

Orenburg State Medical University

TYPES OF MEDICAL THERMOMETERS

ВИДЫ МЕДИЦИНСКИХ ТЕРМОМЕТРОВ

Abstract: This article discusses the types of medical thermometers, namely devices with which anyone can understand that they have health problems. Elevated body temperature is the body's reaction to viruses and pathogens. Anyone can measure the temperature: from infants to people with limited mobility.

Аннотация: В данной статье рассматриваются виды медицинских термометров, а именно приборов, с помощью которых любой человек может понять, что у него проблемы со здоровьем. Повышенная температура тела – это реакция организма на вирусы и болезнетворные микроорганизмы. Измерить температуру можно кому угодно: от грудничков до маломобильных граждан.

Keywords: medical thermometers, medical devices, health.

Ключевые слова: медицинские термометры, медицинские приборы, здоровье.

An infrared thermometer. The infrared thermometer has its advantages: – it is suitable for measuring the temperature of a patient who is unconscious or asleep; – it is possible to measure the temperature of newborns; – it is not necessary to apply the device to the body; – backlit options are available; – you only need to wait 2 seconds for the measurement; – very convenient to use; – the device is also suitable for measuring ambient temperature, water; – additional features include removable sterile tips and a shockproof housing.

There are disadvantages to this type of thermometer: – high price; – not suitable for basal temperature measurement.

The operation of such devices is based on the presence of an ultra-sensitive component that reacts to infrared rays emanating from the human body. All information is displayed on a liquid crystal display. You can find out that the device has completed its work by an audible signal. If the device is illuminated, then you can see the readings even at night.

Rectal thermometer. With the help of such devices, it is possible to monitor the state of human health. This device is able to show the temperature measured in the anus. They are usually used by women. With the help of such thermometers, you can monitor the state of childbearing function, which will help you find out the hormonal background on different days.

It is also used to measure body temperature in children – this should be done only when the child is calm. The thermometer should be inserted into the anus by a maximum of 5 centimeters. It is recommended to use a lubricant during the procedure. A baby cream or lubricant is suitable for this. They wait for a few minutes, then they take out the thermometer and look at the indicators. After use, the tip of the device is treated with an antibacterial cloth.

Let's list the advantages of such thermometers: – an audible alarm is heard after the measurement is completed; – well suited for children under 3 years of age; – ease of use; – since the sensor is located on the tip, it does not need to be inserted too deeply for measurement.

Also, such thermometers have their disadvantages: – short-lived; – high cost.

Thermometer sticker. To measure, the forehead must be clean and dry. The thermometer is applied to the middle of the forehead, while the device should be held on both sides. Do not touch the numbers with your fingers. If you use a sticker, it takes 20 seconds to find out the temperature. It is forbidden to use the sticker thermometer under bright lamps or direct sunlight.

The advantages of such sticker thermometers: – they can be used many times; – they measure the temperature as quickly as possible; – small size; – do not need

batteries to work; – the composition contains no mercury and components harmful to humans; – it is especially convenient to use on trips; – can be used to measure the temperature of sleeping children; With their help, you can monitor whether the temperature drops.

Of the disadvantages, the following can be noted: – the sticky layer loses its properties over time, so you have to press the sticker thermometer with your hands to your forehead.

Liquid Thermometer. It consists of a scale, a capillary tube, a liquid, a bypass chamber, and a thermometer ball. The principle of its operation is in the properties of liquids to expand and contract.

Advantages of liquid thermometers: – wide application; – high measurement accuracy; – ease of use. – they also have their disadvantages: – it is impossible to automatically record readings; – poor visibility of the scale. A pressure gauge is used to measure the temperature of gaseous and liquid neutral media.

Thus, both mercury and digital devices are suitable for household use – they are universal. If you need a thermometer for an infant, then you should choose a device for rectal use or a pacifier thermometer. During the activation of various viruses, an infrared contactless device becomes indispensable. Such a model suitable for use in schools, universities, events and conferences where many people are present.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рык П.В., Царькова С.А., Ваисов Ф.Д. Медицинская термометрия: методы и способы регистрации температуры тела. Учебное пособие. – Екатеринбург, 2010. – С.12.
2. Яромич И.В. Сестринское дело: учебное пособие.– 6-е издание, испр. – М.: Издательство Оникс, 2007. – 464 с.

© Свистунова В.А., Кочетов В.Е., 2024

Кочетова Г.Р.

Уфимский университет науки и технологий

Kochetova G.R.

Ufa University of Science and Technology

"TECHNICAL ENGLISH" AS AN ADDITIONAL GENERAL EDUCATION PROGRAM

«ТЕХНИЧЕСКИЙ АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК» КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Abstract: This article examines the practical significance of an additional general education program, which consists in the fact that it contributes to a more successful acquisition of knowledge and skills in the field of "Technical English" through the development of students' independence and optimization of teaching tools and methods.

Аннотация: В данной статье рассматривается практическая значимость дополнительной общеобразовательной программы, которая заключается в том, что она способствует более успешному овладению знаниями и умениями по направлению «Технический английский язык» через развитие самостоятельности обучающихся и оптимизацию средств и методов обучения.

Keywords: additional general education program, technical English.

Ключевые слова: дополнительная общеобразовательная программа, технический английский язык.

In order to comfortably read technical literature, communicate with foreign colleagues, listen to English-speaking speakers and understand the interlocutor, it is necessary to know English.

The main purpose of this course is to help students master the ability to communicate professionally, read the Internet pages fluently and with their help become more familiar with the world of the studied language through the customs

and traditions of English-speaking inhabitants of the planet, as well as learn active command of language material, reading and translation with a dictionary of literature of medium and increased complexity in the specialty. The exercises are aimed at building vocabulary, overcoming translation difficulties and acquiring conversational skills.

Today, the Internet integrates and unites most global networks and has millions of servers scattered around the world. The Global Web, or World Wide Web (WWW), makes it possible to use a huge amount of information on a wide variety of topics. A new technology – the Internet is ready to replace the methods of network sharing in various organizations and companies.

Powerful software, ease of sharing information, simplification of communications, the ability to flexibly solve global problems, speak at conferences and webinars – all this gives the Internet.

The methodological approach to the study of this course involves purposeful independent and collaborative learning in a group, guided and supervised by teachers. The optimal form of organization of the educational process for this training course is full-time and part-time. Full-time and distance learning requires the direct presence of students in the classroom and is the most common form of organizing classes using traditional methods of presenting material – practical classes.

The training provides for the use of ICT and other technical means.

The number of full-time and part-time students should not exceed 12-15 people per lesson. Each student of the course must have access to a computer during the entire training period (including homework). A multimedia projector is needed to demonstrate the material in practical classes.

The program "Technical English" is designed for 72 academic (practical) hours and is intended for students with secondary (full) general education.

The practical purpose of this course is to form the listener's ability and readiness for intercultural communication, which involves the development of skills of indirect written (reading, writing) and direct oral (speaking, listening) foreign language communication.

The above defines the most important tasks, the consistent solution of which brings us closer to achieving the set goal: - determine the initial level of students' knowledge; - to consolidate the basic grammatical structures; - to provide skills in working with original literature, both general social topics and topics in the specialty; - to provide a lexical minimum for the implementation of intercultural communication; - to ensure the mastery of practical conversational skills of understanding by ear, responding within a given situation.

Upon completion of the program, the student acquires the following knowledge and skills: - the main phonetic features of the language; - basic grammatical forms, structures; - a lexical minimum that allows you to achieve the level of foreign-language intercultural and professionally oriented communicative competence; - to know the lexical minimum - to know up to 4000 of the most frequent and semantically valuable lexical units of general social, intercultural, as well as professionally oriented topics; - master the basic grammatical forms - for oral and written forms of communication; - be able to conduct a conversation-dialogue of a general nature, observe the rules of speech etiquette that meet the level of foreign-language professionally oriented communicative competence; - read literature on the specialty without a dictionary in order to find information; - translate texts in the specialty with a dictionary.

The program: – provides an introduction to the basic practical skills of working with language material on the Internet; – covers issues of practical use of acquired knowledge in solving emerging problems; – allows for the possibility of variation depending on the level of training and intellectual level of students (both group and individual).

Thus, the novelty lies in the fact that with the completion of the courses, the listener will not only have a large stock of active vocabulary, not only will he correctly use grammatical constructions in speech, but most importantly, the student of the courses will be able to easily communicate in any situation. The pedagogical expediency of the program lies in the fact that it allows students to learn a sense of

language, linguistic intuition. And this is very important when learning a foreign language.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иваненко Т.И. Английский язык. Сборник текстов и упражнений: учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 77 с.
2. Агабекян И.П., Коваленко П.И. Английский для инженеров. Серия «Учебники и учебные пособия. – Ростов н/Д: «Феникс», 2015. – 320 с.
3. Стрельцов А.А. Научно-технические тексты: от понимания к переводу: учеб. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2012. – 398 с.

© Кочетова Г.Р., 2024

УДК 658.512.011.56:004.032.26:6219

Салманова Л.В., Даутова З.З.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. канд. филол. наук, доцент *Кочетова Г.Р.*

Уфимский университет науки и технологий

Salmanova L.V., Dautova Z.Z.

Ufa University of science and Technology

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

METHODS OF OBTAINING THE WORKPIECE

Аннотация: При выборе способа получения заготовки необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали и снижению трудоемкости заготовительных операций. Для доказательства экономической целесообразности предлагаемого способа получения заготовки проводят его технико-экономическое обоснование. Для изготовления детали «Болт» сравнили два метода получения заготовки поковка и штамповка. На основании проведенного анализа был

выделен наиболее рациональный метод, который был бы экономически оправдан в перспективе.

Abstract: When choosing a method for obtaining a workpiece, it is necessary to strive for the maximum approximation of the shape and size of the workpiece to the parameters of the finished part and reduce the complexity of the procurement operations. To prove the economic feasibility of the proposed method of obtaining a billet, a feasibility study is carried out. For the manufacture of the bolt part, two methods of obtaining the workpiece were compared: forging and stamping. Based on the analysis, the most rational method was identified, which was economically justified in the long term.

Ключевые слова: заготовка, штамповка, ковка, прокат, отливки.

Keywords: blank, stamping, forging, rolling, casting.

The method of obtaining a workpiece is determined primarily by the configuration of the part and the material from which it is made: is the material poured or stamped, is it possible to stitch a hole of such a diameter and depth, etc. The type of production must be taken into account, since with increasing serial production it becomes possible to obtain more accurate and complex workpieces, providing greater savings in metal.

In total, four types of workpieces are used in mechanical engineering: 1) billets obtained from long products; 2) workpieces obtained by pressure (forgings, stampings); 3) blanks obtained by casting (castings); 4) blanks obtained by welding rolled, cast or stamped parts.

The blanks for parts of the “shaft” class are most often either rolled sections or stamping. Stamping is used for the manufacture of medium and large shafts of complex configuration, with a large difference in diameters, as well as with special requirements for the structure of the metal and with sufficiently large production volumes.

Based on the analysis, the most rational one should be identified, which would be economically justified in the future. When choosing a method for obtaining a workpiece, it is necessary to strive to bring the shape and dimensions of the workpiece as close as possible to the parameters of the finished part and reduce the labor intensity of procurement operations. To prove the economic feasibility of the proposed method of obtaining a workpiece, a feasibility study is carried out.

To manufacture the “Bolt” part, we will compare two methods of obtaining a workpiece: forging and stamping.

Forging is a metal forming process. Forgings of machine-building parts are most often produced by forging, hot die forging and cold die forging. Technologies for producing forgings differ depending on the manufacturing method. Therefore, the development of a technological process for producing a forging is preceded by the stage of choosing a rational manufacturing method.

In many cases, precise selection of the most rational method for producing a forging is a rather difficult task, since often several methods of forming at once can reliably ensure the fulfillment of the technological and operational requirements for the part.

The feasibility of using a particular method must be assessed taking into account a large number of factors, as well as technical and economic indicators (for example, material utilization rate - rum, cost, etc.) achieved with various methods of producing forgings.

Therefore, at the initial stage of determining a rational method for producing a forging, it is advisable to take into account only some of the most characteristic criteria that influence the choice of a method for producing a forging.

Among these criteria we highlight the following: – batch size of manufactured parts (nature of production: single, small-scale, large-scale, etc.); – dimensions and weight of the part; – the material from which the part is made; – geometry of the part.

To develop the technological process for manufacturing the “Bolt” part, two methods of obtaining a workpiece, stamping and forging, were considered

Below in the text is Figure 1, a sketch of a workpiece obtained by stamping.

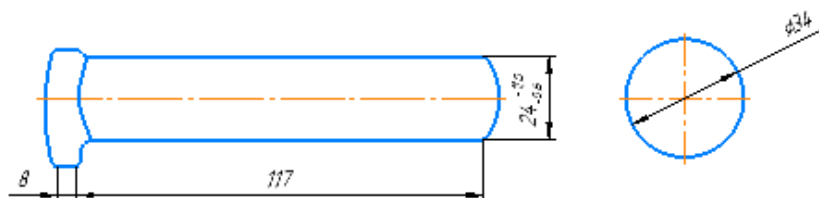


Figure 1 – Sketch of the workpiece obtained by stamping.

Let's consider obtaining a workpiece using the stamping method, which is shown in Figure 1.

At this design stage, when there is no data on the dimensions of the stamping, its mass can be determined approximately using formula (1):

$$m_3 = \rho \cdot V_3, (kg) \quad (1)$$

where ρ – density of material 30XГCH2A, kg/m^3 ;

V_3 – workpiece volume; mm^3 calculated on the basis of its drawing by breaking it down into elementary geometric shapes.

We determine the volume of the workpiece obtained by method 1 (stamping) using formula (2):

$$V_1 = \Pi R^2 \cdot h, (mm^3) \quad (2)$$

We calculate the volume of the cylinders using formula (2):

$$V_1 = 3,14 \cdot 17^2 \cdot 10 = 9074,6 (mm^3)$$

$$V_2 = 3,14 \cdot 12^2 \cdot 117 = 52902,72 (mm^3)$$

We determine the volume of the workpiece using formula (3):

$$V_3 = V_1 + V_2, (m^3) \quad (3)$$

We calculate the volume of the workpiece using formula (3):

$$V_3 = 9074,6 + 52902,72 = 61977,31 mm^3 \approx 0,062 (m^3)$$

We calculate the mass of the workpiece using formula (1):

$$m_3 = 7,77 \cdot 0,062 = 0,482 (kg)$$

We calculate the coefficient of use of materials during stamping:

$$k_{u.m.l} = \frac{0,220}{0,482} = 0,45$$

Let's consider obtaining a workpiece using the forging method, which is shown in Figure 2.

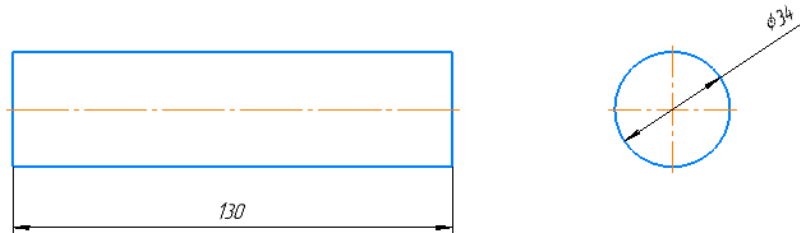


Figure 2 – Sketch of a workpiece obtained by forging

At this design stage, when there is no data on the size, its mass can be determined approximately using formula (1):

$$m_3 = 7,77 \cdot 0,118 = 0,917 \text{ (kg)}$$

We calculate the volume of the workpiece using formula (2):

$$V_3 = 3,14 \cdot 17^2 \cdot 130 = 117969,8 \text{ (mm}^3\text{)} \approx 0,118 \text{ (m}^3\text{)}$$

We calculate the coefficient of material utilization during forging:

$$k_{u.m.н} = \frac{0,220}{0,917} = 0,23$$

Conclusion: comparing the indicators of the materials used, we select a workpiece obtained by stamping. Due to the fact that in mass production it is not advisable to use a workpiece obtained by forging.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянова И.О., Клепиков В.В. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки: учебное пособие для студентов. – М.: ФОРУМ, 2020. – 304 с.: ил.
2. Ильянков А.И. Основные термины, понятия и определения в технологии машиностроения: учебное пособие для студентов. – М.: Академия, 2019. 288 с.
3. Ильянков А.И., Новиков В.Ю. Технология машиностроения: Практикум и курсовое проектирование: учебное пособие для студентов. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2021. – 432 с.
4. Миронов М.Г., Загородников С.В. Экономика отрасли (машиностроение): учебник для студентов. – М.: ИНФРА – М., 2020. – 320 с.

© Салманова Л.В., Даутова З.З., 2024

Таймасов И.Р., Андреев К.П.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. преподаватель *Исангулов Ф.С.*

Уфимский университет науки и технологий

Taimasov. I.R., Andreev K.P.

Ufa University of Science and Technology

БЕЗРАБОТИЦА В КУМЕРТАУ (2019-2023)

UNEMPLOYMENT IN KUMERTAU (2019-2023)

Аннотация: В исследовательской работе дается краткая информация о Центре занятости населения в г. Кумертау с демонстрацией видео-интервью с его руководителем Соломко Л.Г. В работе раскрываются основные понятия, связанные с темой безработицы, в целом: трудоспособное население, безработица и безработные, виды безработицы и др.

Abstract: The research paper provides brief information about the Employment Center in Kumertau with a demonstration of a video interview with its head L.G. Solomko. The paper reveals the basic concepts related to the topic of unemployment in general: the working-age population, unemployment and the unemployed, types of unemployment, etc.

Ключевые слова: безработица, рынок труда, коэффициент напряжённости, уровень безработицы.

Keywords: unemployment, labor market, tension coefficient, unemployment rate.

Цели и задачи исследовательской работы

1. Проанализировать статистические данные по безработице в г. Кумертау за 2019 – 2023 годы, выявить основные проблемы, сформулировать выводы и рекомендации.

2. Прививать студентам навыки и умения исследовательской работы.

План исследовательской работы.

1. О Центре занятости населения в г. Кумертау.

2. Безработица и ее основные виды.

3. Краткие пояснения к отдельным статистическим показателям.

4. Анализ основных статистических показателей безработицы в г. Кумертау за 2019 – 2023 годы.

5. Вакансии рабочих мест по г. Кумертау.

6. Основные выводы и рекомендации.

В работе рассматриваются статистические данные по безработице в г. Кумертау за 2019-2023 годы по следующим вопросам:

1. Количество обратившихся граждан в целях поиска подходящей работы (человек)

2. Признаны безработными за отчетный период (человек)

3. Уровень безработицы от экономически активного населения в % на конец периода

4. Количество безработных на конец периода (человек)

5. Количество вакансий заявленных работодателями

6. Коэффициент напряженности (число незанятых граждан на 1 вакансию)

8. Уровень трудоустройства в %

7. Количество трудоустроенных граждан, человек

9. Экономически активное население на конец периода (человек)

Дается сравнительный анализ по таким же показателям по г. Мелеуз + район.

Выявляется влияние коронавирусной пандемии на динамику безработицы.

Рассматривается вопрос о вакансии рабочих мест, выделяются основные востребованные профессии и проблемы в этом вопросе.

Наибольшую потребность в кадрах испытывают обрабатывающие предприятия (производства). Из 494 различных профессий 165 приходится именно на эту отрасль, т.е 33,4%. А численность безработных граждан, имеющих подходящий опыт всего 38 человек. (в данную потребность входят

такие профессии: токарь, фрезеровщик, слесарь различной специализации, аппаратчики, технологи, инженеры, мастера, наладчики, операторы станков с ЧПУ, плавильщики, пескоструйщики, сверловщики и др.).

Второе место по потребности в кадрах занимают предприятия здравоохранения (стр 89) потребность составляет 132 рабочих места, т.е 26.7% от общего количества заявленной потребности. Традиционно в данной отрасли есть потребность в узких специалистах, терапевтах, фельдшерах, также сюда отнесены социальные работники(ПНИ). Нужно отметить, что численность безработных граждан в данной категории всего 8 человек, что составляет 6,1% от заявленной потребности.

На третьем месте находятся ресурсоснабжающие организации, строительные организации, жилищно-коммунальные (стр. 37,38,43,71), Совокупная потребность их составляет 67 человек, 13,6% от заявленной потребности. В данном блоке заявлены такие вакансии как: электромонтеры, инженеры, электрослесари, электрогазосварщики слесари, монтажники, каменщики, штукатуры, кровельщики, водители, монтажники, плотники и др. В целом потребность в кадрах, имеющих рабочие специальности.

Традиционно высока и потребность в торговле 37 человек или 7,5%, но проанализировав стр 47 можно ответить, что данная потребность может быть полностью закрыта безработными гражданами. Но, чаще всего, соискателей не устраивает график работы, уровень заработной платы и другие факторы в отрасли. работники уходят из профессии в надежде сменить род деятельности или получить новую профессию, зачастую встают на уче в качестве безработных для дальнейшего переобучения получения новых навыков, профессий.

В конце работы делаются основные выводы и рекомендации.

По исследовательской работе составлена презентация.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистические данные Центра Занятости Населения в г. Кумертау по основным показателям безработицы за 2019–2023гг.

© Таймасов И.Р., Андреев К.П., 2024

УДК 009

Яппаров Р.Ш.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. старший преподаватель *Мурзагулов И.А.*

Уфимский университет науки и технологий

Yapparov R.Sh.

Ufa University of Science and Technology

АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КИБЕРСПОРТА

ASPECTS AND PROSPECTS OF ESPORTS

Аннотация: Данная статья посвящена анализу аспектов и перспектив развития киберспорта. В ней рассматривается влияние киберспорта на молодежную культуру и развлекательную индустрию, а также его потенциал в области образования и здорового образа жизни. Автор делает акцент на значимости киберспорта как явления, способного объединять людей разных возрастов, культур и национальностей вокруг общей страсти к видеоиграм и соревнованиям. Автор также обсуждает технологические и социальные вызовы, с которыми сталкивается киберспорт, и предлагает конкретные рекомендации по повышению эффективности и легитимности этой формы соревнований.

Abstract: This article is devoted to the analysis of aspects and prospects of the development of esports. It examines the impact of esports on youth culture and the entertainment industry, as well as its potential in the field of education and a healthy lifestyle. The author focuses on the importance of esports as a phenomenon capable of uniting people of different ages, cultures and nationalities around a common passion for video games and competitions. The author also discusses the technological and social challenges faced by esports and offers specific recommendations to improve the effectiveness and legitimacy of this form of competition.

Ключевые слова: киберспорт, аспекты, перспективы развития, влияние на молодёжь.

Keywords: esports, aspects, development prospects, impact on youth.

Киберспорт, или электронный спорт, — это форма соревновательной деятельности, основанная на компьютерных или консольных играх. В последние десятилетия киберспорт стал одним из самых быстрорастущих сегментов развлекательной индустрии, привлекая миллионы зрителей, участников и инвесторов по всему миру. В данной статье мы рассмотрим основные аспекты киберспорта, его влияние на современное общество и перспективы развития.

Данный доклад ставит перед собой следующие цели: • определить текущее состояние студенческого киберспорта и выявить основные барьеры, препятствующие его развитию; • обосновать значимость развития киберспорта; • рассмотреть существующую систему практик реализации и поддержки киберспорта, в том числе в высших учебных заведениях.

С целью определения основных направлений развития киберспорта в молодежной среде было проведено анкетирование студентов вузов города Кумертау. Исследование проходило на базе филиала Уфимского университета науки и технологий в г. Кумертау. В исследовании приняли участие 10 юношей в возрасте 18-20 лет.

Результаты анкетирования показали, что 97% респондентов когда-либо играли в компьютерные игры, причем 57% студентов продолжают делать это регулярно (как минимум раз в неделю). Играет в компьютерные игры ежедневно 12% и 22% опрошенных студентов соответственно. При этом, в среднем, один и тоже человек, как правило, играет регулярно в несколько компьютерных игр. Средний игровой стаж у студентов - 7,5 лет.

Среди регулярно играющих студентов наибольшей популярностью пользуются игры, которые относятся к киберспортивным дисциплинам: Counter-Strike: Global Offensive, Dota 2, World of Tanks.

Первый известный турнир по компьютерным играм прошёл 19 октября 1972 года, в рамках которого три десятка студентов Стэнфордского университета сразились в Spacemar! С течением времени киберспорт стал все более профессиональным и организованным видом спорта, с появлением профессиональных лиг, команд и турниров по всему миру.

Существует множество различных дисциплин киберспорта, включая стратегии в реальном времени (RTS), шутеры от первого и третьего лица, МОБА (многопользовательские онлайн-боевики) и другие. Такое разнообразие помогло киберспорту привлечь широкую аудиторию: фанаты со всего мира настраиваются на то, чтобы наблюдать за соревнованиями своих любимых игроков и команд. Каждая дисциплина требует уникальных навыков и стратегий, что делает киберспорт разнообразным и увлекательным для зрителей.

Профессиональные киберспортивные команды объединяют в себе лучших игроков, тренеров и аналитиков, работающих вместе для достижения общей цели - победы на турнирах и чемпионатах. Команды имеют своих спонсоров, фан-клубы и обширную базу поклонников. Как и традиционные спортсмены, киберспортсмены должны тщательно тренироваться, разрабатывать стратегии и работать в команде, чтобы добиться успеха. Такой уровень самоотдачи и мастерства помог киберспорту завоевать признание как законной формы соревнований.

Один из основных аспектов киберспорта - это его глобальный охват. Соревнования по киберспорту транслируются онлайн и собирают огромные аудитории. Это позволяет спортсменам и командам из разных стран участвовать в турнирах, выходить на мировую арену и конкурировать с лучшими игроками по всему миру. Таким образом, киберспорт объединяет людей различных культур и национальностей, создавая единое сообщество единомышленников.

С точки зрения перспектив, киберспорт не демонстрирует никаких признаков замедления. Учитывая, что крупные турниры привлекают миллионы

зрителей, а спонсоры вкладывают значительные средства в индустрию, будущее конкурентных игр выглядит светлым. Киберспортивные команды привлекают все больше внимания и инвестиций, а профессиональные игроки становятся знаменитостями и образцами для подражания. Возможно, в будущем киберспорт станет таким же престижным и прибыльным, как и традиционные виды спорта, а может быть и выйдет на новый, более высокий уровень.

Перспективы развития в ВУЗах

1. Создание киберспортивных команд: Университеты организуют киберспортивные команды по различным дисциплинам, чтобы предоставить студентам возможность участвовать в соревнованиях на международном уровне.

2. Образовательные программы: ВУЗы начинают внедрять специализированные образовательные программы по киберспорту, включающие в себя аналитику игр, тренерское мастерство, маркетинг и другие аспекты, необходимые для успешной карьеры в этой области.

3. Увеличение популярности и привлекательность для абитуриентов: Присутствие киберспорта в ВУЗах позволяет учреждениям повысить свою привлекательность для молодых людей, заинтересованных в этой области.

4. Спонсорство и инвестиции: Киберспорт в университетах привлекает внимание спонсоров и инвесторов, что способствует увеличению финансирования ВУЗов.

В заключение, гуманитарные науки предлагают богатый и разнообразный набор взглядов на мир и наше место в нем. Развивая критическое мышление и сопереживание, гуманитарные науки играют жизненно важную роль в формировании более информированного и инклюзивного общества. Их перспективы связаны с постоянным развитием и изменениями в обществе, предлагая ценные идеи и подходы для решения сложных задач нашего быстро меняющегося мира

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киберспортивные дисциплины движения «Киберпатриот» // Киберпатриот [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberpatriot-ctf.ru/cybersport/> (дата обращения: 02.03.2023). Введение 10.
2. Миронов, И.С. Киберспорт реальность и перспективы / И.С. Миронов, М.А. Правдов // Материалы XI Международной научной конференции «Шуйская сессия студентов, аспирантов, молодых ученых». – Шуя, 2018. – С. 121-123.
3. Трафимчик, Ж.И. Зависимость от компьютерных игр: причины формирования, особенности и последствия влияния на личность / Ж.И. Трафимчик // Вестник Брянского Государственного университета. Серия 3. – 2010. – № 2. – С. 42-45.
4. Кто круче, или История киберспорта [Электронный ресурс]. – 2011. – Ч. I. – Режим доступа: <http://www.gamer.ru/cybersport/kto-kruche-ili-istoriya-kibersporta-chast-perva> (дата обращения: 09.09.2017).

© Яппаров Р.Ш., 2024

СЕКЦИЯ 4 (СТУДЕНТЫ). ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ.

УДК 004

Алибаева Г.С.

Филиал Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» филиал в г. Кумертау

Науч. рук. канд. техн. наук доцент *Родионова Л.Е.*

Филиал Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» филиал в г. Кумертау

Alibaeva G.S.

Branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education "Ufa University of Science and Technology" branch in Kumertau

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АССИСТЕНТ ВЫБОРА МЕСТ ДЛЯ ДОСУГА В ГОРОДЕ КУМЕРТАУ

AN INTELLIGENT ASSISTANT FOR CHOOSING PLACES FOR LEISURE IN THE CITY OF KUMERTAU

Аннотация: В данной статье рассматривается актуальность разработки чат бота для мессенджера телеграмм, который предоставит пользователям, которые впервые в городе или уже являются ее жителями найти, куда сходить отдохнуть. Реализация данного ассистента будет рассматриваться на примере города Кумертау. Для его разработки применен язык программирования python, а вся необходимая информация хранится в excel файле.

Abstract: This article discusses the relevance of developing a chatbot for the telegram messenger, which will provide users who are new to the city or are already residents of it to find where to go to relax. The implementation of this assistant will be considered on the example of the city of

Kumertau. The python programming language is used for its development, and all the necessary information is stored in an excel file.

Ключевые слова: чат-бот, телеграмм, досуг, python.

Keywords: chatbot, telegram, leisure, python

В настоящее время наиболее популярным и просматриваемым мессенджером для молодежи в возрасте от 18 до 24 лет является телеграмм исходя из рисунка 1 [1].

В 2024 году телеграмм посещают 900 миллионов человек в месяц. По количеству аудитории телеграмм входит в пятерку самых популярных мессенджеров в мире. Сейчас только в шести крупнейших странах СНГ аудитория мессенджера составляет более 4.8 млрд. пользователей [2].

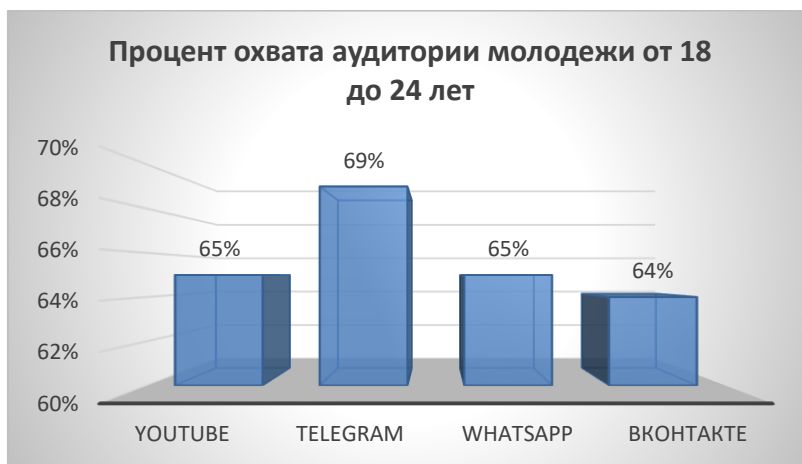


Рисунок 1 – Статистика наиболее популярных мессенджеров для молодежи от 18 до 24 лет

Сегодня со стремительными развитиями информационных технологий, искать информацию не составляет труда, но люди придумали еще больше облегчить его, благодаря чат-ботам.

Чат-бот – программа, которая выясняет потребности пользователей, а затем помогает удовлетворить их. Автоматическое общение с пользователем ведется с помощью текста или голоса [3].

Ни для кого не секрет, что студенты, только поступившие в какой-либо вуз в другом городе, хотят изучить его, а именно где что находится, в каком месте можно сходить перекусить, есть ли места досуга и много другое. Но для

этого приходится сидеть в интернете и находить эти места, что в свою очередь занимает время.

Для более эффективного результата поиска и сокращение времени предлагает разработать чат-бот мест досуга для городов республики Башкортостан, на примере города Кумертау.

В котором помимо мест досуга будет выдаваться: график работы, адрес, контакты, средняя цена и ссылка для того чтобы узнать еще больше информации. Бот будет разработан благодаря языку программирования python и всю информацию будет хранить в excel файле, в котором разработчик сможет редактировать данные.

Экранные формы чат бота:

Как только вы перейдете в чат-бот «Культурный Компас» будет высветиться команда /start после его нажатия на экране высветится краткая информация о чат-боте, кто его разработал, для чего он предназначен и какую информацию будет предоставлять. После этого необходимо будет выбрать город, например, город Кумертау. На рисунке 2-3 показано, что после выбора города, пользователю выведется категории заведения из предложенного списка, как только он определится с ней выведется список мест под его критерий и уже выбрав, например, кафе «Панда» на экране появится краткая информации об этом заведении.

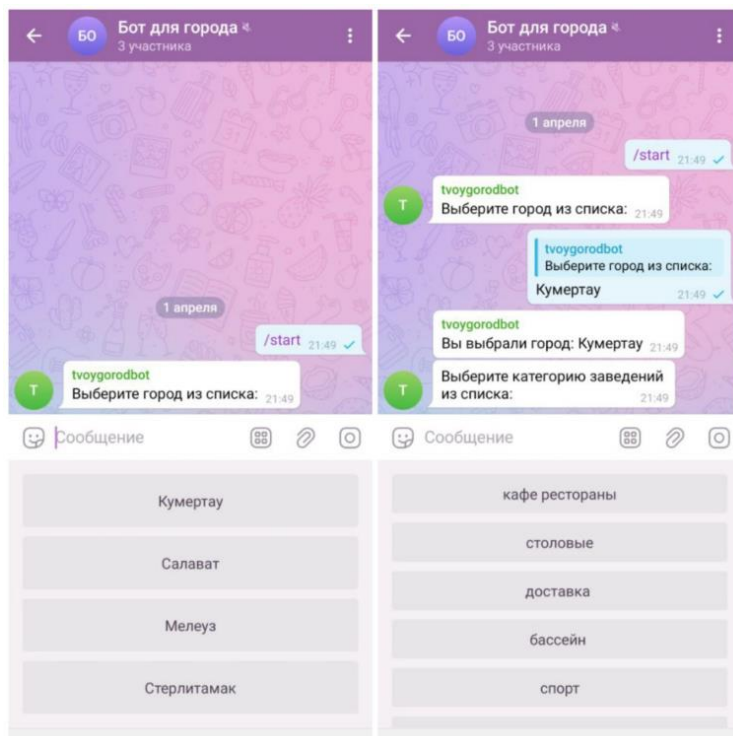


Рисунок 2 – Экранная форма выбора города и категории заведения из предложенного списка

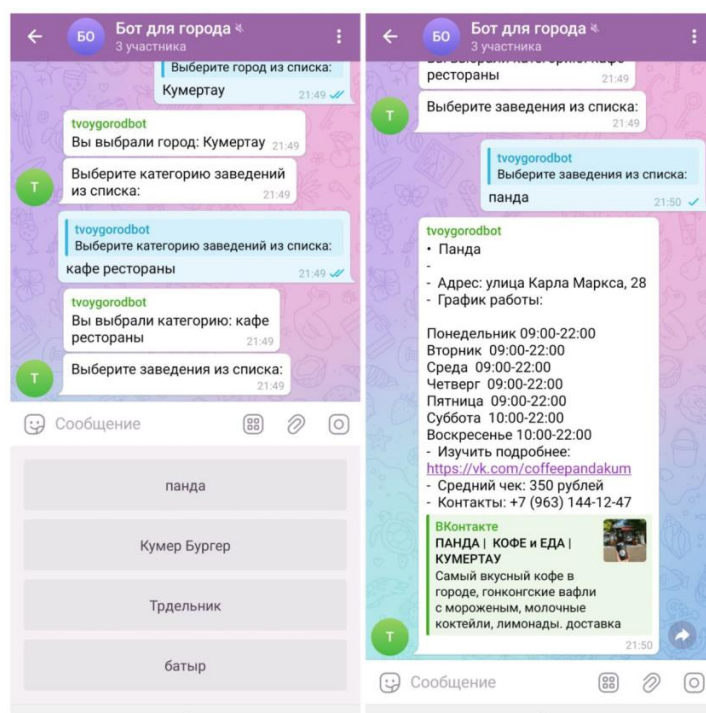


Рисунок 3 – Экранная форма предложенный заведений исходя из предыдущего выбора и вывод необходимой информации

Таким образом, благодаря данному чат-боту можно в значительной степени сократить время поиска, а также определится с подходящим местом для посещения по адресу или ценовой категории. Больше студентам и приезжим туристам не составит труда найти себе место для отдыха или досуга.

При этом в дальнейшем планируется реализовать категории под каждый город республики Башкортостан, благодаря чему у нашего региона появится больше туристов что повысит развитие экономики и обеспечит больше рабочих мест для горожан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Telegram обошел WhatsApp по популярности у школьников и студентов [электронный ресурс] // Портал «rbc.ru» [сайт]. URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/11/05/2023/645b715e9a7947891259dd65 (Дата обращения: 19.03.2024)
2. Статистика Telegram в 2024 году [электронный ресурс] // Портал «inclient.ru» [сайт]. URL: <https://inclient.ru/telegram-stats/> (Дата обращения: 19.03.2024)
3. Виртуальный собеседник [электронный ресурс] // Портал «wikipedia.org» [сайт]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальный_собеседник#:~:text=Виртуальный%20собеседник%2C%20программа-собеседник%2C%20чат-бот%20\(англ.,оператором%20или%20звонку%20менеджеру%20компании](https://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуальный_собеседник#:~:text=Виртуальный%20собеседник%2C%20программа-собеседник%2C%20чат-бот%20(англ.,оператором%20или%20звонку%20менеджеру%20компании) (Дата обращения: 21.03.2024)

© Алибаева Г.С., 2024

Алибаева Г.С.

Филиал Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» филиал в г. Кумертау

Науч. рук. старший преподаватель *Баймурзина Л.И.*

Филиал Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» филиал в г. Кумертау

Alibaeva G.S.

Branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education "Ufa University of Science and Technology" branch in Kumertau

ИНТЕРНЕТ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КИБЕРАТАК

AN ONLINE APPLICATION TO PREVENT CYBER ATTACKS

Аннотация: С каждым годом все чаще происходят кражи денежных средств граждан посредством мобильных устройств. На сегодняшний день появились несколько новых способов. В данной статье будут изучены новые схемы мошенничества и предложены пути решения данных проблем, посредством создания информационной системы «МошенникБлок». В данной системе планируется разработка функции блокировки камеры, а также взаимодействие с социальными сетями.

Abstract: Theft of citizens' funds through mobile devices is becoming more frequent every year. To date, several new ways have appeared. In this article, new fraud schemes will be studied and ways to solve these problems will be proposed by creating an information system "Fraudsterblock". In this system, it is planned to develop a camera lock function, as well as interact with social networks.

Ключевые слова: мошенники, искусственный интеллект, биометрия.

Keywords: scammers, artificial intelligence, biometrics.

За прошедший 2023 год 91% россиян сталкивались с попытками мошенничества, это на 9% больше чем в прошлом году [1]. На рисунке 1 изображена динамика роста попыток мошеннических атак за 2022 и 2023 год с применением информационных технологий, с использованием интернета, мобильной связи, пластиковых карт.

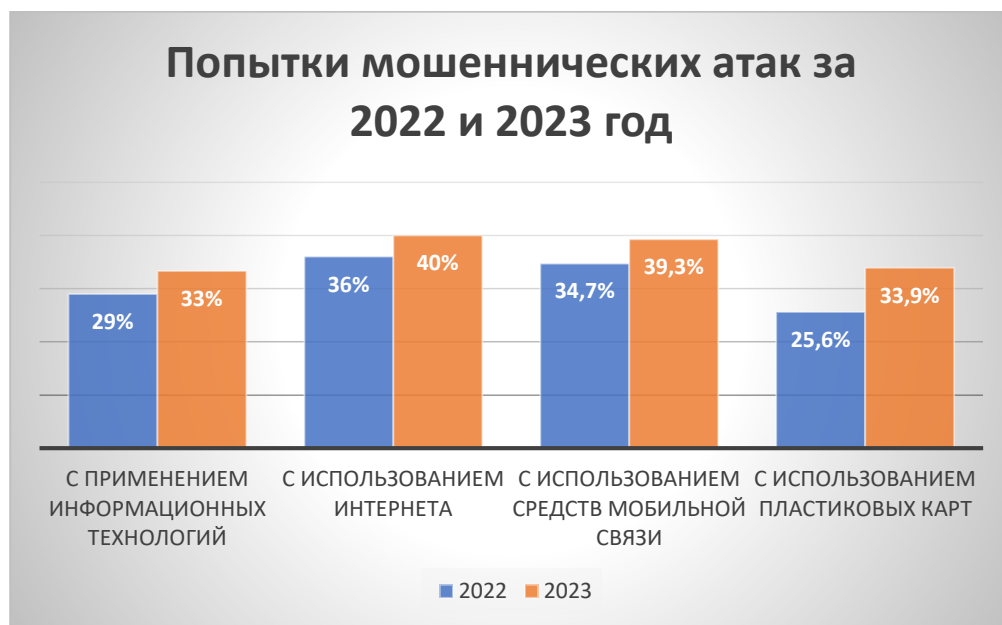


Рисунок 4 – Динамика роста попыток мошеннических атак за 2022 и 2023 год

В настоящее время существуют различные способы начиная от: ваш родственник попал в беду, заканчивая срок вашей симки истек. Так как человечество не стоит на месте и развивается, информационные технологии тоже не отстают. Но как показывает практика у всего есть свои плюсы и минусы, например, только недавно появившийся искусственный интеллект.

Искусственный интеллект (ИИ) — это способность компьютера обучаться, принимать решения и выполнять действия, свойственные человеческому интеллекту [2]. На сегодняшний день благодаря ИИ можно генерировать текст, создавать картинки, переводить тексты и многое другое. Какие бы достоинства не обладал ИИ, люди стали использовать его в пагубных целях, например, подделка голоса и лица по биометрии.

В начале марта телефонные мошенники начали звонить по ватсапу и телеграмму, притворяясь сотрудниками банка и призывать граждан включить камеру для общения с ними по видеосвязи, сами якобы сотрудники

отказывались включать свою камеру. И пока вы разговариваете с ними по видеосвязи идет запись экрана после чего будет возможен вход в банковское приложение по биометрии вашего лица и произойдет кража денежных средств. Тоже самое может произойти если вам позвонят с госуслуг или других мессенджеров [3].

Биометрия – это идентификация человека по уникальным биологическим и поведенческим характеристикам. Существует пять самых распространенных типов биометрии: отпечаток пальца, изображение лица, голос, радужная оболочка глаза и рисунок вен ладони. Биометрия используется в большинстве развитых стран мира для безопасности и цифровой идентификации [4].

Как же защититься и не потерять свои сбережения?

Самый простой способ — это просто не отвечать на незнакомые номера, но если же вы ждете от кого-либо звонок, и вам сообщили новость, что ваш родственник попал в беду, то отключитесь и сразу же позвоните данному родственнику.

Но самым эффективным способом для предотвращения мошеннических атак является разработка информационной системы «МошенникБлок», который поможет сохранить ваши деньги. Когда мошенники будут вам звонить, в особенности по видеозвонку по определённой социальной сети, например, ватсап, телеграмм или вконтакте будет автоматически включаться блокировка камеры. Для этого система будет взаимодействовать с социальными сетями и вашим списком контактов. В системе «МошенникБлок» также будет блокировка спам звонков как в Тинькофф приложении и работать автоответчик, который будет записывать звонок и отправлять вам информацию сообщением.

Также планируется научить ИИ распознавать реального человека, так как мошенники после разговора с вами по видеосвязи могут использовать вашу биометрию для входа в мобильный банк. После проверки биометрии лица, голоса или отпечатка пальца, можно внести подтверждение паролем, которые клиент сам придумает, когда будет регистрировать свои данные, например, имя первого питомца, хобби из детства и многое другое. Дополнительно если идет

вход по биометрии лица, система должна будет попросить повторить какие-либо фразы, по которым будет видно, что ИИ лица не похож по мимике на реального человека.

Вывод

Таким образом благодаря планируемой разработки информационной системы «МошенникБлок» денежные средства граждан будут находится в безопасности и число мошеннических атак будет снижено.

Но стоит помнить, что сегодня необходимо быть очень бдительным и прежде всего запомнить, что ни с МВД, ни с полиции, госуслуг и всевозможных банков вам не позвонят сотрудники! Это не входит в их обязанности и только вы отвечаете за сохранность свои денежных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксперты: мошенники стали чаще атаковать россиян в 2023 году [электронный ресурс] // Портал «ria.ru» [сайт]. URL: <https://ria.ru/20230928/moshenniki-1899153728.html> (Дата обращения: 25.03.2024)
2. Искусственный интеллект (AI), машинное обучение [электронный ресурс] // Портал «skillbox.ru» [сайт]. URL: https://skillbox.ru/media/code/iskusstvennyy_intellekt_mashinnoe_obuchenie_i_glubokoe_obuchenie_v_chyem_raznitsa/ (Дата обращения: 25.03.2024)
3. Новый вид телефонного мошенничества [электронный ресурс] // Портал «dzen.ru» [сайт]. URL: <https://dzen.ru/a/ZfZZ8p2rNCTziYK4> (Дата обращения: 26.03.2024)
4. Все, что вы хотели знать о биометрии и Единой биометрической системе [электронный ресурс] // Портал «rosbank.ru» [сайт]. URL: <https://www.rosbank.ru/o-banke/biometriya/#:~:text=Биометрия–%20это%20идентификация%20человека%20по,для%20безопасности%20и%20цифровой%20идентификации> (Дата обращения: 26.03.2024)

© Алибаева Г.С., 2024

УДК 004

Салимов А.А.

Филиал ФГБОУ ВО УУНиТ в г. Кумертау

salimov.ar5@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент кафедры АСУ Кромина Л.А.

Филиал ФГБОУ ВО УУНиТ в г. Кумертау

Salimov A.A.

The Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa University of Science and Technology" in Kumertau

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ФИЛИАЛА ВУЗА

INFORMATION SYSTEM FOR ACCOUNTING FOR THE PUBLICATION ACTIVITY OF THE UNIVERSITY BRANCH

Аннотация: В статье рассмотрен вопрос возможной реализации информационной системы учета публикационной активности филиала вуза.

Abstract: The article considers the issue of the possible implementation of an information system for accounting for the publication activity of a university branch.

Ключевые слова: информационная система, публикационная активность, данные.

Keywords: information system, publication activity, data.

Введение

В настоящее время с целью выявления ключевых процессов деятельности и основных аспектов управления ВУЗами широкое распространение получили

рейтинговые системы ВУЗа, относящиеся к разряду социально-экономических систем (СЭС). Помимо своей основной деятельности преподаватели ВУЗа занимаются наукой, а результатом научной деятельности являются монографии, статьи в зарубежных и российских журналах, тезисы, материалы конференций и т.д. Однако, информация о научной деятельности профессорско-преподавательского состава (ППС) является плохо структурированной, что обуславливает сложность ее оперативного мониторинга. Получение оперативной и достоверной информации о публикационной активности ППС является одним из аспектов прохождения ВУЗом аккредитации. Системообразующим элементом технологии аккредитации является перечень показателей деятельности ВУЗа, рассматриваемый в качестве предмета оценки на всех этапах процедуры оценивания. В статье рассмотрены основные моменты реализации подсистемы получения данных о публикационной активности ППС комплексной рейтинговой системы ВУЗа [1].

Выбор программного средства для автоматизации рассматриваемого процесса с использованием метода анализа иерархий

Сегодня на рынке существует довольно немного библиотек, позволяющих написать эффективную программу парсинга данных. Из всех были выбраны для анализа 2 библиотеки: «beautiful soup 4», «selenium». Однако, сегодня все больше разработчиков склоняются к использованию Selenium, что обусловлено его широкими возможностями и простотой использования [2].

Преимущества Selenium: Selenium поддерживает широкий спектр браузеров, включая Chrome, Firefox, Edge и Internet Explorer. Это позволяет разработчикам создавать универсальные парсеры, способные работать с различными браузерами и их версиями.

Описание предлагаемого процесса

В предлагаемом бизнес-процессе примем мнемосхему «Учет публикационной активности филиала вуза» (рис. 1).

Первоначальным этапом стоит выбор кафедры филиала вуза для дальнейшего скрейпинга. Пользователь может выбрать кафедру из списка. После выбора кафедры система отображает список преподавателей и сотрудников (ППС), входящих в состав кафедры. Данный список редактируемый, что позволяет добавлять или удалять сотрудников. Система автоматически собирает данные о публикациях ППС с сайта elibrary.ru. Сбор данных осуществляется для всех преподавателей и сотрудников, указанных в составе кафедры. После завершения скрейпинга система отображает список публикаций ППС, отсортированный по кафедрам в формате Excel.

Выводы

Разработанная информационная система позволяет автоматизировать сбор и обработку данных по публикационной активности ППС филиала вуза. Система обеспечивает оперативный мониторинг научной деятельности преподавателей, что является важным аспектом прохождения вузом аккредитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Преснецова В.Ю., Загородних Н.А., Пресняков В.М. Подсистема получения данных о публикационной активности профессорско-преподавательского состава ВУЗа // Экономика. Информатика. 2018. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podsistema-polucheniya-dannyh-o->
2. Официальный сайт инструмента для автоматизации действий веб-браузера: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.selenium.dev/documentation/>
3. ГЛАВНЫЙ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР [Электронный ресурс] URL: <https://monitoring.miccedu.ru/>

© Салимов А.А., 2024

Колесникова М.Е.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. преподаватель Баймурзина Л.И.

Уфимский университет науки и технологий

Kolesnikova M.E.

Ufa University of Science and Technology

ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ ДИЗАЙНА

RETHINKING THE DESIGN

Аннотация: В данной статье рассмотрен дизайн сайта конференции «Достижения и перспективы научных исследований молодежи», проанализированы дизайн сайта конференции, его недостатки, целевая аудитория сайта и на основе этого анализа предлагается новый отзывчивый дизайн сайта, сделанный с использованием Tilda, адаптивной версткой и расширенной информацией по конференции, собранной из официального сайта, положения по конференции и квитанции об оплате.

Abstract: This article examines the design of the conference website "Achievements and prospects of scientific research of youth", analyzes the design of the conference website, its shortcomings, the target audience of the site and based on this analysis, a new responsive website design is proposed, made using Tilda, adaptive layout and expanded information on the conference collected from the official website, the regulations on conferences and payment receipts.

Ключевые слова: дизайн, сайт, адаптивная верстка

Keywords: design, website, adaptive layout

Дизайн — это способ донесения информации, который стремится эффективно передать суть содержания. Обновление дизайна сайта – важный и необходимый шаг для его успеха и эффективной работы. В современном онлайн-мире, где пользователи все более требовательны и визуально ориентированы, обновление дизайна помогает привлечь внимание, удержать

посетителей и повысить конверсию [1]. И сайт конференции «Достижения и перспективы научных исследований молодежи» нуждается в изменении дизайна.

Основными недостатками сайта являются отсутствие адаптивной верстки. Сегодня адаптивность сайта считается важнейшим условием для развития проектов в Интернете. Адаптивность сайта – это способность веб-ресурса корректно отображаться на устройствах с разными аппаратными и программными характеристиками [2]. Пример адаптивной и не адаптивной верстки показан на рисунке 1, слева представлен адаптивный сайт, справа – не адаптивный.

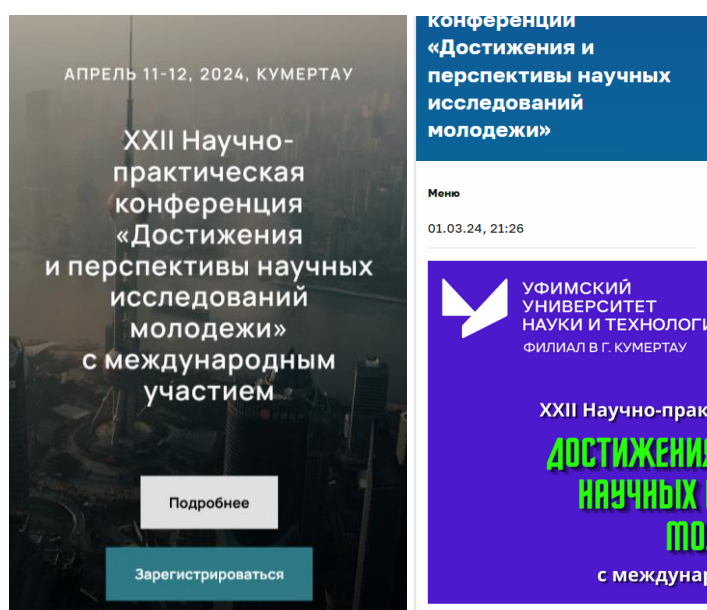


Рисунок 1 - Сравнение адаптивности сайтов

Вторым не менее важным недостатком является необходимость переходить на другие страницы, для просмотра детальной информации о конференции, что значительно снижает интерес к сайту. Две из трёх ссылок переходят на Яндекс диск с документами, необходимыми к скачиванию, что затрудняет процесс быстрого поиска информации.

Не нужно отрицать, что всё поколение студентов просматривает большинство информации через телефон, и именно они являются большим процентом участников в данной конференции. Отзывчивость дизайна позволит сделать приятным опыт взаимодействия с сайтом и увеличить количество

участников конференции. Ведь не секрет, что в обилии предложений человек выбирает то, что ему приглянется больше всего.

Мною предлагается помимо описания конференции, для удобства пользователей, на сайте представить информацию об организационном взносе, требованиях, фотографии предыдущих конференций и даже карта для удобства поиска проведения конференции для студентов, приезжающих из других городов. Используемый минималистичный стиль страницы популярен в цифровом дизайне. Сочетание эстетики и удобного пользовательского интерфейса оставляют превосходные впечатления у пользователей, однако, минималистичный дизайн имеет преимущества не только в этом. Такой дизайн имеет более быструю загрузку страницы в браузере из-за отсутствия множества объектов, позволяет сосредоточить все внимание пользователей на главном, а также делает навигацию понятной и интуитивной [3].

Для создания сайта использовался конструктор Tilda, а встроенная CRM система позволит привлечь уже участвовавших студентов в следующем году, путём рассылки писем на почту.

Мир не стоит на месте и мы должны меняться вместе с ним, если хотим чтобы наш сайт был красив и понятен для новых пользователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зачем нужно обновлять дизайн сайта? // TenChat URL: <https://tenchat.ru/media/1424784-zachem-nuzhno-obnovlyat-dizayn-sayta> (дата обращения: 13.03.2024).
2. Адаптивность сайта // INGATE blog URL: <https://blog.ingate.ru/seo-wikipedia/adaptivnost-sajta/> (дата обращения: 24.03.2024).
3. Тренд минимализма в дизайне // АЙТИЛОГИЯ URL: https://itlogia.ru/article/trend_minimalizma_v_dizaine (дата обращения: 13.03.2024).

© Колесникова М.Е., 2024

Мухамедзянов Р.Ф.

Отделение СПО филиала ФГБОУ ВО "УУНиТ" в г. Кумертау "Авиационный технический колледж"

Науч. рук. преподаватель Ежова А.В.

Отделение СПО филиала ФГБОУ ВО "УУНиТ" в г. Кумертау "Авиационный технический колледж"

Mukhamedzyanov R.F.

Department of secondary vocational education of the branch of FSBEI HE «USATU» in the city of Kumertau «Aviation Technical College»

НЕЙРОСЕТЬ ИЛИ ХУДОЖНИКИ: СМОЖЕТ ЛИ ПРЕВЗОЙТИ В ТВОРЧЕСТВЕ ЛЮДЕЙ

NEURAL NETWORK OR ARTISTS: WILL AI BE ABLE TO SURPASS PEOPLE IN CREATIVITY

Аннотация: Изобразительное искусство всегда было одним из главных продуктов человеческой культуры. На протяжении веков изобразительное искусство позволяло людям выражать себя и рассказывать истории. Провести анализ нейросетей которые способны генерировать изображения, выявить преимущества и недостатки.

Abstract: Fine art has always been one of the main products of human culture. For centuries, visual arts have allowed people to express themselves and tell stories. Conduct an analysis of neural networks that are capable of generating images, identifying advantages and disadvantages.

Ключевые слова: нейронные сети, нейро-искусство.

Keywords: neural networks, neuro-art.

Художники по всему миру начинают использовать глубокие нейронные сети для создания того, что принято называть "нейро-искусством" или "искусственным интеллектом". Интерес арт-рынка к этой тенденции является важным показателем и поднимает глубокие вопросы о взаимоотношениях

между искусством, технологиями и обществом, заставляя нас переосмыслить роль искусства и технологий в нашей жизни и то, как автономные системы могут изменить текущую парадигму развития. В какой степени человек, который вводит данные в машину, может нести ответственность за её результаты, или её автор? И может ли произведение искусства, созданное машиной, считаться настоящим искусством?

Сначала появилась наскальная живопись, затем масляная живопись и фотография. Теперь наступает эра "живописного" искусственного интеллекта, в частности нейронных сетей.

2022 год может войти в историю как эпоха, когда искусство ИИ стало мейнстримом. Бум высоко качественных алгоритмических инструментов сделал нейротворчество доступным для каждого, у кого есть подключенный к интернету.

Нейронная передача стиля (NST)



Рисунок 1 – Пример генерации нейронной передачи стиля

Генеративно-сопоставительные нейросети (GAN)



Рисунок 2 – Пример генерации генеративно-сопоставительной нейросети

Текстовые генераторы изображений на основе ИИ

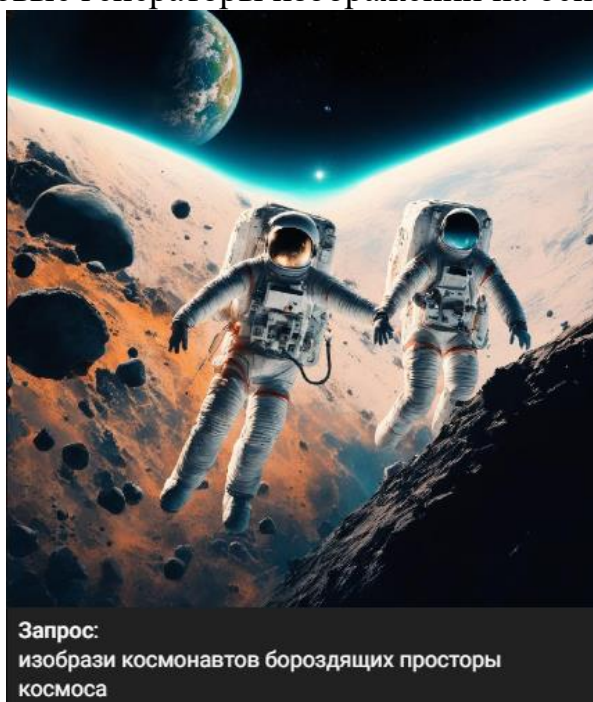


Рисунок 3 – Пример генерации текстового генератора

Таблица 1 – Преимущества и недостатки изобразительных ИИ-алгоритмов

Преимущества	Недостатки
могут генерировать реалистичные данные.	отсутствие человеческих эмоций
могут создавать ранее неизвестные	Без постоянного обновления и

изображения, располагать объекты необычным образом и креативно смешивать текстуры.	обучения изображения начнут терять свою уникальность.
постоянное развитие технологий и данных постоянно приносит новые идеи.	Если результат модели не удовлетворяет от её необходимо переобучить
ускорить выполнение некоторых задач	Сложно контролировать распространение и использование технологии

Таблица 2 - сравнение нейросетей

Название	Цена	Язык	Время создания	Доступ	Функционал
Midjourney	10\$ в месяц	английский	Несколько минут	Discord	Создание изображения по запросу
Шедевр	Бесплатно	Русский - английский	1 мин	Яндекс	Создание изображения и коротких видео по запросу
Runway ML	Бесплатно - 15\$ в месяц	английский	Несколько минут	сайт	использовать для различных целей, в том числе и для генерации изображений.
Craiyon	Бесплатно	Русский - английский	1 мин	сайт	Генерация изображения
Kandinsky 2.2	Бесплатно	Русский – английский	10 сек	Телеграмм, сайт	Генерация изображения с параметрами

Заключение

Искусственный интеллект в ближайшее время не станет конкурентом художников. Это связано с тем, что процесс, в ходе которого машина создаёт картину, в корне отличается от человеческого художественного процесса.

Художники постоянно создают что-то новое. Работа искусственного интеллекта носит чисто комбинаторный характер, создавая картины, в которых сочетаются уже известные человеку сюжеты и методы. Искусственный интеллект сегодня не способен создать что-то радикально новое, а художники делают это каждый день.

Искусство не может существовать в отрыве от человека. Искусство характеризуется только эмоциями и переживаниями, которые позволяют нам воспринимать творения культуры и отличать их от обыденности.

Компьютерное искусство - это скорее инструмент человека, чем его конкурент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://www.metronews.ru/novosti/glavnoe/reviews/neyroset-ili-hudozhniki-smozhet-li-ii-prevzoyti-v-tvorchestve-lyudey-2029143/>

© Мухамедзянов Р.Ф., 2024

УДК 004

Абдрашитов А.Р., Плохов И.А., Ежова А.В.

Отделение СПО филиала ФГБОУ ВО "УГАТУ" в г. Кумертау

«Авиационный технический колледж»

Науч. рук. преподаватели *Плохов И.А., Ежова А.В.*

Отделение СПО филиала ФГБОУ ВО "УГАТУ" в г. Кумертау

«Авиационный технический колледж»

Abdrashitov A.R., Plokhov I.A., Ezhova A.V.

Branch of the SPO branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "USATU" in Kumertau "Aviation Technical College"

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ОТПРАВКИ РАСПИСАНИЯ

DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF THE FUNCTIONALITY OF A TELEGRAM BOT FOR SENDING A SCHEDULE

Аннотация: разработка и анализ функционала Telegram-бота, который по запросу отправляет расписание на завтра и сегодня, а также скидывает текущее расписание в виде файла формата XLSX.

Abstract: development and analysis of the functionality of a Telegram bot that, upon request, sends a schedule for tomorrow and today, and also dumps the current schedule in the form of an XLSX file.

Ключевые слова: Телеграм, бот, функционал, разработка

Keywords: Telegram, bot, functionality, development

Введение

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, использование ботов становится всё более популярным. Боты — это программы, которые могут выполнять различные задачи автоматически или по

запросу пользователя. Они могут быть использованы для автоматизации различных процессов, таких как отправка уведомлений, сбор данных и т. д.

Одним из популярных ботов является Telegram-бот. Telegram — это мессенджер, который позволяет пользователям общаться друг с другом. Telegram-боты могут быть созданы для выполнения различных задач, таких как отправка сообщений, сбор данных и т. д.

В данной статье мы рассмотрим разработку и анализ функционала Telegram-бота, который по запросу отправляет расписание на завтра и сегодня, а также скидывает текущее расписание в виде файла формата XLSX.

Методика исследования:

1. **Анализ существующих решений:** изучение существующих Telegram-ботов и сервисов, которые предоставляют информацию о расписании.

2. **Проектирование функционала:** определение основных функций бота, таких как отправка расписания на завтра и сегодня, предоставление текущего расписания в виде файла XLSX, возможность обновления расписания и т. д.

3. **Разработка бота:** создание бота с использованием языка программирования Python и библиотеки Telegram.

4. **Тестирование:** проверка работоспособности бота и его функций.

5. **Анализ результатов:** оценка эффективности бота и его функционала.

6. **Выводы:** формулирование выводов о проделанной работе и полученных результатах.

Анализ существующих решений: изучение существующих Telegram-ботов и сервисов, которые предоставляют информацию о расписании

В настоящее время существует множество Telegram-ботов и сервисов, предоставляющих информацию о расписании. Они отличаются функционалом, удобством использования и другими параметрами.

Telegram-боты могут быть созданы для различных целей, включая предоставление информации о расписании. Некоторые боты предоставляют расписание занятий в образовательных учреждениях, другие — расписание мероприятий или встреч. Боты могут отправлять расписание в виде сообщений, а также предоставлять ссылки на веб-сайты или другие ресурсы, где можно найти расписание.

Сервисы, предоставляющие информацию о расписании, также могут быть полезны. Они могут предоставлять расписание занятий, экзаменов, мероприятий и других событий. Сервисы могут быть платными или бесплатными, а также иметь различные функции и возможности.

Для анализа существующих решений были выбраны несколько Telegram-ботов и сервисов. Они были изучены с точки зрения функционала, удобства использования, доступности и других параметров.

В результате анализа были выявлены следующие особенности существующих решений:

- Некоторые боты и сервисы предоставляют только базовую информацию о расписании, такую как дата и время события. Другие боты и сервисы предоставляют более подробную информацию, такую как место проведения, участники и другие детали.
- Некоторые боты и сервисы имеют удобный интерфейс и легко интегрируются с другими приложениями. Другие боты и сервисы имеют сложный интерфейс или требуют дополнительных действий для интеграции.
- Некоторые боты и сервисы являются бесплатными, другие — платными. Платные боты и сервисы могут предоставлять дополнительные функции и возможности.

Анализ существующих решений показал, что существует множество Telegram-ботов и сервисов, которые могут быть использованы для предоставления информации о расписании. Однако ни одно из существующих решений не удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к разрабатываемому боту. Поэтому было принято решение разработать

собственный Telegram-бот, который будет предоставлять информацию о расписании в соответствии с требованиями заказчика.

Проектирование функционала: определение основных функций бота

На основе анализа существующих решений и требований заказчика были определены основные функции разрабатываемого Telegram-бота:

- * Отправка расписания на завтра и сегодня.
- * Предоставление текущего расписания в виде файла XLSX.
- * Возможность обновления расписания.
- * Возможность настройки уведомлений о расписании.
- * Возможность интеграции с другими сервисами.

Для реализации этих функций были выбраны следующие технологии:

- * Библиотека Python Telegram для создания бота.
- * Библиотека Openpyxl для создания файла XLSX с текущим расписанием.
- * API Telegram для отправки сообщений с расписанием.

В результате проектирования функционала были определены следующие особенности разрабатываемого бота:

- * Бот будет отправлять расписание на завтра и сегодня в виде сообщений в Telegram.
- * Бот будет предоставлять текущее расписание в виде файла XLSX по запросу пользователя.
- * Бот будет иметь возможность обновления расписания вручную или автоматически.
- * Бот будет иметь возможность настройки уведомлений о расписании.

* Бот будет иметь возможность интеграции с другими сервисами.

Проектирование функционала является важным этапом разработки Telegram-бота. Оно позволяет определить основные функции бота и выбрать технологии для их реализации. Это позволяет создать бота, который будет соответствовать требованиям заказчика и будет удобен в использовании.

****Разработка бота****

Для создания Telegram-бота, который будет отправлять расписание на завтра и сегодня, а также предоставлять текущее расписание в виде файла XLSX, были выбраны следующие инструменты:

* ****Python**** — язык программирования, который позволяет создавать сложные программы и боты.* ****Библиотека Python Telegram**** — библиотека, которая позволяет создавать ботов, взаимодействующих с Telegram.

* ****Библиотека Openpyxl**** — библиотека для работы с файлами формата XLSX.

Разработка бота включала в себя несколько этапов:

1. *Создание бота:

* Создание бота с использованием библиотеки Python Telegram.

* Настройка бота для взаимодействия с Telegram.

2. *Отправка расписания:

* Получение данных о расписании с помощью API Telegram.

* Отправка расписания на завтра и сегодня с помощью API Telegram.

3. *Предоставление текущего расписания:

* Получение текущего расписания с помощью API Telegram.

* Преобразование расписания в файл XLSX с помощью библиотеки Openpyxl.

* Отправка файла XLSX пользователю с помощью API Telegram.

4. *Обновление расписания:

* Добавление функции обновления расписания с помощью API Telegram.

* Реализация функции обновления расписания.

5. *Тестирование:

- * Тестирование бота на различных данных о расписании.
- * Проверка работоспособности функций бота.

6. *Документация:

- * Написание документации для бота.
- * Публикация документации на сайте.

В результате был разработан Telegram-бот, который отправляет расписание на завтра и сегодня и предоставляет текущее расписание в виде файла XLSX. Бот был протестирован и показал свою работоспособность.

Тестирование

После разработки функционала мы провели тестирование бота. Мы проверили работоспособность бота и его функций. Мы также проверили, что бот отправляет правильное расписание.

Тестирование показало, что бот успешно выполняет свои функции. Бот отправляет правильное расписание и предоставляет текущее расписание в виде файла XLSX.

Тестирование бота

Для тестирования бота мы использовали следующие методы:

Функциональное тестирование: мы проверили, что бот выполняет все заявленные функции.

Нефункциональное тестирование: мы проверили производительность бота, его безопасность и удобство использования.

Интеграционное тестирование: мы проверили, что бот интегрируется с другими сервисами.

Мы также провели тестирование на различных данных о расписании, чтобы убедиться, что бот работает корректно.

В результате тестирования мы убедились, что бот успешно выполняет свои функции и может быть использован для отправки расписания.

Результаты тестирования

Результаты тестирования показали, что бот:

- * Отправляет правильное расписание на завтра и сегодня.
- * Предоставляет текущее расписание в виде файла XLSX.
- * Имеет удобный интерфейс.
- * Интегрируется с другими сервисами.

Анализ полученных результатов:

В результате исследования был разработан Telegram-бот, который по запросу отправляет расписание на завтра и сегодня, а также предоставляет текущее расписание в виде файла XLSX. Бот был протестирован и показал свою работоспособность.

Анализ результатов показал, что бот успешно выполняет свои функции и может быть использован для отправки расписания. Однако были выявлены некоторые недостатки, такие как необходимость обновления расписания вручную и отсутствие возможности интеграции с другими сервисами.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на улучшение функционала бота, например, добавление возможности автоматического обновления расписания, интеграция с другими сервисами и т. д. Это позволит сделать бот более удобным и функциональным.

Также необходимо провести анализ использования бота среди пользователей, чтобы определить его эффективность и востребованность. Это поможет определить дальнейшие направления развития бота и его функциональности.

Заключение:

Разработанный Telegram-бот является эффективным инструментом для отправки расписания и предоставления текущего расписания в виде файла XLSX. Он может быть использован в образовательных учреждениях, где требуется информация о расписании занятий, экзаменов и других мероприятий.

Однако бот имеет некоторые недостатки, которые необходимо устранить в будущем. Дальнейшие исследования могут быть направлены на улучшение его функционала и повышение эффективности.

Выводы

Разработанный Telegram-бот является эффективным инструментом для отправки расписания и предоставления текущего расписания в виде файла XLSX. Он может быть использован в образовательных учреждениях, где требуется информация о расписании занятий, экзаменов и других мероприятий.

Однако бот имеет некоторые недостатки, которые необходимо устранить в будущем. Дальнейшие исследования могут быть направлены на улучшение его функционала и повышение эффективности.

В результате исследования был разработан Telegram-бот, который по запросу отправляет расписание на завтра и сегодня, а также предоставляет текущее расписание в виде файла XLSX. Бот был протестирован и показал свою работоспособность.

Анализ результатов показал, что бот успешно выполняет свои функции и может быть использован для отправки расписания. Однако были выявлены некоторые недостатки, такие как необходимость обновления расписания вручную и отсутствие возможности интеграции с другими сервисами.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на улучшение функционала бота, например, добавление возможности автоматического обновления расписания, интеграция с другими сервисами и т. д. Это позволит сделать бот более удобным и функциональным.

Также необходимо провести анализ использования бота среди пользователей, чтобы определить его эффективность и востребованность. Это поможет определить дальнейшие направления развития бота и его функциональности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Документация Telegram API. — URL: <https://core.telegram.org/api> (дата обращения: 20.12.2023).
2. Документация библиотеки Python Telegram. — URL: <https://python-telegram-bot.org/> (дата обращения: 20.12.2023).
3. Документация библиотеки Openpyxl. — URL: <https://openpyxl.readthedocs.io/> (дата обращения: 20.12.2023).

© Абдрашитов А.Р., Плохов И.А., Ежова А.В., 2024

УДК 004

Кромина А.М., Родионова Л.Е.

Уфимский Университет науки и технологий, филиал в г. Кумертау

Канд. техн. наук, доцент кафедры АСУ *Родионова Л.Е.*

Уфимский Университет науки и технологий, филиал в г. Кумертау

Kromina A.M., Rodionova L.E.

Ufa University of Science and Technology branch in Kumertau

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТА

APPLICATION OF MODELING TOOLS TO DEVELOP A DESIGN PROJECT

Аннотация: Были рассмотрены среды моделирования, которые позволяют проектировать, скульптировать (лепить), текстурировать (накладывать текстуры), рендерить объекты различной сложности. Рассмотрены преимущества и недостатки данных программных средств для трехмерного моделирования. В результате анализа выявлены что наилучшим среди таких средств является программный продукт Blender. Создана 3D модель спальни комнаты, где

объектами интерьера являются кровать, прикроватные тумбочки, светильники, книжная полка с книгами, картина и ковер.

Abstract: Modeling environments that allow to design, sculpt (mold), texture (overlay textures), render objects of various complexity were considered. Advantages and disadvantages of these software tools for three-dimensional modeling were considered. As a result of the analysis revealed that the best among such tools is the software product Blender. The 3D model of a bedroom room is created, where the interior objects are a bed, bedside tables, lamps, a bookshelf with books, a picture and a carpet.

Ключевые слова: трёхмерная графика, 3D моделирование, Blender.

Keywords: three-dimensional graphics, 3D modeling, Blender.

Введение

На сегодняшний день трёхмерная графика применяется в рекламных роликах, видеоиграх, кино, промышленности, архитектуре и медицине. Она позволяет перенести реальные вещи или задуманные концепции в трехмерную графику.

В 1960 год появились первые программы для 3D моделирования, они обладали узким функционалом, но начиная с 1970 года начали активно развиваться. И на данный момент на рынке имеется широкий спектр различных программных обеспечений для различных задач.

3D моделирование – это создание трехмерной модели объекта.

Основная часть

Целью данной работы является изучение программных средств для трёхмерного моделирования, которые представлены на рынке, а также рассмотреть их преимущества и недостатки. На основе этой цели были сформулированы следующие задачи:

- Рассмотреть сферы, в которых используют трёхмерное моделирование
- Преимущества и недостатки
- Рассмотреть основные инструменты и функциональные возможности пакетов трёхмерного моделирования
- Создать трехмерную модель на основе полученных знаний

– Продемонстрировать полученный результат

3D моделирование активно используется человеком во многих отраслях, таких как авиация, космическая промышленность, искусство, архитектура, мода, одежда, обувь, медицина, стоматология, автомобилестроение, кастомизация, молдинг, мебель, бытовые устройства, ювелирное дело и строительство. Оно применяется повсюду. Данная технология открывает множество возможностей своим широким функционалом и инструментарием.

Основные возможности пакетов для трёхмерного моделирования:

- Полигональное моделирование
- Скульптинг
- Создание анимации
- Текстурирование объекта

Таблица 1

Преимущества и недостатки пакетов трёхмерного моделирования

Название	Преимущества	Недостатки	Стоимость
Autodesk Maya	Понятный интерфейс, многообразие инструментов, динамика твердых и мягких тел, достаточное количество обучающего контента	Отсутствие русификации, сложна в освоении, высокие требования к системе	платная
Autodesk 3ds Max	Универсальность продукта позволяет применять его в любых сферах деятельности, русификация, широкий	Бесплатная демоверсия имеет ограничения, сложный интерфейс	платная

	функционал, создание фотореалистичных рендеров		
SketchUp	Интуитивный понятный интерфейс, работа с Google картами, советы и подсказки, можно устанавливать плагины, расширяющие функционал	Бесплатная версия имеет ограниченный набор функций, нельзя экспортировать в формат CAD	платная
Cinema 4D	Позволяет решать задачи разными способами, плагины, расширяющие функционал, библиотека готовых моделей	Сложен в освоении, требователен к ресурсам	платная
Blender	Широкий функционал редактирования объектов, создание физических явлений, библиотека ассетов, модификаторы объектов, широкий спектр адонов для работы, реалистичный рендер	Сложен в освоении, необычный интерфейс	бесплатная

В ходе исследования было выбрано средство трёхмерного моделирования – Blender для создания дизайна комнаты. Он обладает большим рядом преимуществ среди своих платных аналогов. Предлагает широкий спектр инструментов моделирования, скульптинга, текстурирования и настройки завершённой модели. В сети интернет можно найти достаточное количество обучающего материала, что позволит уменьшить порог вхождения в 3д моделирование и значительно облегчить процесс изучения программы.

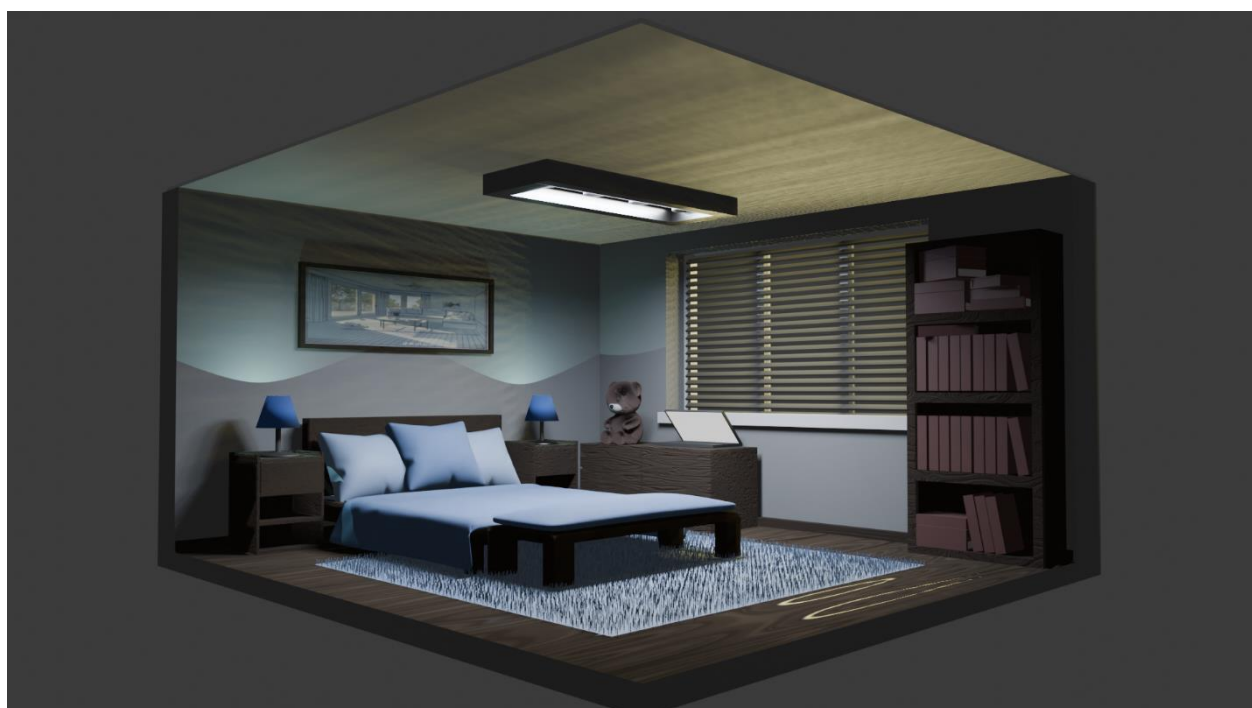


Рисунок 5 – Демонстрационная модель

На рисунке 1 изображена модель комнаты, которая была создана с помощью трехмерного пакета моделирования Blender.

Заключение:

Трёхмерная графика очень востребована, она используется во многих отраслях. Сегодня представлено множество программ, которые заточены под определённые цели.

В ходе изучения 3D моделирования была проведена сравнительная характеристика среди выбранных программных средств и выбрана наиболее

подходящая в рамках проекта. Была смоделирована комната представленная на рисунке 1.

В заключение хочу сказать, что задачи были выполнены, а цель достигнута.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Blender 3D [Электронный ресурс] // URL: <https://media.contented.ru/glossary/blender-3d/>
(Дата обращения: 15.03.2024)

2. Применение 3D технологий в разных отраслях [Электронный ресурс] // URL: <https://3dcontrol.ru/articles/primenenie-3d-tehnologiy-v-raznyh-otraslyah> (Дата обращения: 15.03.2024)

3. Лучшие программы для 3D-моделирования [Электронный ресурс] // URL: <https://skillbox.ru/media/gamedev/luchshie-programmy-dlya-3dmodelirovaniya/> (Дата обращения: 15.03.2024)

4. Autodesk 3ds Max [Электронный ресурс] // URL: <https://lumpics.ru/autodesk-3ds-max/#relatedpost> (Дата обращения: 15.03.2024)

© Кромина А.М., Родионова Л.Е., 2024

Буркин А.А., Марьин Н.Е., Дорошин К.М.

Уфимский университет науки и технологий, г. Кумертау

Научные руководители канд. техн. наук, доцент *Кромина Л.А., Родионова Л.Е., ст. пр. Баймурзина Л.И.*

Burkin A.A., Maryin N.E., Doroshin K.M.

Уфимский университет науки и технологий, г. Кумертау

Ufa University of Science and Technology, Kumertau

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАБОТЫ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ ПЕРЧАТКИ

Аннотация: в статье рассматривается процесс создания программного-аналитического комплекса для управления перчаткой-тренажером с помощью нейронной сети. Основное внимание уделяется архитектуре нейронной сети, методам обучения и обработке данных, необходимым для корректной и эффективной работы устройства.

Abstract: the article discusses the process of creating a software-analytical complex for controlling a training glove using a neural network. The main attention is paid to the architecture of the neural network, training methods and data processing necessary for the correct and efficient operation of the device.

Ключевые слова: искусственный интеллект, тренажёр кисти, физическая реабилитация, ишемический инсульт, нейронные сети.

Key words: artificial intelligence, hand simulator, physical rehabilitation, ischemic stroke, neural networks.

Введение

Реабилитационные технологии, особенно те, которые включают в себя использование нейронной сети (далее нейросеть), становятся все более значимыми в современной медицинской практике.

Одним из главных преимуществ тренажеров с нейросетью – возможность отслеживания и анализа физиологических показателей человека в режиме

реального времени [1]. Таким образом, тренажеры могут корректировать нагрузку, предупреждать о возможных травмах и переутомлении, а также контролировать точность выполнения упражнений.

Сравнительная характеристика существующих тренажеров

Существуют множество различных тренажеров, разработанных специально для лечения профессиональных заболеваний [2]. Некоторые из них включают в себя:

1. Тренажеры для укрепления мышц.
2. Тренажеры для улучшения координации и равновесия.
3. Тренажеры для реабилитации суставов.

В связи с отсутствием аналогов данного типа тренажеров с использованием нейросетью. Предлагается создать реабилитационную перчатку, управляемую программным обеспечением, включающим в себя нейросеть.

Цель данной работы – создание программного-аналитического комплекса для реабилитационной перчатки с управлением нейронной сетью.

Выбор программных обеспечений для создания нейронной сети, базы данных и программы.

На основе этой цели были сформированы следующие задачи:

- проанализировать возраст и гендер пациента;
- разработать нейронную сеть для программ тренировок тренажера;
- разработать базу данных (далее БД) в системе управления базами данных (далее СУБД) PostgreSQL.
- Разработка планшета для контроля параметров пациента.

Выбор языка программирования Python для разработки программы тренажера для кисти после инсульта обусловлен рядом преимуществ, которые делают Python привлекательным в контексте данной задачи. Вот несколько основных причин:

1. Простота и ясность кода,
2. Большое количество библиотек и фреймворков,

3. Поддержка научного сообщества,
4. Кросс – платформенность,
5. Гибкость и расширяемость.

В программу первоначально вносятся данные о пациенте такие как: ФИО, все личные данные, диагноз.

После всех манипуляций надевается перчатка и пациент проходит первый тест. В нем собираются данные о пациенте: пульс, температура, давление; если все показатели в норме, то программа автоматически переходит ко второму этапу.

Второй этап включает в себя тест руки, то есть измеряется сила сжатия кисти. Формируется таблица по каждой руке с показателями силы сжатия (условная единица измерения КГ). После входные данные переходят в нейронную сеть.

Модель нейронной сети (рис.1), описание первого нейрона программы:

$T(i,j)$ - показатель температуры i -го клиента, j -ой руки, где i - порядковый номер клиента ($i = 1, \dots, n$), n - количество клиентов, j - порядковый номер руки i -го клиента, ($j = 1, 2$).

$D(i,j)$ - показатель давления i - го клиента, j - ой руки.

$P(i,j)$ - показатель пульса i - го клиента, j - ой руки.

$WT(i,j)$ -вес показателя температуры i - го клиента, j - ой руки.

$WD(i,j)$ -вес показателя давления i - го клиента, j - ой руки.

$WP(i,j)$ – вес показатель пульса i - го клиента, j - ой руки.

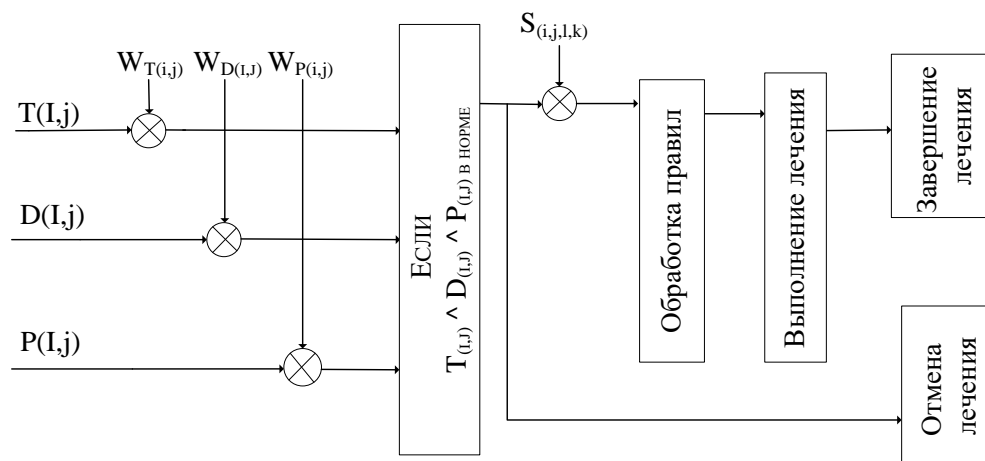


Рис. 1. Нейронная сеть выбора режима программы

Далее считывается сумматор показателей с факторами веса и если все показатели в норме, проводится опознавание информации сопротивления, с помощью встроенных датчиков [3], где:

$S(i,j,l,k)$ - сопротивление руки i - го клиента, j - ой руки, l - го пальца, k - го фаланги, где $l(i,j)$ = порядковый номер пальца j - ой руки, i - го клиента.

$k(l,i,j)$ - порядковый номер фаланги l - го пальца, j - ой руки, i - го клиента.

Получив, информацию с датчиков о сопротивлении руки выполняется обработка правил:

$$\begin{cases} \text{Если } S(i, j, l, k) < 30\%, \text{ то режим 1} \\ \text{Если } 30\% < S(i, j, l, k) < 60\%, \text{ то режим 2} \\ \text{Если } 60\% < S(i, j, l, k) < 99.9\%, \text{ то режим 3} \\ \text{Если } S(i, j, l, k) = 100\%, \text{ лечение завершено} \end{cases}$$

Если же показатель температуры, давления и пульса отклонены от нормы выполняется отмена лечения.

В итоге, отработав нейронная сеть вывод таблицу с результатами которые будут отправляться в датчики перчатки.

После обработки правил, выполняется лечение, где подаётся сигнал на фалангу со встроенным датчиком в определенном режиме программы (рис.2) [4].

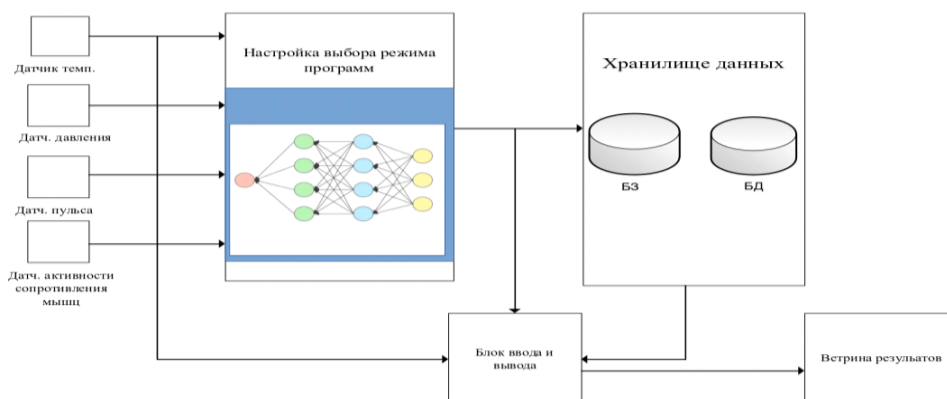


Рис. 2. Архитектура программного обеспечения работы перчатки

Соответственно, когда выполняется код, благодаря запросам данные или добавляются в базу данных, или обновляются, если ФИО и другие личные

данные пациенты введены повторно (одинаковы). Таблицы базы данных приведены далее соответственно.

Разработка структуры программно-аппаратного комплекса работы реабилитационной перчатки.

Все показания будут фиксироваться на витрине результатов.

Результатом решения программно-аппаратного комплекса использования реабилитационной перчатки и выбора режима, будут следующие предлагаемые варианты работ: полное или частичное восстановление травмы, снижение скованности и неподвижности суставов, восстановление кровообращения, снижение мышечной скованности. восстановление работоспособности мышц после атрофии, снижение повышенного тонуса мышц и боли в суставах [5].

Витриной результатов является планшет, алгоритм работы которого описан в данной статье. Планшет используется для экстренного выключения реабилитационной перчатки, вывода информации (давление, пульс, температура) о состоянии пациента, оставшегося времени тренировки и состояния каждой фаланги пальцев кисти.

Принцип работы реабилитационной перчатки и связь с планшетом показан на рисунке 3:

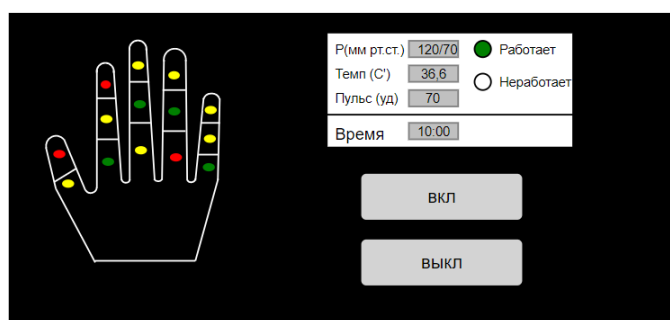


Рис. 3. Замер первичных данных

В это время на планшете загораются диоды определённых цветов (рис. 2). Для мужчин: красный – сила сжатия в диапазоне от 0 до 20кг, жёлтый - сила сжатия в диапазоне от 21 до 40кг, и зеленый - сила сжатия в диапазоне от 40 до 50кг. Для женщин: красный – сила сжатия в диапазоне от 0 до 12кг, жёлтый - сила сжатия в диапазоне от 13 до 25кг, и зеленый - сила сжатия в диапазоне от

26 до 35кг. [6] Такие цвета диодов позволяют наглядно продемонстрировать степень нарушения двигательных способностей пальцев кисти.

Данный экран предназначен для наблюдения за медицинскими показателями пациента в процессе тренировки в реальном времени. Это позволит медицинскому работнику или пациенту вовремя среагировать на изменения показателей и остановить тренировку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Реабилитационная перчатка Аника // Astra Medica [Электронный ресурс] URL: <https://medica-astra.ru/katalog/reabilitacziya/trenazhery-dlya-reabilitacii/palcy-i-sustavy-kisti/reabilitacionnaya-perchatka-anika/> (дата обращения: 26.03.24)

2 Тренажер интерактивный реабилитационный для функциональной терапии пальцев и кистей рук с БОС // Исток-Аудио [Электронный ресурс] URL: https://www.istokaudio.com/catalog/product/sistema_dopolnennoy_realnosti_dlya_korreksii_narusheniy_krupnoy_i_melkoj_motoriki_myshts_verkhnikh/ (дата обращения: 26.03.24)

3 Гудфеллоу И., Бенджио Я., Курвилль А. «Глубокое обучение», 2018, ДМК Пресс. – 800 стр.

4 Шерстюк А. «Python и машинное обучение», 2018, Питер. – 352 стр.

5 Хасанова Д.Р., Житкова Ю.В., Табиев И.И. Комплексная реабилитация пациентов с постинсультными синдромами. Медицинский Совет. 2016;(8):18-23. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2016-8-18-23> (дата обращения: 26.03.2024).

Туннельный синдром у художников: как избежать и что делать, если он обнаружился // Smirnov School URL: <https://smirnov.school/blog/health-and-career/tunnelnyy-sindrom-u-khudozhnikov> (дата обращения: 26.03.2024).

© Буркин А.А., Марьин Н.Е., Дорошин К.М., 2024

УДК 002

Кусяпов А.В., Ерофеев А.В.

Уфимский университет науки и технологий, филиал в г. Кумертау

cusiapov.aidar@yandex.ru

Kusyapov A. V., Erofeev A. V.

Ufa University of Science and Technology, branch in Kumertau

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАТЕНТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF PATENT ACTIVITY

Аннотация: Анализ патентной деятельности является важным инструментом для изучения технологического развития и инноваций в различных отраслях. Патенты представляют собой юридические документы, которые защищают права на новые изобретения и технические решения. Анализ патентов позволяет выявить тренды, определить конкурентное положение компаний и оценить потенциал для создания новых продуктов или услуг.

Abstract: Patent analysis is an important tool for studying technological development and innovation in various industries. Patents are legal documents that protect the rights to new inventions and technical solutions. Patent analysis allows you to identify trends, determine the competitive position of companies and assess the potential for creating new products or services.

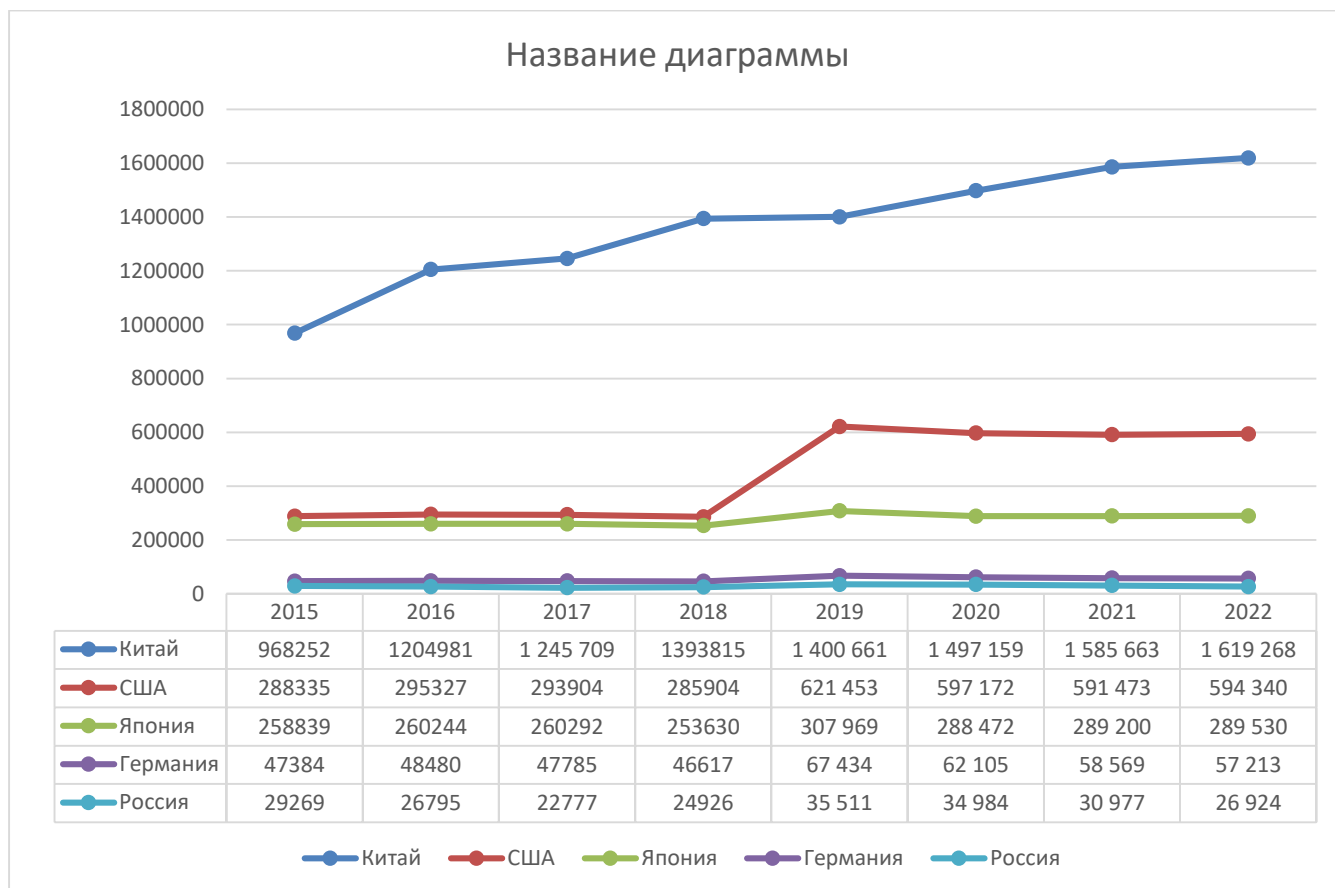
Ключевые слова: патент, анализ.

Keywords: patent, analysis.

Общее количество выданных патентов

Согласно отчету Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) за 2020 год, общее количество выданных патентов в мире составило около 3,5 миллиона. Лидерами по количеству выданных патентов являются Китай, США и Япония. Китай занимает первое место с общим количеством выданных патентов более 1,4 миллиона. Это

свидетельствует о высокой инновационной активности и стремлении к развитию научно-технического сектора в стране. Китай активно инвестирует в научные исследования и разработки, что способствует созданию новых технологий и изобретений. США занимают второе место с общим количеством выданных патентов около 600 тысяч. США являются одной из ведущих стран в области научных исследований и инноваций.

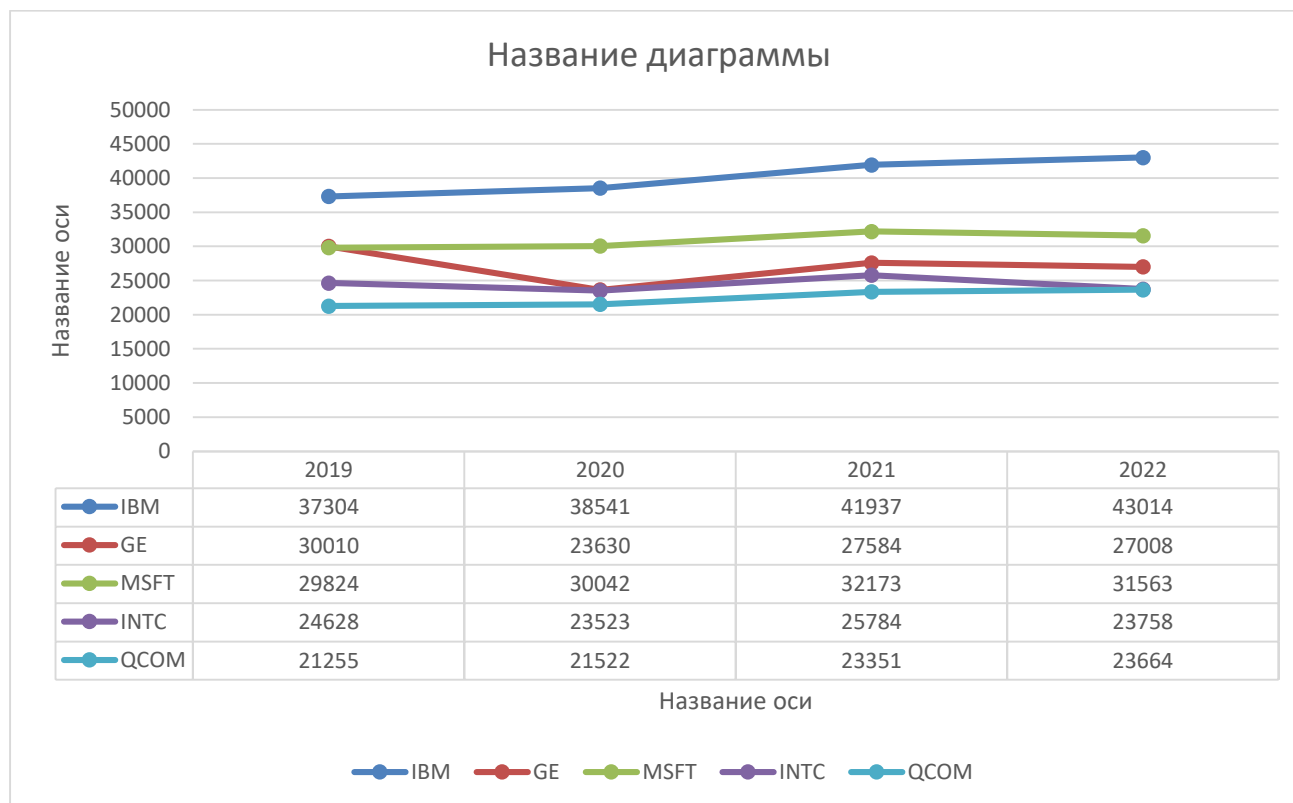


Количество патентов, которые приходятся на 1 миллион населения страны, может значительно варьироваться в зависимости от различных факторов, таких как уровень развития страны, инновационная активность и научные исследования.

	Китай	США	Япония	Германия	Россия
2015	691,61	865,1238066	2079,028	323,556	199,8601
2016	860,7	886,1026876	2090,313	331,04	182,9667

2017	889,79	881,8331013	2090,699	326,295	155,5302
2018	995,58	857,8298049	2037,189	318,319	170,2044
2019	1000,5	1864,615066	2473,647	460,466	242,4829
2020	1069,4	1791,762061	2317,044	424,077	238,8844
2021	1132,6	1774,662713	2322,892	399,932	211,523

Корпорация IBM (составляющая ежегодный рейтинг-300 патентных портфелей) сама значительную часть прибыли получает именно от продажи патентов другим IT-компаниям. Более 20 лет подряд эта организация была ведущей по ежегодному приросту патентов. Доход фирмы за 2021 год составил 57,4 миллиарда долларов. Она даже получила прозвище «крестного отца» интеллектуальной собственности. Ведь IBM делает другим компаниям предложения, от которых те не могут отказаться. Sony примечательна тем, что активно развивала патентный портфель в начале своего существования, что стало залогом ее будущих успехов.



Анализ патентной деятельности является важной составляющей в различных сферах бизнеса и научных исследований. В данной статье были рассмотрены основные аспекты и методы анализа патентной информации.

Также анализ патентной информации помогает определить актуальность исследований и разработок в конкретной области. Поиск по патентным базам данных позволяет выявить уже защищенные решения и избежать дублирования работ. Это сокращает затраты на разработку и ускоряет процесс внедрения инноваций на рынок.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. <https://www3.wipo.int/ipstats/key-search/indicator?tab=patent> Центр обработки данных статистики интеллектуальной собственности ВОИС
2. <https://www.ificlaims.com/rankings-global-assets-2023.htm> Крупнейшие патентообладатели мира
3. <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/838628156.pdf> Рейтинг цифровых компаний по числу «цифровых» патентов
4. <https://www.ificlaims.com/rankings-tech-growth-2023.htm> Топ-10 самых быстрорастущих технологий 2023 года

© Кусяпов А.В., Ерофеев А.В., 2024

Искужина Г.И.

Отделение СПО филиала ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» в г. Кумертау «Авиационный технический колледж»

e-mail: guliskuzhina15@yandex.ru

Науч. рук. преподаватель СПО *Фархутдинова И.Л.*

Отделение СПО филиала ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» в г. Кумертау «Авиационный технический колледж»

Iskuzhina G. I.

ПЛАНИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА С УЧЕТОМ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ

PLANNING OF THE MECHANICAL SECTION, TAKING INTO ACCOUNT THE MODERNIZATION OF EQUIPMENT

Аннотация: В работе были рассмотрены два варианта планирования и организации работы механического участка по изготовлению детали «Качалка». Первый вариант планирования заключался в использовании универсального технологического оборудования, а второй – в модернизации оборудования с целью повышения эффективности проекта. С учетом этих вариантов были рассчитаны затраты по статьям калькуляции и показатели экономической эффективности работы проектируемого участка. На основании данных расчетов был сделан вывод о влиянии мероприятий по модернизации оборудования на работу механического участка.

Abstract: The paper considered two options for planning and organizing the work of a mechanical section for the manufacture of a part «Kachalka». The first planning option was to use universal technological equipment, and the second was to modernize the equipment in order to increase the efficiency of the project. Taking into account these options, the costs of the calculation items and indicators of the economic efficiency of the projected site were calculated. Based on these calculations, it was concluded that the impact of equipment modernization measures on the operation of the mechanical section.

Ключевые слова: планирование, организация, модернизация оборудования, эффективность работы, механический участок.

Keywords: planning, organization, modernization of equipment, work efficiency, mechanical section.

В настоящее время правильная организация и рациональное планирование работы структурного подразделения обеспечивают повышение технического уровня работ по изготовлению продукции и снижение себестоимости продукции.

1. Общие сведения о механическом участке по изготовлению детали

Механосборочный цех является основным элементом производственной структуры предприятия АО «КумАПП». В цехе изготавливаются детали и узлы топливной, гидравлической и пневматической систем вертолета. Это детали и узлы управления типа качалок, тяг, кронштейнов, рычагов, детали шасси и силовой установки вертолета типа вилок, цапф, кронштейнов, детали типа штуцеров, угольников, шайб, болтов, гаек, винтов и т. д.

Деталь «Качалка» входит в состав узла «Кронштейн с качалкой ОШ», который, в свою очередь, входит в состав агрегата «Системы управления несущих винтов». К узлу «Качалка в сборе» крепится одна из тяг управления несущим винтом с целью изменения направления движения вертолета. Деталь «Качалка» относится к классу корпусных деталей и имеет форму средней сложности. Данная деталь изготовлена из алюминиевого ковочного сплава «АК6-Т1», заготовкой является штамповка.

2. Планирование механического участка с использованием универсального технологического оборудования

Проектируемый участок по изготовлению детали «Качалка» будет работать эффективно. Об этом свидетельствуют следующие показатели: рентабельность изделия, которая составила 92%, и прибыль, которая составила 31 551 700 рублей. На величину прибыли повлияли такие факторы, как выручка и затраты. Выручка составила 65 847 100 рублей, а сумма затрат – 34 295 400 рублей.

Основные фонды используются эффективно, о чем свидетельствуют показатели фондоотдачи и фондоемкости: фондоотдача составила 25,82 рубля, фондоемкость – 0,04 рубля. Материальные ресурсы также используются эффективно, на это указывают показатели материалоотдачи и материалоемкости продукции: материалоотдача – 60,69 рублей, материалоемкость – 0,02 рубля.

3. Планирование механического участка с учетом модернизации оборудования

Для повышения эффективности работы проектируемого участка произведем замену технологического оборудования для выполнения механических операций. В связи с этим изменится количество основных фондов, численность работающих участка, так как для работы на новом оборудовании будут привлечены специалисты высокой квалификации. Также изменится фонд заработной платы промышленно-производственного персонала, себестоимость продукции, а следовательно, изменятся и показатели экономической эффективности проекта.

Для выполнения таких механических операций, как фрезерная, сверлильная и расточная используем сверлильно-фрезерно-расточной станок с автоматической сменой инструмента (АСИ) и числовым программным управлением (ЧПУ) модели 400V, предназначенный для многооперационной обработки разнообразных деталей сложной конфигурации.

В работе были рассчитаны и проанализированы прямые затраты, их величина составила 854,47 рублей и уменьшилась на 566,32 рубля или 40%. Уменьшение произошло за счет затрат на оплату труда, которые составили 745,97 рублей и уменьшились на 566,32 рубля или 43%. Материальные затраты не изменились и составляют 108,5 рублей.

Анализ экономических показателей показал, что в случае модернизации оборудования себестоимость на деталь уменьшилась на 1402,53 рубля или 41%, что отразилось на снижении общей величины затрат, которые уменьшились на 14 025 300 рублей или 41%.

В результате проведенных мероприятий прибыль составит 45 577 000 рублей и увеличилась на 14 025 300 рублей или 45%, что соответственно привело к увеличению рентабельности. Рентабельность составляет 225% и увеличилась на 132 %

ВЫВОДЫ

Исходя из всего вышеперечисленного сделаем вывод о том, что мероприятия по модернизации оборудования окажут положительное влияние на работу механического участка по изготовлению детали «Качалка», что позволит окупить затраты, связанные с заменой универсального технологического оборудования на более современное многофункциональное оборудование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шабашов А.А. Проектирование машиностроительного производства: учебное пособие / А.А. Шабашов. – Екатеринбург: Издательство Урал. ун-та, 2018. – 76 с.
2. Киреева-Каримова А.М. Планирование затрат и себестоимости: учебно-метод. пособие / сост. А.М. Киреева-Каримова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2021. – 28 с.
3. Особенности учета и калькулирования на промышленных предприятиях / И.С. Пельмская, Н. Л. Савченко, Д. С. Воронов. – М.: Креативная экономика, 2022. – 200 с.
4. Сачко Н. С., Бабук И. М. Организация и планирование машиностроительного производства : (Курсовое проектирование) : [Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Минск : Вышэйшая школа, 2001. – 72 с.

© Искужина Г.И., 2024

Рискулов Р.А.

Кумертауский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Науч. рук. канд. экон. наук Цыркаева Е.А.

Кумертауский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Riskulov R.A.

Kumertau branch of the Federal State budgetary educational institution of higher education

«Orenburg State University»

РИСКИ И ИХ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЕКТОРА

RISKS AND THEIR IDENTIFICATION IN THE ACTIVITIES OF A FOOD SECTOR ENTERPRISE

Аннотация: Данная статья посвящена оценке рисков в деятельности предприятия продовольственного сектора. Приведено понятие рисков, их классификация и методы идентификации.

Abstract: This article is devoted to the assessment of risks in the activities of enterprises in the food sector. The concept of risks, their classification and identification methods are given.

Ключевые слова: риск, управление рисками, классификация рисков, карта рисков.

Keywords: risk, risk management, risk classification, risk map.

Риски предприятия — это любые негативные события, которые могут нести потенциальную угрозу его деятельности.

Источниками риска являются: природные процессы и явления; случайность; характер научно-технического прогресса; ограниченность материальных, финансовых ресурсов при принятии решений (рис. 1)

Операционная деятельность	Организационная деятельность	Финансовая деятельность	Рыночная деятельность
<ul style="list-style-type: none"> • Производство • Снабжение • Запасы • Хранение • Транспортировка 	<ul style="list-style-type: none"> • Управление предприятием • Правовое регулирование • Информация • Персонал • Коммерческая деятельность 	<ul style="list-style-type: none"> • Инвестирование • Управление активами • Управление капиталом 	<ul style="list-style-type: none"> • Валютные операции • Финансовые вложения • Закупка

Рис. 1 – Виды деятельности, в которых проявляются риски

Рассмотрим риски в деятельности предприятия продовольственного сектора на примере ООО «Элеватор». Основной вид деятельности предприятия - производство масел и жиров. [1,2,]

В таблице 1 представлены основные показатели деятельности ООО «Элеватор».

Таблица 1

Финансовые показатели предприятия ООО «Элеватор» за 2020–2022 годы.

Финансовый показатель	2020г.	2021г.	2022г.	Изменение 2020г. к 2022г. (+;-)	Изменени е 2020г. к 2022г. (%)
Выручка млрд. руб.	14,3	24,5	22,1	+7,8	155
Чистая прибыль млрд. руб.	1,1	2,3	1,3	+0,2	118
Активы млрд. руб.	13,7	18,9	17,1	+3,4	125
Капитал и резервы млрд. руб.	1,7	3,9	5	+3,3	в 2,9 раз

Все показатели за анализируемый период увеличиваются. Выручка выросла на 7,8 млрд. руб., что в процентном выражении составляет 55%.

Показатель чистой прибыли вырос на 18%. Активы увеличились на 3,4 млрд. руб. (25%) в сравнении с 2020 годом.

Для определения потенциальных рисков в деятельности предприятия был проведён PEST, SWOT анализ, анализ пяти сил М. Портера. Рассчитана вероятность наступления рисков и степень их влияния на деятельность ООО «Элеватор» (рисунок 2).



Рис. 2 – Карта рисков предприятия ООО «Элеватор»

Наиболее влиятельными рисками является: снижение производства, снижение работников организации, снижение основных финансовых показателей, сокращение производства, создание товаров – заменителей.

Таблица 2

Мероприятия, направленные на минимизацию рисков предприятия ООО «Элеватор»

Наименование риска	Мероприятия
Природно-климатические риски	– Заключение договоров с местными метеорологическими станциями с целью получения оперативной информации по прогнозу погодных условий. [1]
Ценовые риски	– Установление менее гибких цен на с/х продукцию; – Улучшения маркетинга предприятия; – Установка доступных цен для потребителя
Технологические риски	– Введение новых систем земледелия, увеличения системы точного земледелия;

	– Разработка новых более масленичных сортов подсолнечника;
Реализационные риски	– Заключение долгосрочных договоров на сбыт продукции; – Формирование системы логистики; – Формирование интеграционных взаимосвязей с другими предприятиями; [6]
Информационные риски	– По поводу альтернативных возможностей маркетинга производимой и реализуемой продукции; – Создания автоматизированных информационных систем, основой которых будет служить накопленная информация о собственной производственной, финансовой и других видов деятельности, с целью оперативного анализа и выбора быстрых.
Политические риски	– Страховка от повреждений, связанных с возникновением военных ситуаций и народных волнений, а также, от политических переворотов и смены правительства.
Финансовые риски	– Страхование; – Диверсификация; – Лимитирование. [4]
Риски персонала	– Вести активную деятельность с учебными заведениями для привлечения молодых специалистов; – Создание благополучных условий;. [1]

Таким образом, полностью избежать риски в предпринимательской деятельности фактически невозможно, но, зная источник потерь, предприятие ООО «Элеватор» способно снизить их уровень, уменьшив действие неблагоприятных факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1)Акимова Е.П. Механизм влияния различных стимулов на эффективность деятельности компании/Е.П. Акимова Вестник Российской академии естественных наук. – № 16(1), 2019. – С. 40–43. – ISBN 978-2-1253-6.
- 2)Бухгалтерский и финансовый отчёты предприятия ООО «Элеватор»[Электронный ресурс]: – Режим доступа ООО "ЭЛЕВАТОР" – Кумертау – Директор Варламов Сергей Васильевич (checko.ru)

3) Бухгалтерский и финансовый отчёты предприятия ООО «Элеватор» [Электронный ресурс]: – Режим доступа ООО "ЭЛЕВАТОР", проверка по ИНН 0250014334 (audit-it.ru)

4) Воробьева, И.П. Экономика и управление производством : учебное пособие для вузов / И.П. Воробьева, О. С. Селевич. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 191 с. – ISBN 5-4859-624-1

© Рисулов Р.А., 2024

УДК 330.342.23

Силин И.П., Гаврилов В.Ф., Ерофеев А.В.

Уфимский университет науки и технологий, филиал в г. Кумертау

Науч. рук. *Ерофеев А.В.*

Уфимский университет науки и технологий

Silin I.P., Gavrilov V.F., Erofeev A. V.

Ufa University of Science and Technology, branch in Kumertau

ТРАНСГРАНИЧНЫЙ УГЛЕРОДНЫЙ НАЛОГ И ЭНЕРГОПЕРЕХОД К НИЗКО УГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКЕ

A CROSS-BORDER CARBON TAX AND AN ENERGY TRANSITION TO A LOW-CARBON ECONOMY

Аннотация: Киотский протокол — это международное соглашение, подписанное 157 странами, включая Россию, с целью снижения выбросов парниковых газов, в частности углекислого газа (CO₂), в атмосферу. Вопрос парникового эффекта становится все более актуальным в связи с его влиянием на глобальное потепление и изменение климата. Протокол предусматривает продажу квот на выбросы парниковых газов для стран с высоким уровнем выбросов, таких как Россия, обладающая крупнейшим лесным массивом. Это позволяет странам-держателям лесов сохранять и приумножать свои лесные ресурсы, а также получать экономическую выгоду от продажи квот на выбросы.

Abstract: Kyoto Protocol: The Kyoto Protocol is an international agreement signed by 157 countries, including Russia, with the aim of reducing greenhouse gas emissions, in particular carbon dioxide (Co2), into the atmosphere. The issue of the greenhouse effect is becoming increasingly relevant due to its impact on global warming and climate change. The protocol provides for the sale of greenhouse gas emission quotas for countries with high emissions, such as Russia, which has the largest forest area. This allows forest-owning countries to conserve and increase their forest resources, as well as to receive economic benefits from the sale of emission quotas.

Ключевые слова: трансграничный углеродный налог, низко углеродная экономика, Co2, киотский договор

Keywords: cross-border carbon tax, low-carbon economics, Co2, The Kyoto Treaty

Введение

Многие страны, включая Китай, Индию, США и страны Западной Европы, переносят свои производства в страны с низкими экологическими стандартами и дешёвой рабочей силой, загрязняя окружающую среду и создавая экологические проблемы в этих странах.[1]

В настоящее время многие страны активно стремятся перейти на “зелёную” энергетику, основанную на использовании возобновляемых источников энергии, таких как солнце, ветер и вода. Это помогает снизить зависимость от ископаемых видов топлива и уменьшить выбросы парниковых газов, способствуя решению глобальных экологических проблем.[2]

В таблице 1 представлены данные о выбросах углекислого газа (CO₂) в атмосферу в разных странах мира за 2020 и 2021 годы. Столбец “Страна” содержит список стран, упорядоченный по объёму выбросов CO₂ в 2021 году. В столбцах “2020” и “2021” указаны объёмы выбросов углекислого газа за соответствующие годы в миллионах тонн. Таблица включает топ-20 стран по объёму выбросов.

Таблица 1

Список стран по выбросам CO₂ в мегатоннах за год по данным EDGAR

№	Страна	2020	2021
		млн т	млн т
1	Китай	11948	12466
2	США	4464,1	4752,1
3	Европейский союз (27 стран)	2605,1	2774,9
4	Индия	2396,3	2648,8
5	Россия	1797,6	1942,5
6	Япония	1054,9	1084,7
7	Иран	690,86	710,83
8	Международное судоходство	667,04	699,72
9	Германия	629,1	665,88
10	Республика Корея	605,45	626,8
11	Индонезия	591,32	602,59
12	Саудовская Аравия	574,92	586,4
13	Канада	548,45	563,54
14	Бразилия	441,37	489,86
15	Турция	416,51	449,72
16	ЮАР	427,82	435,52
17	Мексика	401,13	418,35
18	Международная авиация	338,14	390,17
19	Австралия	376,78	367,91
20	Великобритания	318,92	335,36

На примере России можем сказать, что наши леса могут переработать 3618 млн тонн CO₂. Российские леса полностью нейтрализуют годовой объем выбросов углекислого газа в стране, тогда как у других стран такие показатели не достижимы.[3]

Для сдерживания стран с высоким показателем выбросов CO₂ была выдвинута идея продажи эмиссионных квот. Для ее реализации был подписан Киотский протокол в 1997 году, и его основная цель заключалась в сокращении выбросов парниковых газов.

Результаты и обсуждения

Продажа разрешения на выброс определенного количества CO₂, не решит проблему загрязнения. Так как организация сможет «Докупать» необходимое количество под свои потребности, что чревато экологическими катастрофами. Лицензия же на выбросы непосредственно дает право на выбросы загрязняющих веществ до определенной нормы, что даст право выбрасывать загрязняющие вещества со скоростью, которая вызовет не более чем определенное увеличение уровня загрязнения.

Анализ рынка сбыта квот на выбросы CO₂, Россия как самая богатая страна по лесному ресурсу, способна поглощать не только загрязнения своих производств, но и производств других стран.

Точная сумма прибыли, полученной Россией от продажи углеродных квот, варьируется в зависимости от года и рыночной конъюнктуры. В 2019 году Россия заработала на продаже углеродных квот около 350 млн долларов США, что составляет около 4% от общей суммы, полученной всеми продавцами квот в мире.

Заключение

Киотский протокол является значимым достижением международного сообщества в области борьбы с изменением климата и глобальным потеплением. Он представляет собой первое юридически обязательное соглашение, направленное на сокращение выбросов парниковых газов и стимулирование устойчивого развития.

Протокол предоставляет возможность странам-участницам, включая Россию с её огромными лесными богатствами, осуществлять меры по снижению выбросов и адаптации к изменению климата, что способствует экономическому росту и устойчивому развитию.

Однако для эффективного выполнения Киотского протокола и достижения его целей необходимо активное участие всех стран-участниц и повышение уровня информированности населения. Важно также продолжать работу по разработке и внедрению новых международных соглашений, направленных на борьбу с климатическими изменениями и обеспечение устойчивого развития на долгосрочную перспективу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. М., 1998.
2. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. М., 1999.
3. Глобальные проблемы биосферы. М., 2001. Вып. 1.
4. Голубер И.Р., новиков Ю.В. Окружающая среда и ее охрана. М., 1985.
5. Данилов-Данильян В.И. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? М., 1997.
6. Иванов О.П. Глобальные экологические проблемы и эволюция. // www.i-u.ru

© Силин И.П., Гаврилов В.Ф., Ерофеев А.В., 2024

УДК 330

Узянбаева Л.И.

Кумертауский филиал ФГБОУ ВО "Оренбургский государственный университет"

Науч. рук. канд. экон. наук *Цыркаева Е.А.*

Кумертауский филиал ФГБОУ ВО "Оренбургский государственный университет"

Uzyanbaeva L.I.

Kumertau branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University"

ПРОБЛЕМЫ КРЕДИТОВАНИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА

PROBLEMS OF LENDING TO SMALL BUSINESSES

Аннотация: В данной статье рассматривается понятие малого бизнеса и его кредитование в Российской Федерации. Проведен анализ динамики кредитования малого бизнеса в коммерческих банках, который включает в себя долю кредитов малому бизнесу, показатели объема кредитных операций и объем кредитов, предоставленных субъектам малого бизнеса. Рассматриваются проблемы, перспективные направления развития кредитования малого бизнеса в Российской Федерации.

Abstract: This article examines small business and its lending in the Russian Federation. The analysis of lending to small businesses in PJSC VTB has been carried out, which includes the share of loans to small businesses, indicators of the volume of credit transactions and the volume of loans provided to small businesses. The problems and promising directions for the development of small business lending in the Russian Federation are considered.

Ключевые слова: малый бизнес, кредитование малого бизнеса, программы кредитования коммерческий банк

Keywords: small business, small business lending, bank

Кредитование малого бизнеса — это льготное взаимодействие между коммерческими банками и заемщиками по поводу предоставления кредитов с учетом отраслевого профилирования, моделирования рисков, финансовой оценки заемщиков. [1]

На примере публичного акционерного общества «ВТБ», следует рассмотреть направления кредитования малого бизнеса. Банк предоставляет кредиты для малого бизнеса на индивидуальных условиях, учитывая специфику каждого предприятия. Это позволяет адаптировать условия кредитования под конкретные потребности и возможности заемщика. [2]

Следует рассмотреть показатели объема кредитных операций в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, относящихся к категории малого и среднего бизнеса (рис. 1).

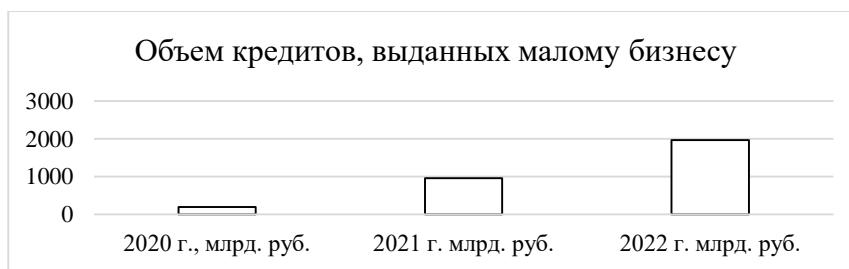


Рис. 1. Объем кредитов, выданных ПАО «ВТБ» малому бизнесу за 2020-2022 гг.

В результате данных произошел рост объемов кредитов, выданных малому бизнесу: за 2020 по 2021 год с 189,7 млрд. руб. до 955,2 млрд. руб. (на 765,2 млрд. руб. или в 5 раз), за 2021 по 2022 год с 955,2 до 1970 млрд. руб. (на 1014,8 млрд. руб. или в 2 раза).

На рисунке 2 представлена динамика изменения доли малого бизнеса в кредитном портфеле.



Рис. 2. Доля кредитов бизнесу в кредитном портфеле за 2020-2022 гг.

Выросла доля кредитов малому бизнесу в кредитном портфеле банка. Этому способствовало активное участие «ВТБ» в госпрограмме поддержки ипотеки, запущенной в апреле 2020 года.

На рисунке 3 представлено среднее количество субъектов малого бизнеса за 2020-2022 гг.

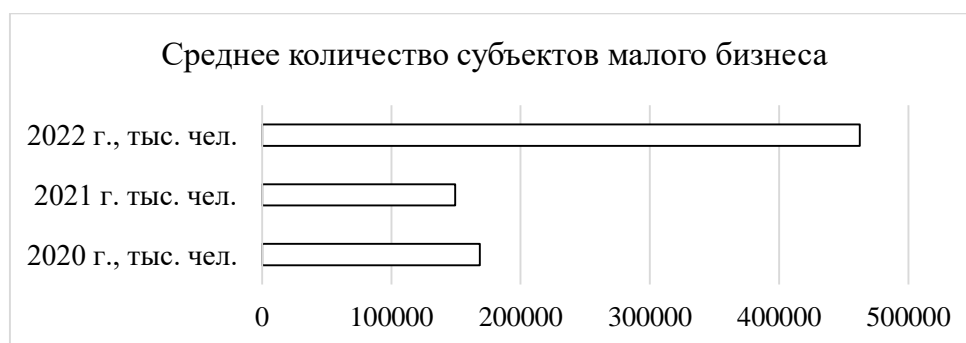


Рис.3. Среднее количество субъектов малого бизнеса за 2020-2022 гг.

Из приведенных данных следует, что динамика изменения среднего количества субъектов малого бизнеса носит непостоянный характер: с 2020 по 2021 год число уменьшилось с 168459 тыс. чел. до 149360 тыс. чел. (на 19099 тыс. чел или 11,3%), за 2021 по 2022 год увеличилось с 149360 тыс. чел. до 462520 тыс. чел. (на 313160 тыс. чел. или в 3 раза).

Также следует рассмотреть объем кредитов, предоставленных субъектам малого бизнеса за период с 2020 по 2022 год, которая представлена (рис. 4).

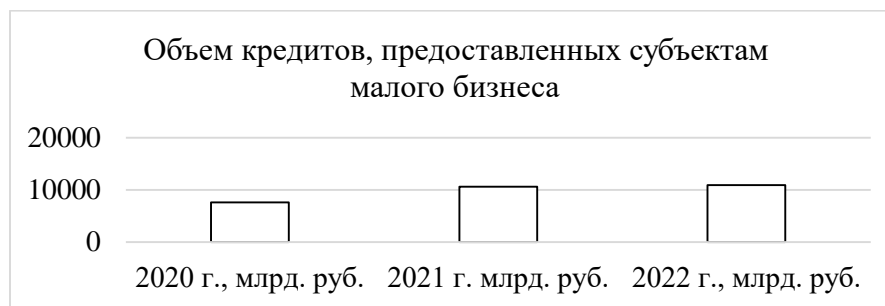


Рис. 4. Объем кредитов, предоставленных субъектам малого бизнеса

Из приведенных данных следует, что объем кредитов, предоставленных субъектам малого бизнеса, увеличился с 7600 млрд. руб. до 10930 млрд. руб. Увеличение выданных кредитов связано в основном со снижением процентных ставок по кредитным продуктам.

В рейтинге банков Российской Федерации по объему выданных кредитов малому бизнесу за 2023 год ПАО «ВТБ» занимает второе место, который выдал 2669,4 млрд. руб. ПАО «Сбербанк» и ПАО «ВТБ» вместе занимают почти 70% всего ипотечного портфеля в России. На «ВТБ» порядка 20,7% приходится 49,9% рынка. [4]

К проблемам кредитования малого бизнеса относятся: высокие процентные ставки, недостаточное обеспечение, сложная процедура одобрения, высокие требования к кредитной истории, недостаток государственной поддержки, отсутствие надежных залогов, непрозрачность бизнеса.

Для решения данных проблем Центральный банк РФ представил ряд перспективных направлений развития процесса кредитования малого бизнеса, которые ожидаются в 2024 году (рис. 5).

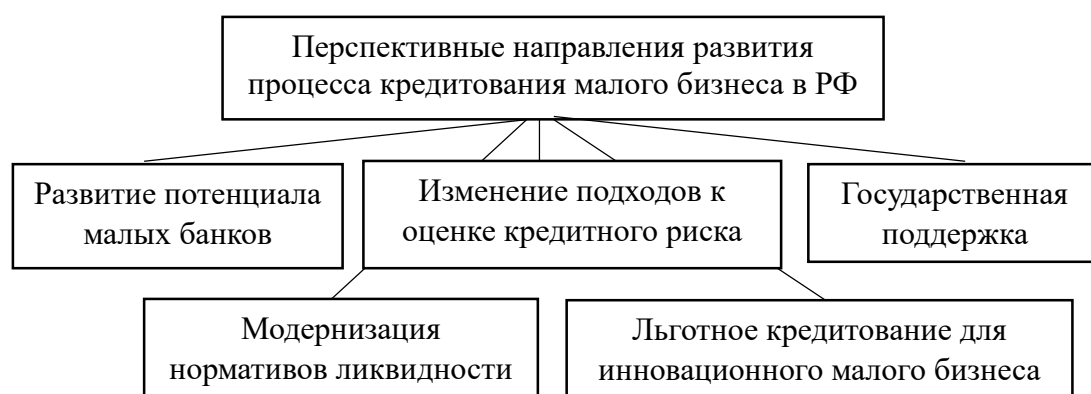


Рис. 5. Перспективные направления развития кредитования малого бизнеса в РФ

Также Центральный банк РФ разработал программу «Дорожная карта» для поддержки малого и среднего бизнеса на 2023-2024 годы. Особое направление работы — снижение транзакционных издержек бизнеса за счет приема оплаты через Систему быстрых платежей. [3]

Таким образом, государство, придерживаясь данных программ и направлений, сможет решить проблемы кредитования малого бизнеса, позволит сделать его более доступным и поддержать его развитие в Российской Федерации, оптимизировать процесс оценки кредитного риска и дополнительно мотивировать банки к работе с некрупным бизнесом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Краснаярова Г.В. Теоретические аспекты кредитования малого бизнеса // Молодой ученый. 2020. №40 (330). С. 68-72.
- 2 ПАО «ВТБ» [сайт]. URL: <https://www.vtb.ru/>
- 3 Центральный банк Российской Федерации: [сайт]. URL: <https://cbr.ru/>
- 4 Тинькофф [сайт]. URL: https://www.tinkoff.ru/invest/social/profile/GV_invest/fd6552ca-946c-40a8-a7fb-0b06d061aa4d/

© Узьянбаева Л.И., 2024

СЕКЦИЯ 5 (СТУДЕНТЫ). ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ.

УДК 528.516

Асеев В.А., Лазарев Д.М.

Уфимский университет науки и технологий, филиал в г. Кумертау

mr.assist@bk.ru

Aseev V.A., Lazarev D.M.

Ufa University of Science and Technology, branch in Kumertau

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЦЕЛЕУКАЗАТЕЛЬ ОЧАГА ВОЗГОРАНИЯ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ВЕРТОЛЕТНОГО ТИПА

AUTOMATED TARGET INDICATION OF FIRE FIGHTING SYSTEM OF HELICOPTER TYPE

Аннотация: Проведен обзор способов наведения летательного аппарата на очаг возгорания и его тушения огнегасящей жидкостью. На основе сравнительного анализа предложен подход к построению автоматизированного целеуказателя, выполняющего функции измерения расстояния от вертолета до очага возгорания, расчета траектории струи потока воды и наведения струи потока воды на очаги возгорания.

Abstract: A review of methods for aiming an aircraft at a fire and extinguishing it with fire extinguishing liquid was carried out. Based on a comparative analysis, an approach to constructing an automated target designator has been proposed, which performs the function of measuring the distance from a helicopter to the source of fire, calculating the trajectory of the water flow jet and pointing the water flow jet at the fire sources.

Ключевые слова: пожаротушение, авиация, вертолет, система автоматического целеуказания.

Keywords: firefighting, aviation, helicopter, automatic targeting system.

Введение

В настоящее время во многих городах мира остро стоит проблема защиты высотных зданий от пожаров [1]. Для решения этой проблемы может быть использован вертолет, оснащенный пожарной системой [1, 2]. Но действуя традиционным способом, например, сбрасывая воду на крышу здания, можно причинить ущерб больший, чем нанесет сам пожар (происходящий в одной из квартир) [1–3]. Поэтому конструктора создают различные типы систем горизонтального тушения для размещения их на вертолете [1–3]. Так, например, в настоящее время АО «КумАПП» занимается модернизацией и усовершенствованием системы пожаротушения СП-32 на базе многоцелевого вертолета КА-32А11ВС. Для повышения эффективности работы системы СП-32 необходимо измерять расстояние от вертолета до очага возгорания, рассчитывать траекторию струи потока воды и наводить струю на очаг возгорания. Поэтому проблема разработки указателя цели (очага возгорания), выполняющего данные функции и работающего в составе системы СП-32, является актуальной проблемой, требующей решения.

Целью данной работы является разработка автоматизированного целеуказателя для системы СП-32, выполняющего функции измерения расстояния от вертолета до очага возгорания, расчета траектории струи потока воды и наведения струи потока воды на очаги возгорания.

Обзор существующих авиационных систем пожаротушения

Известен способ наведения летательного аппарата на очаг пожара и его тушения огнегасящей жидкостью [4]. Способ реализуют на летательном аппарате 1 (рис. 1), снабженном ультрафиолетовым сенсором УФ-С диапазона (УФ-С сенсор) 2, блоком расчета траектории и управления летательным аппаратом 3 с монитором 4 и устройством сброса огнегасящей жидкости 5.

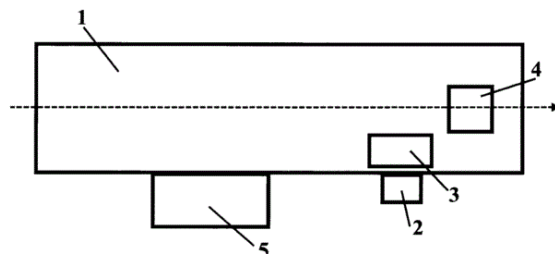


Рис. 1. Схема размещения элементов системы на авиационном носителе огнегасящей жидкости (пунктиром со стрелкой обозначена продольная ось самолета-носителя) [4]

УФ-С сенсор 2 (выделен пунктирной линией) (рис. 2) содержит объектив 6, монофотонный время-координатно-чувствительный датчик 7, вычислительный блок 8. Сигнал с блока 2 поступает в блок расчета и управления летательным аппаратом 3 (выделен штрих-пунктирной линией), который содержит монитор 4, блок расчета траектории летательного аппарата 9 и систему управления 10 летательным аппаратом. Команду на сброс огнегасящей жидкости на очаг пожара подают с блока 3 на устройство 5.

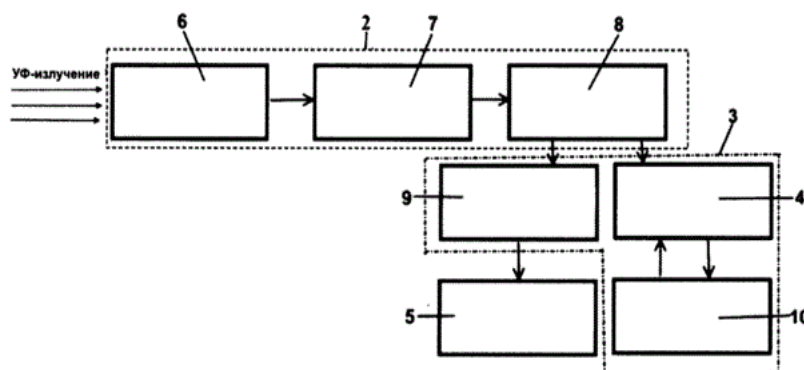


Рис. 2. Блок-схема взаимодействия элементов УФ-С сенсора, обеспечивающих реализацию способа [4]

Предлагаемый способ реализуют следующим образом. При получении сигнала о возгорании летательный аппарат после заправки огнегасящей жидкостью вылетает в район пожара. В процессе полета ЛА на входной объектив ультрафиолетового сенсора, снабженного режекторными кристаллами-фильтрами, поступает УФ-излучение, исходящее от очага пожара. Телесный угол объектива может быть различным в зависимости от характера задач, решаемых системой, и типа носителя огнегасящей жидкости и может

составлять от 30 до 120 градусов. Полоса пропускания фильтров составляет от 250 до 280 нм. Таким образом, объектив пропускает фотоны выбранного диапазона и подавляет все остальные длины волн. Коэффициент подавления фотонов с длинами волн, отличными от указанного выше диапазона может достигать 10-14. Вследствие этого обеспечивается «солнечно-слепой» режим регистрации УФ-С излучения, и устройство может работать в условиях интенсивного солнечного излучения, попадающего в объектив. Прошедший через объектив фотон излучения попадает на фотокатод время-координатного чувствительного детектора (ВКЧД). На выходном мониторе сенсора формируется изображение, отображающее источники УФ-С излучения, попадающие в телесный угол объектива. На рис. 3 приведен пример отображения источника УФ-С излучения на экране монитора. Вычислительный блок рассчитывает координаты x и y (рис. 3) и по ним, благодаря предварительной калибровке УФ-С на стенде, определяет угловые координаты очага пожара – углы α и β . После вычисления углов очага пожара самолет разворачивают на угол α , так что ось самолета совпадает с осью y (рис. 3). Ось визирования объектива сенсора лежит в вертикальной плоскости, проходящей через горизонтальную строительную ось ЛА – носителя огнегасящей жидкости. При этом ось визирования отклонена от надира на фиксированный угол β_0 (рис. 4). Угол поля зрения монофотонного сенсора в вертикальной плоскости $\Delta\beta$ может выбираться, исходя из типа ЛА и решаемых задач.

При появлении на экране индикатора изображения источника УФ-С излучения – очага пожара в виде яркого пятна (рис. 3) производится считывание координат его центра x и y , по которым, как уже было указано выше, определяются угловые координаты цели.

На рис. 4 приведен случай обнаружения и тушения пожара в условиях плоского рельефа местности. При получении информации об угле α , пилотом (штурманом) выдается команда на совершение разворота ЛА на азимут α , в результате которого пятно очага пожара оказывается на оси y . Таким образом, определяется угол визирования Γ очага пожара: $\Gamma = \beta_0 + \beta$ (рис. 4). Зная угол Γ и

располагая информацией о текущей высоте полета, получаемой со штатного бортового высотомера, с помощью компьютера рассчитывается горизонтальное расстояние до очага пожара L и наклонная дальность до него R :

$$L = H \cdot \operatorname{tg} \Gamma \quad (1)$$

$$R = H \cdot \operatorname{sec} \Gamma \quad (2)$$

Далее при известных значениях горизонтальной дальности до цели L , наклонной дальности R , высоты полета H , вектора скорости ЛА V , а также модели оседания облака воды после ее сброса с ЛА блок управления сбросом огнегасящей жидкости определяет оптимальный момент ее сброса.

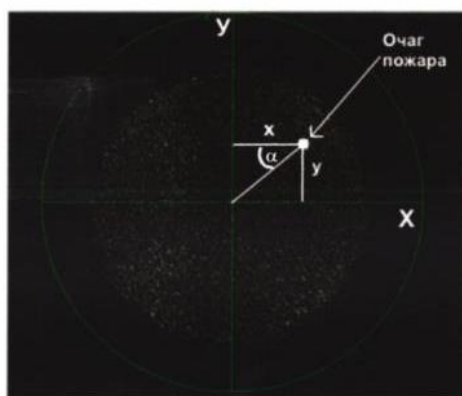


Рис. 3. Фото сигнала появления очага возгорания на экране монитора [4]

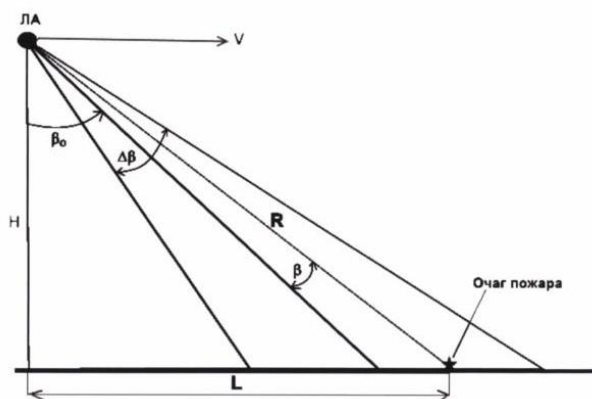


Рис. 4. Схема, поясняющая реализацию способа в условиях плоского рельефа местности [4]

Известна вертолетная установка для тушения пожара [5], отличающаяся тем, что управление пожарным стволом осуществляется из кабины вертолета, а визуальная информация передается к оператору посредством оптико-

телевизионной системы, что упрощает конструкцию, повышая ее надежность, расширяя возможности применения, и не оказывает влияния на летные характеристики вертолета.

Установка [5] содержит пожарный ствол, пенообразующее устройство (пеногенератор), механизм управления стволом, бак для огнетушащей жидкости, насосную установку и оптико-телевизионное устройство. Соединение ствола с насосами осуществляется трубопроводами. Установка для тушения пожара работает следующим образом: по прибытии к месту пожара, вертолет зависает и разворачивается вокруг вертикальной оси на 180° . Затем запускается насосная установка и огнетушащая жидкость по трубопроводу подается из насоса в пожарный ствол. Оператор из кабины вертолета, посредством механизма управления, управляет пожарным стволом с пенообразующим устройством, корректируя направление струи огнетушащей жидкости по изображению с экрана монитора, передаваемому в кабину с оптико-телевизионной камеры. По окончании пожаротушения насосная установка переводится в режим холостого хода или выключается.

Предлагаемая структура автоматизированного целеуказателя

По результатам литературно-патентного обзора предлагается следующая структура автоматизированного целеуказателя очага возгорания, представленная на рис. 6, для возможного применения в составе системы пожаротушения СП-32 на базе многоцелевого вертолета КА-32А11ВС.

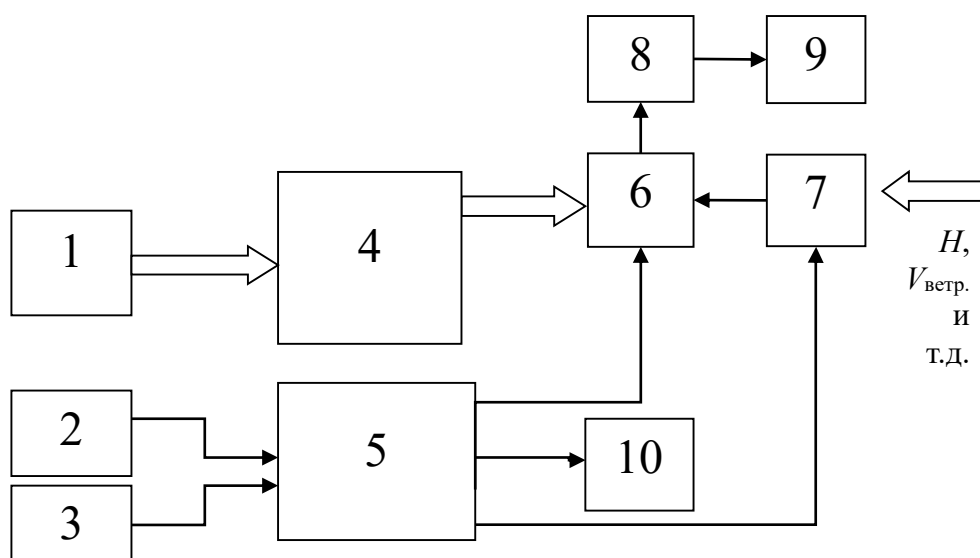


Рис. 6. Структура автоматизированного целеуказателя очага возгорания: 1 – тепловизионная камера (или тепловизионная матрица); 2 – датчик-радар расстояния до очага возгорания; 3 – датчик-радар расстояния до стены здания; 4 – видеоконтроллер; 5 – блок обработки информации; 6 – монитор; 7 – вычислительное устройство; 8 – пульт управления системой наведения; 9 – система пожаротушения СП-32; 10 – блок световой и звуковой сигнализации

По прибытии к месту пожара вертолет «зависает» и визуальнo наводится на предполагаемый очаг возгорания. Тепловизионная камера (или тепловизионная матрица) 1 сканирует и обнаруживает область очага возгорания. Сигналы с тепловизионной камеры (или тепловизионной матрицы) 1 поступают в видеоконтроллер 4. В видеоконтроллере 4 методами видеоаналитики и распознавания образов детектируется очаг возгорания в виде областей с высокой температурой, и результаты детектирования передаются в монитор 6, на экране которого формируется изображение очага возгорания. После обнаружения очага возгорания датчики-радары 2 и 3 с помощью передатчиков излучают в область очага возгорания и в стену здания, соответственно, короткие электромагнитные импульсы (радиоволны) и принимают с помощью приемников отраженные сигналы.

Датчик-радар (радиодальномер) 2 предназначен для измерения расстояния до очага возгорания, датчик-радар (радиодальномер) 3 – для

измерения расстояния до стены здания. Использование датчика-радара 3, впоследствии, не позволяет вертолёту приблизиться к зданию на опасное расстояние. Блок световой и звуковой сигнализации 10 срабатывает при приближении вертолета к зданию на опасное расстояние.

Электрические сигналы с датчиков-радаров 2 и 3 передаются в блок обработки информации 5, в котором они усиливаются усилителем, преобразуются в цифровой код с помощью аналого-цифрового преобразователя, обрабатываются микроконтроллером и, тем самым, измеряются расстояния до очага возгорания и до стены здания. Из блока обработки информации 5 цифровые данные о результатах измерения расстояний передаются для отображения на экране в монитор 6 и вычислительное устройство 7. Вычислительное устройство 7, используя данные из блока 5 и данные с датчиков высоты полета вертолета H , скорости ветра $V_{\text{ветр.}}$ и т.д., рассчитывает координаты очага возгорания и координаты оптимального местоположения вертолета, которые обеспечат необходимую траекторию струи потока воды при целенаправлении на очаг возгорания. Результаты расчета координат передаются из вычислительного устройства 7 на монитор 6 и отображаются на его экране. Пилот при целенаправлении на очаг возгорания корректирует положение вертолета в вертикальном и горизонтальном направлениях, ориентируясь на рекомендации, отображаемые на экране монитора 6. После наведения вертолета на цель на экране монитора 6 отображается рекомендация (команда) о начале процесса пожаротушения, и пилот на пульте управления 8 включает тумблер «ПОЖАРОТУШЕНИЕ». После включения тумблера «ПОЖАРОТУШЕНИЕ» сигнал с пульта управления 8 передается на систему пожаротушения СП-32 (блок 9 на рис. 6), которая при этом запускается. Во время пожаротушения пилот корректирует направление струи потока воды по изображению на экране монитора 6, передаваемому с тепловизионной камеры (тепловизионной матрицы) 1. По окончании пожаротушения пилот выключает тумблер «ПОЖАРОТУШЕНИЕ» и система СП-32 выключается.

Заключение

Таким образом, разработанный целеуказатель повысит эффективность управляемого и целенаправленного тушения пожаров и их очагов в высотных зданиях, не входя в опасную зону горения, за счет измерения расстояния от вертолета до очага возгорания, расчета траектории струи потока воды и наведения струи потока воды на очаги возгорания. Предлагаемый целеуказатель может быть использован в составе вертолетной системы пожаротушения, например, СП-32.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Домаев Е.В., Елфимова М.В. Основы применения авиационной техники при тушении пожара. Учебное пособие. – Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – 142 с.
2. Брюханов А.В., Коршунов Н.А. Авиационное тушение природных пожаров: история, современное состояние, проблемы и перспективы // Сибирский лесной журнал. – 2017. – № 5. – С. 37-54.
3. В.В. Терещев, Н.С. Артемьев, Д.А. Корольченко и др. Промышленные здания и сооружения. Серия «Противопожарная защита и тушение пожаров». Книга 2. – М.: Пожнаука, 2006. – 412 с.
4. Патент 2725596 (РФ). МПК А62С 2/00. Способ наведения летательного аппарата на очаг пожара и его тушения огнегасящей жидкостью / Родионов И.Д., Родионов А.И. Опубл. 02.07.2020. Бюл. № 19.
5. Патент 89485 (РФ). МПК В64D 1/16. Вертолетная установка тушения пожара / Вирицкий А.Г. Опубл. 10.12.2009. Бюл. №34.

© Асеев В.А., Лазарев Д.М., 2024

Белявцев М.В. Казлюк Д.А.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. канд. техн. наук *Зайцева А.А.*

Уфимский университет науки и технологий

Belyavtcev M.V. Kazluk D.A.

Ufa University of Science and Technology

**АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ,
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА, ПРОГРАММ И АЛГОРИТМОВ
УПРАВЛЕНИЯ САУ ТВГТД**

**ANALYSIS OF THE PRINCIPLES OF STRUCTURAL ORGANIZATION,
FUNCTIONAL COMPOSITION, PROGRAMS AND CONTROL
ALGORITHMS OF ACS TVVD**

Аннотация: В данной статье рассмотрены: структура, функциональный состав систем автоматического управления, реализуемые ими программы и алгоритмы управления ТВГТД. Рассмотрены выбор методов управления силовой установкой современного вертолета, формирование структуры и назначение показателей надежности систем автоматического управления, которые регламентируются требованиями к безопасности эксплуатации вертолета, предъявляемыми Авиационными правилами АП-33.

Abstract: This article discusses: the structure, functional composition of automatic control systems, the programs and control algorithms of TVGTD implemented by them. The choice of methods for controlling the power plant of a modern helicopter, the formation of the structure and the assignment of reliability indicators of automatic control systems are considered, which are regulated by the requirements for the safety of helicopter operation imposed by the Aviation Rules AP-33.

Ключевые слова: системы автоматического управления, турбовальный газотурбинный двигатель, газотурбинный двигатель, алгоритмы управления, структурная организация.

Keywords: automatic control systems, turboshaft gas turbine engine, gas turbine engine, control algorithms, structural organization.

Согласно авиационным правилам АП-33, к системам авиационной автоматики в первую очередь предъявляются требования по снижению числа отказов с опасными последствиями. К отказам двигателя с опасными последствиями, вызванными отказами САУ ТВГТД, относятся:

- разрушение двигателя вследствие прочностных и тепловых перегрузок (раскрутка роторов, перегрев турбины);
- невозможность выключения двигателя;
- одновременное выключение двух двигателей.

Требования к летной годности вертолетов основываются на нормировании вероятностей возникновения опасных для жизни людей катастрофических и аварийных ситуаций при отказах различных агрегатов и бортовых систем [4]. В нормах летной годности гражданских вертолетов принято, что вероятности аварийных и катастрофических ситуаций не должны, соответственно превышать:

- для единичного отказа системы на час работы $p_{ac} \leq 10^{-6}$; $p_{kc} \leq 10^{-8}$;

- для возможной совокупности отказов на час работы $p_{ac} \leq 10^{-5}$;
 $p_{kc} \leq 10^{-6}$.

Адаптация управления силовой установкой вертолета к условиям эксплуатации и интеграция управления рабочим процессом в двигателе с режимами (этапами) полета определяют перспективы развития систем автоматического управления для двигателей новых поколений [60]. Оценим с этой точки зрения принципы структурной организации, функциональный состав, программы и алгоритмы управления САУ современных ТВГТД, таких как СТ7-8Е фирмы GE, RTM 322 фирмы RR, Arrius 2G2 фирмы TurbomecaSnesta, T-406-400 фирмы Аллисон, PW210 и др.

Проведенный в работе [1] анализ состояния и тенденций развития систем управления турбовальных ГТД показывает следующее:

- системы выполняются цифровыми электронными типа FADEC;
- надежность электронных систем обеспечивается за счет использования двухканальной схемы с применением средств аппаратного и алгоритмического резервирования, а также встроенных систем контроля и диагностики;
- резервные гидромеханические регуляторы часто заменяются дополнительными электронными устройствами;
- для защиты от разрушения при раскрутке свободной турбины или ротора газогенератора вводятся гидромеханические и электронные (цифровые или аналоговые) надсистемные ограничители;
- при отказе электронного регулятора и отсутствии в системе резервного регулятора вводится фиксация режима работы или выключение двигателя;
- используются электронные измерители крутящего момента (ИКМ) с встроенным в двигатель торсионом и шаговые моторы в качестве исполнительных механизмов, позволяющие проще реализовать фиксацию режима работы двигателя при отказе САУ;
- система контроля и диагностики двигателя аппаратно интегрируется с САУ.

С учетом описанных тенденций к адаптации управления силовой установкой вертолета к условиям эксплуатации и интеграции управления рабочим процессом в двигателе с режимами полета, а также с учетом основных особенностей ТВГТД как объекта управления, САУ перспективного ТВГТД должна выполнять следующие основные функции [5]:

- стабилизация частоты вращения силовой турбины $n_{ст}$ (несущего винта) при изменении мощности, потребляемой несущим и рулевым винтами, не допуская больших отклонений частоты вращения несущего винта $n_{в}$; программы управления, обеспечивающие эту функцию, имеют вид:

$$n_{ст} = f(p_{вх}^*, T_{вх}^*, V_{п}, G_{верт}) = const, \quad (1.11)$$

где $p_{вх}^*, T_{вх}^*$ - давление и температура на входе в двигатель, $V_{п}$ - скорость полета, $G_{верт}$ - вес вертолета;

- автоматическая оптимизация частоты вращения несущего винта с целью минимизации расхода топлива при изменении условий полета и загрузки вертолета;

- ограничение предельных значений параметров режима работы двигателя, в том числе при воздействии неблагоприятных внешних условиях в соответствии с программами: $n_{\text{тк max}} = f(p_{\text{ex}}^*, T_{\text{ex}}^*)$, $T_{\text{г max}}^* = f(p_{\text{ex}}^*, T_{\text{ex}}^*, n_{\text{тк}})$, $M_{\text{кр max}} = f(n_{\text{ст}})$, где $M_{\text{кр}}$ - крутящий момент на валу силовой турбины;

- защита силовой турбины от раскрутки при нарушении целостности трансмиссии по программам: $n_{\text{ст}} \geq n_{\text{ст max1}}$ или $n_{\text{ст}} - n_{\text{в}} \geq \Delta n_{\text{ср}}$ и $n_{\text{ст}} \geq n_{\text{ст max2}}$, где $n_{\text{ст max1}} \geq n_{\text{ст max2}}$; $n_{\text{ст max1}}$, $n_{\text{ст max2}}$, $\Delta n_{\text{ср}}$ - пороги срабатывания; система защиты должна обладать высокой надежностью, чтобы избежать ложных выключений двигателя, при реализации функций защиты от раскрутки следует строить каналы защиты как надсистемные, способные обеспечить выключение двигателя при недиагностируемом отказе основной САУ;

- фиксация отказа одного из двигателей и вывод в этом случае исправного двигателя на ЧР работы;

- автоматическое восстановление режима работы двигателя при погасании камеры сгорания;

- автоматическая защита двигателя при помпаже и ликвидация помпажа, в том числе при висении и полете вблизи земли без выключения двигателя, в соответствии с алгоритмами $\Delta p_{\text{к}}/p_{\text{к}} \geq F(f)$ с воздействием на $G_{\text{т}}$, $\alpha_{\text{нак}}$, клапаны перепуска воздуха (КПВ), где f - частота колебаний давления $p_{\text{к}}$, $\Delta p_{\text{к}}$ - амплитуда колебаний, $p_{\text{к}}$ - среднее значение давления;

- синхронизация режимов работы двух двигателей по величинам $M_{\text{кр}}$, $n_{\text{тк}}$, или $T_{\text{г}}^*$ в соответствии с программами вида $M_{\text{кр1}} = M_{\text{кр2}}$ или $n_{\text{тк1}} = n_{\text{тк2}}$, $T_{\text{г1}}^* = T_{\text{г2}}^*$.

Обобщенная схема САУ ТВГТД, отражающая перечисленные выше функции, показана на рисунке 1. В нее входят элементы вертолета, двигателя,

такие как топливные насосы, узел топливных клапанов, система впрыска топлива, элементы электрооборудования, а также блок цифрового управления двигателем (DECU).

Данный блок управления осуществляет управление двигателем и контроль над его работой и имеет следующие характеристики:

- цифрового типа, одноканальный;
- обеспечивает защиту силовой турбины от заброса частоты вращения;
- на каждый двигатель устанавливается один блок DECU с перекрестным контролем для системы защиты от превышения частоты вращения;
- передача данных осуществляется по последовательному цифровому каналу.

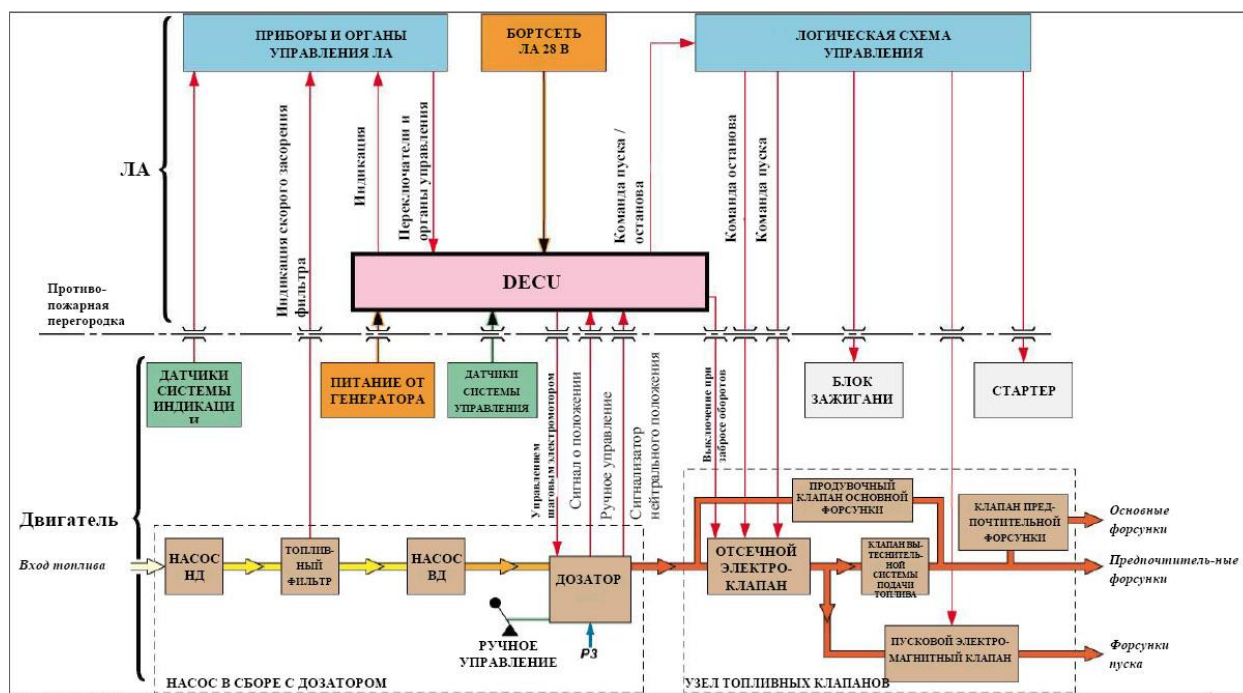


Рис. 1. Функциональный состав САУ ТВГТД

Рассмотрим более подробно функции, выполняемые электронной системой управления (см. рис. 2).

Функция запуска двигателя обеспечивает выполнение процедур пуска, управления расходом топлива при пуске, работы в режиме «малый газ», переход из режима «малый газ» в режим «полет» и «запуск двигателя в полете». Последовательность операций при пуске включает прокрутку

двигателя стартером, зажигание и подачу топлива. DECU обесточивает устройства пуска при определенном значении N_1 - частоты вращения турбокомпрессора (крейсерские обороты). Также система предназначена для обеспечения пуска с ручным управлением.

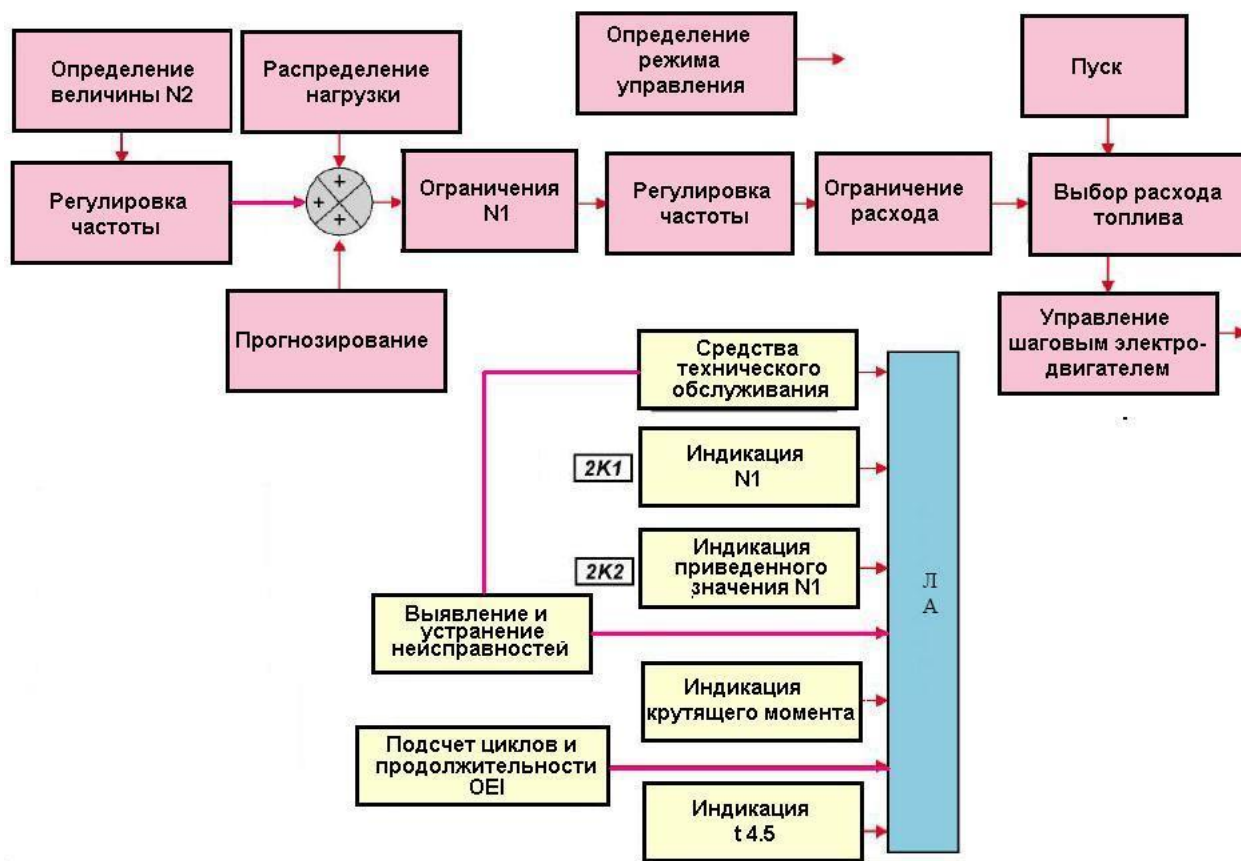


Рис. 2. Функциональная схема САУ ТВГТД

Во время запуска двигателя происходит регулирование расхода топлива с целью выполнения быстрого и безопасного пуска без перегрева. При этом используются следующие программы регулирования:

- основной закон расхода топлива как зависимость $G_T = f(T_1; T_{4.5}; N_1)$;
- дополнительная программа $G_T = f(N_1; P_0)$
- закон коррекции расхода $G_T = f(T_{4.5}; N_1)$;
- автоматическое выключение двигателя, если $T_{4.5} < 100$ °С до достижения 27 % N_1 .

Вычисленное значение расхода топлива передается на регулировочную ступень дозирующего клапана.

После завершения пуска частота вращения устанавливается на значении режима «малый газ». Номинальное значение режима «малый газ» определяется с помощью контура регулировки частоты вращения силовой турбины при N_2 от 70 до 75 %.

Переход из режима «малый газ» в режим «полет» осуществляется установкой переключателя «останов-малый газ-полет» из положения «малый газ» в положение «полет». Если по какой-либо причине значение N_2 не увеличивается, значение N_1 будет сохраняться на уровне режима «малый газ» для исключения превышения крутящего момента. Во время перехода из одного режима в другой происходит ограничение скорости изменения крутящего момента и N_2 с целью защиты двигателя и основного редуктора вертолета. Переход из одного режима в другой считается завершенным, когда система выходит в режим регулировки номинальной частоты вращения. Контур управления обеспечивает регулировку N_2 , при котором вычисляется сигнал о значении N_1^* , и регулировку N_1 , при котором вычисляется значение расхода топлива.

Порядок запуска двигателя в полете аналогичен порядку пуска. В случае самопроизвольного выключения необходимо вернуть переключатель двигателя в положение «останов», после этого переключатель можно установить в положение «полет». DECU выйдет в фазу пуска, если N_1 менее 17 %.

К системе управления установившимися режимами работы двигателя предъявляются следующие требования:

- заданное значение частоты вращения несущего винта вертолета (NR) во всех условиях эксплуатации при любом значении прилагаемой нагрузки;
- ограничение максимального крутящего момента (задаваемое механической коробкой передач и главным редуктором вертолета);
- поддержание частоты вращения силовой турбины (N_2) в заданном диапазоне (фактически поддерживается постоянное значение, т.к. силовая турбина соединена с несущим винтом);
- ограничение частоты вращения турбокомпрессора N_1 :

- максимального значения N_1 (для режима выключения одного двигателя (OEI));
- минимального значения N_1 (для исключения срыва пламени двигателя и критической частоты вращения);
- распределение нагрузки (равномерное распределение нагрузки между 2 двигателями);
- защита от помпажа, срыва пламени, перегрева и т.д.

Требуемый режим работы двигателя устанавливается за счет дозирования расхода топлива, впрыскиваемого в камеру сгорания. В результате турбокомпрессор автоматически выполняет требование заданной величины N_1 , а, следовательно, поддерживает частоту вращения силовой турбины N_2 на постоянном уровне при сохранении значений всех остальных параметров в заданных пределах.

Контур регулирования частоты вращения, как это показано на рисунке 3, включает следующие основные элементы:

- упредитель с рычагом общего шага;
- контроллер частоты вращения силовой турбины (N_2);
- распределитель нагрузки посредством соединительного канала между DECU;
- ограничитель N_1 по максимальному и минимальному значению;
- контроллер N_1 ;
- ограничитель расхода топлива;
- дозатор топлива.

Для данного типа системы управления положение рычага общего шага винта, соответствующее потребляемой мощности, определяет базовое значение N_1 . Эта функция, называемая прогнозированием, позволяет в процессе первоначальной адаптации турбокомпрессора уравновесить мощность, отдаваемую двигателем, с мощностью, потребляемой вертолетом.

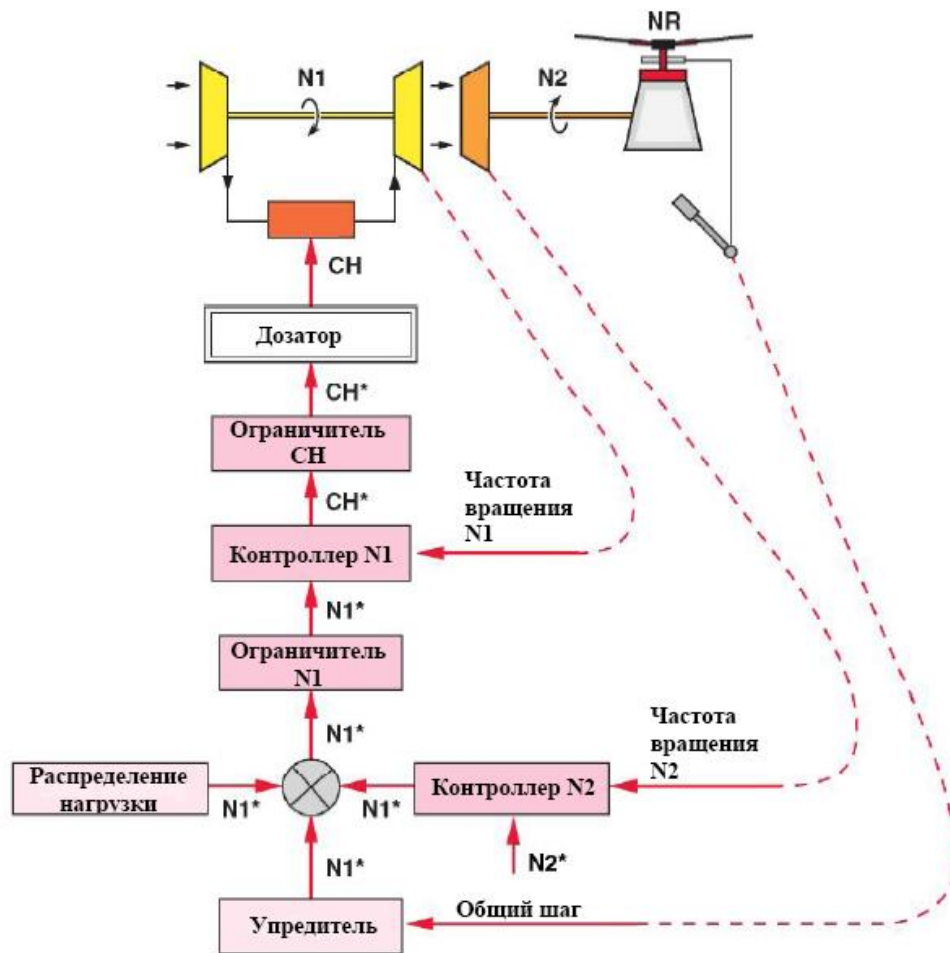


Рис. 3. Функциональная схема контура регулирования частоты вращения

Кроме того, упредитель выдает мгновенный сигнал об изменении нагрузки, что сокращает время обнаружения и обеспечивает быструю реакцию системы управления. Однако этой первой реакции недостаточно, т.к. потребляемая мощность зависит и от других факторов. Базовое значение изменяется контроллером N_2 , который представляет собой пропорционально-интегральный регулятор, после определения разницы между заданным значением (номинальным NR) и измеренным N_2 . Таким образом, N_2 , а, следовательно, и NR сохраняют постоянное значение без статического зависания.

При работающих двух двигателях распределение нагрузки между ними является трудной, даже невыполнимой задачей, т.к. минимальное различие между двумя системами управления может стать причиной значительной разницы в мощности двух двигателей. С целью распределения нагрузки между

двумя двигателями устанавливается связь (при помощи цифрового тракта, связывающего два DECU). Распределение нагрузки заключается в повышении N_1 двигателя, используя меньшее значение N_1 , до достижения равновесия. Таким образом, значение N_1 выводится как зависимость упредителя, контроллера N_2 и распределения нагрузки. Далее значение N_1 ограничивается, чтобы обеспечить выполнение определенных функций, таких как выключение режимов, управление приемистостью и дросселированием, а также ограничение переходного крутящего момента.

Контроллер N_1 пропорционально-интегрального типа обрабатывает разницу между заданным и измеренным значениями частоты вращения N_1 . Он преобразует эту разницу в значение расхода топлива. Затем ограничитель расхода топлива изменяет это значение, чтобы обеспечить выполнение определенных функций защиты, например, от помпажа, срыва пламени и превышения крутящего момента. Наконец, значение расхода топлива анализируется и выдается сигнал на дозатор, который определяет действительный расход топлива, впрыскиваемого в камеру сгорания, который, в свою очередь, определяет работу турбокомпрессора, в частности частоту вращения N_1 , а, значит, и мощность, отдаваемую на силовую турбину для поддержания значения N_2 на постоянном уровне без статического зависания.

Контроллер частоты вращения N_2 также реализует пропорционально-интегральный закон управления. Значение N_2^* рассчитывается в зависимости от режима управления - малый газ, номинальный режим и т.д. Разница между значением N_2^* и действительной частотой вращения N_2 обрабатывается пропорционально-интегральным регулятором, который рассчитывает значения частоты вращения турбокомпрессора N_1^* .

В состав системы входит устройство, прогнозирующее изменение нагрузки и адаптирующее эксплуатационный режим к реальным условиям. Это устройство получает сигнал от датчика, подключенного к рычагу общего шага вертолета.

Функция распределения нагрузки изменяет значение N_1^* для уравнивания частот вращения или крутящих моментов двух двигателей. В кабине вертолета расположен переключатель, с помощью которого пилот может выбрать распределение нагрузки либо для N_1 , либо для крутящего момента. При низком значении N_1 распределение нагрузки будет автоматически выполнено для N_1 , независимо от положения переключателя в кабине.

Ограничение значения N_1 происходит для защиты от недопустимых режимов, например, для максимального и минимального значений N_1 , переходного крутящего момента, приемистости и дросселирования. В процессе приемистости скорость изменения значения N_1^* ограничивается во избежание помпажа, вызванного чрезмерным забросом топлива. Изменение скорости расхода топлива происходит по следующей зависимости $\dot{G}_T = f(p_0; T_1)$. В процессе приемистости скорость изменения значения N_1 также ограничивается в зависимости от p_0 и T_1 во избежание срыва пламени.

Как отмечалось, регулятор N_1 является регулятором пропорционально-интегрального типа. Регулятор сопоставляет N_1^* с действительной частотой вращения N_1 и рассчитывает значение расхода топлива. Рассчитанное значение расхода топлива проверяется на наличие ограничений. Установка подобных ограничений позволяет защитить двигатель от помпажа, срыва пламени и превышения крутящего момента. При защите от помпажа ограничение расхода топлива происходит в зависимости от частоты вращения N_1 , давления на выходе компрессора p_3 , давления p_0 и температуры T_1 . В случае сбоя системы измерения T_1 или p_0 происходит адаптация ограничения по закону восстановления, который обеспечивает защиту от помпажа за счет понижения эксплуатационных характеристик в переходном режиме.

С целью защиты от срыва пламени значение расхода топлива ограничивается до минимальной величины в зависимости от частоты вращения N_1 , давления p_0 и температуры T_1 . В случае поступления информации о несоответствующих T_1 или p_0 данное ограничение выполняется по закону

$G_T = f(p_3)$ с целью защиты двигателя от срыва пламени без необходимости понижения эксплуатационных характеристик двигателя.

Кроме того, ограничение расхода топлива выполняется для того, чтобы предотвратить превышение крутящего момента двигателя или главного редуктора в переходных условиях (приемистости и т.д.). Для этого крутящий момент двигателя сопоставляется с максимальным значением крутящего момента $M_{\max} = f(p_0; T_0; T_q)$ и закономерность расхода топлива корректируется автоматически с целью предотвращения превышения крутящего момента. В случае сбоя измерения крутящего момента эта функция автоматически замедляется с помощью DECU, и в кабину по каналу ARINC 429 передается сообщение. Также выполнение данной функции может быть запрещено пилотом с помощью переключателя перехода с автоматического управления на ручное. В этих двух случаях ограничение крутящего момента обеспечивается пилотом.

Рассчитанное в блоке управления значение расхода топлива, с учетом приведенных выше ограничений, передается в блок управления шаговым электродвигателем, который выдает значение состояния шагового электромотора. Датчик положения дозирующего клапана выдает сигнал на регулировочную ступень расхода топлива. При этом можно выявить все отклонения в работе дозирующего клапана, например, заклинивание дозирующего клапана, и в дальнейшем принять защитные меры (в данном случае – фиксация шагового электродвигателя).

Частота вращения турбокомпрессора ограничивается автоматически с помощью DECU с целью защиты:

- главного редуктора от превышения крутящего момента;
- двигателя от перегрева.

Таким образом, ограничение режимов происходит по двум законам:

- ограничение крутящего момента;
- ограничение температуры.

Закон ограничения N_1 может быть представлен следующим образом:

$$N_1 = f(T_1) \pm \Delta N_1(p_0).$$

DECU имеет в своем составе систему защиты силовой турбины от заброса оборотов, которая срабатывает в случае выхода из строя вала главного редуктора силовой турбины. Эта система остановит двигатель при определенном значении частоты вращения силовой турбины. После срабатывания система остается в состоянии заброса оборотов до повторного приведения в состояние готовности, либо нажатием кнопки, либо подачей питания на DECU. В системе предусмотрен также взаимный запрет (или перекрестный контроль), предназначенный для предотвращения выключения обоих двигателей их системами защиты от заброса оборотов. Это достигается за счет наличия взаимосвязи между двумя DECU – если срабатывает система защиты от заброса оборотов одного двигателя, срабатывание аналогичной функции системы второго двигателя блокируется.

Одной из наиболее сложных и важных задач, которая ставится перед системой управления силовой установкой вертолета, состоящей из двух ТВГТД, трансмиссии и соосных винтов, является задача синхронизации режимов работы двигателей с целью исключения возбуждения колебательных режимов, вызванных несогласованным взаимодействием ТВГТД и общей для них нагрузки. Учитывая сложный характер динамических процессов, протекающих в подобных системах, для улучшения характеристик многодвигательных силовых установок вертолетов с ТВГТД необходимо использовать методику интегрированного управления [3], [6], [7]. Важная особенность интегрированного управления силовыми установками состоит в осуществлении оптимального взаимодействия их элементов между собой и с системами летательного аппарата, направленного на снижение уровней ограничений на режимы эксплуатации и улучшение эффективных характеристик, таких как удельная тяга, удельный расход топлива, удельная масса двигателя, при расширении диапазона высот и скоростей полета [2].

Проведен анализ принципов структурной организации, функционального состава, программ и алгоритмов управления САУ ТВГД, на основе которого было установлено, что совместная работа двух двигателей на общую нагрузку с регуляторами частоты вращения, имеющими интегральную составляющую, сопровождается эффектом автоматического задания различных режимов работы двигателей. Исследованы существующие подходы к синхронизации режимов работы двигателей, выявлены их преимущества и недостатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дятлов В.В. Система автоматического управления для перспективного вертолетного газотурбинного двигателя / В.В. Дятлов, О.С. Гуревич, Л.Г. Близнюков // Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями. Под ред. О.С. Гуревича. М.: Торус Пресс, 2010. С. 143-150.
2. Епифанов С.В. Синтез и анализ перспективной САУ ГТД / С.В. Епифанов, Е.А. Кононыхин // Авиационно-космическая техника и технология. 2013, № 10 (107). С. 82-86.
3. Интегральные системы автоматического управления силовыми установками самолетов / Под ред. А.А. Шевякова. М.: Машиностроение. 1983. 283 с.
4. Макаров Н.Н. Системы обеспечения безопасности функционирования бортового эргатического комплекса: теория, проектирование, применение / Под ред. В.М. Солдаткина. М.: Машиностроение. 2009. 760 с.
5. Павлюк Е.В. Синтез контура управления частотой вращения свободной турбины вспомогательной силовой установки / Е.В. Павлюк, С.В. Епифанов, С.И. Суховой // Авиационно-космическая техника и технология. 2004. № 8 (16). С. 110-113.
6. Эргатические интегрированные комплексы летательных аппаратов / М.М. Сильвестров, Ю.И. Бегичев, А.Г. Варочко, Н.Н. Козиоров, В.И. Луканичев, А.И. Наумов, В.А. Чернышов. М.: Филиал воениздата, 2007. 512 с.
7. Югов О.К. Основы интеграции самолета и двигателя / Под общ. ред. О.К.Югова. М.: Машиностроение. 1989. 304 с.

© Белявцев М.В. Казлюк Д.А., 2024

Белявцев М.В., Савин С.К.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. канд. техн. наук *Зайцева А.А.*

Belyavtcev M.V., Savin S.K.

Ufa University of Science and Technology

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ ВЕРТОЛЕТА

ANALYSIS OF THE PRINCIPLES OF INTEGRATION OF THE HELICOPTER'S MULTI-ENGINE POWER PLANT CONTROL SYSTEM

Аннотация: В данной статье рассмотрен комплекс требований, предъявляемых к интегрированной системе управления силовой установкой вертолета, с точки зрения обеспечения устойчивости и качества процессов управления при согласовании взаимодействия отдельных подсистем, а также для обеспечения целого ряда дополнительных условий.

Abstract: This article considers a set of requirements for an integrated helicopter power plant control system in terms of ensuring the stability and quality of control processes when coordinating the interaction of individual subsystems, as well as to provide a number of additional conditions.

Ключевые слова: силовая установка, турбовальный газотурбинный двигатель, интегрированная система автоматического управления.

Keywords: power plant, turboshaft gas turbine engine, integrated automatic control system.

Общая задача интегрированной системы автоматического управления силовой установкой вертолета (ИСАУ СУВ) состоит в обеспечении требуемого закона движения вертолета при условии поддержания оптимальных по эффективности режимов работы силовой установки [14]. При этом в качестве показателей эффективности используются как энергетические или

экономические затраты, так и показатели, определяющие надежность и безопасность эксплуатации силовой установки.

Совместная работа двух двигателей на общую нагрузку с регуляторами частоты вращения, имеющими интегральную составляющую, сопровождается эффектом автоматического задания различных режимов работы двигателей [10]. При малой нагрузке общего шага винта это приводит к тому, что один из двигателей работает в режиме, близком к взлетному, с максимальными расходом топлива и максимальной мощностью, а второй двигатель - на режиме пониженной мощности. Такое существенное различие в режимах работы ТВГТД приводит к неравномерной выработке их ресурса и, кроме того, к неравномерной нагрузке на главный редуктор трансмиссии. По мере увеличения загрузки различие в режимах двигателей сокращается и становится минимальным при максимальной нагрузке. Такое рассогласование в режимах невозможно устранить только за счет настройки регуляторов частоты вращения, поскольку оно обусловлено различием в параметрах отдельных двигателей.

Для устранения отмеченного неблагоприятного явления в настоящее время используются два подхода:

- изменение принятых законов регулирования частоты вращения, направленное на автоматическое выравнивание мощностей двигателей;
- создание дополнительного контура регулирования с использованием параметров, которые более достоверно характеризуют располагаемые мощности двигателей и, следовательно, могут устранить возникающий дисбаланс мощностей.

Первый подход требует исключения астатизма в законах регулирования частоты вращения путем создания искусственного статизма в контурах управления. С этой целью в исходной структуре ПИД-регулятора

$$u_{G_T}(t) = u_{G_T}^{(I)}(t) + u_{G_T}^{(D)}(t) + u_{G_T}^{(D)}(t) = K_{II}x_n(t) + K_D \frac{dx_n(t)}{dt} + \frac{1}{T_{II}} \int_0^t x_n(t) dt, \quad (1.1)$$

где $u_{ГТ}^{(П)}(t)$, $u_{ГТ}^{(Д)}(t)$, $u_{ГТ}^{(И)}(t)$ - соответственно, пропорциональная, дифференциальная и интегральная составляющие управляющего воздействия, трансформируется интегральная компонента согласно уравнению

$$T_{II} \frac{du_{ГТ}^{(И)}(t)}{dt} + u_{ГТ}^{(И)}(t) = K_C x_n(t). \quad (1.2)$$

Достоинством этого способа синхронизации является простота реализации, поскольку он не требует использования дополнительных параметров ТВГТД и усложнения схемы регулирования. Недостатки способа синхронизации с искусственным статизмом вытекают из фундаментальных свойств статических систем, быстроедействие и величина установившейся ошибки которых определяется величиной коэффициента передачи.

Второй из отмеченных выше подходов предусматривает измерение газодинамических параметров двигателей, в той или иной мере характеризующих их мощности, и введение корректирующих сигналов в систему управления двухдвигательной силовой установкой. К числу таких параметров относятся: давление за компрессором p_k , частота вращения ротора турбокомпрессора $n_{тк}$, крутящий момент $M_{кр}$. Использование крутящего момента следует признать наиболее эффективным способом синхронизации турбовальных вертолетных ГТД, так как при этом обеспечивается не только равномерная нагрузка и выработка ресурсов двигателей, но и номинальный режим работы главного редуктора.

Один из известных алгоритмов синхронизации с использованием крутящего момента имеет вид

$$n_{ст\ зад\ м} = n_{ст\ зад} - k_m (M_{кр\ 1} - M_{кр\ 2}). \quad (1.3)$$

Этот алгоритм предусматривает коррекцию уставки для регулятора частоты вращения силовой турбины в зависимости от рассогласования крутящих моментов двигателей.

Как показывают исследования, использование алгоритма синхронизации в форме (1.3) сопровождается значительным провалом частоты вращения

ротора турбокомпрессора двигателей, который может достигать 2500 об/мин, и появлением перерегулирования в переходных процессах. В связи с этим предлагается использовать комбинированный алгоритм синхронизации, предусматривающий одновременное и синхронное изменение уставок регуляторов частот вращения обоих двигателей, а также постепенный ввод сигнала коррекции $k_M = k_M(t)$, что исключает провал частоты вращения в момент включения режима синхронизации

$$\begin{aligned} n_{\text{ст зад м 1}} &= n_{\text{ст зад}} - \frac{k_M(t)}{2} (M_{\text{кр 1}} - M_{\text{кр 2}}); \\ n_{\text{ст зад м 2}} &= n_{\text{ст зад}} - \frac{k_M(t)}{2} (M_{\text{кр 2}} - M_{\text{кр 1}}). \end{aligned} \quad (1.4)$$

Поскольку сигналы синхронизации подаются на входы регуляторов частот вращения, то динамика переходных процессов, возникающих при синхронизации, полностью определяется настройками этих регуляторов, а установившийся режим – выбранным законом регулирования. Следовательно, статическая ошибка поддержания равенства крутящих моментов обоих двигателей зависит от статической точностью датчика, измеряющего крутящий момент, и не зависит от параметров системы управления и двигателей. Это является отличительной особенностью данного метода синхронизации, который обеспечивает точность поддержания равенства крутящих моментов, зависящую только от погрешности используемого измерителя крутящего момента даже при неидентичности параметров двигателей.

К числу достоинств описанного варианта синхронизации по $M_{\text{кр}}$ относится то обстоятельство, что этот выходной параметр двухдвигательной силовой установки непосредственно определяет ее располагаемую мощность, а также возможность получить предельно достижимые характеристики силовой установки за счет обеспечения равенства располагаемых мощностей при неидентичности двигателей. Очевидным недостатком синхронизации по $M_{\text{кр}}$ является сложность технической реализации и недостаточная точность существующих измерителей крутящего момента.

Чтобы устранить отмеченный недостаток, ОАО «Камов» предложило вариант синхронизации, использующий информацию о частоте вращения ротора турбокомпрессора $n_{\text{тк}}$. В этом алгоритме предусмотрено каскадное включение пропорционального регулятора, отслеживающего разность частот вращения турбокомпрессоров двигателей и ПИД-регуляторов частот вращения силовых турбин

$$\begin{aligned} n_{\text{ст зад N 1}} &= n_{\text{ст зад}} - \frac{k_{\text{N}}}{2} (n_{\text{тк 1}} - n_{\text{тк 2}}); \\ n_{\text{ст зад N 2}} &= n_{\text{ст зад}} - \frac{k_{\text{N}}}{2} (n_{\text{тк 2}} - n_{\text{тк 1}}), \end{aligned} \quad (1.5)$$

где k_{N} - коэффициент передачи, эквивалентный коэффициенту k_{M} в алгоритме синхронизации (1.4).

Алгоритм синхронизации (1.5) обладает следующими свойствами:

- снижение частоты вращения силовой турбины в момент включения режима синхронизации не превосходит 0,5 %;
- режимы синхронизации являются устойчивыми и неколебательными;
- не наблюдается срывов синхронизации при изменении нагрузки в широких пределах.

Достоинством предложенного ОАО «Камов» варианта синхронизации двухдвигательной силовой установки по частотам вращения турбокомпрессоров является простота и надежность реализации, поскольку он реализуется программно-алгоритмическим путем и не требует аппаратной перестройки существующих каналов регулирования. Статические и динамические характеристики режима синхронизации являются приемлемыми для эксплуатации двигателей.

Что касается недостатков этого алгоритма по сравнению с алгоритмом, использующим $M_{\text{кр}}$, то измеряемые параметры $n_{\text{тк 1}}$ и $n_{\text{тк 2}}$ лишь косвенно связаны с мощностью, а также зависят от индивидуальных характеристик двигателей и внешних условий. Следовательно, достижение равенства по $n_{\text{тк}}$ не гарантирует равенства мощностей двигателей.

Общим недостатком рассмотренных алгоритмов синхронизации двухдвигательной силовой установки, которые не используют датчик загрузки винта, является низкое качество переходных процессов при изменении нагрузки, сопровождающихся забросами и провалами частот вращения силовых турбин из-за невозможности ввести динамическую коррекцию по углу загрузки.

Интегрированная система управления силовой установкой вертолета помимо рассмотренных выше требований, предъявляемых к согласованию режимов отдельных двигателей, должны обеспечивать целый комплекс дополнительных условий [4], [5]:

- устойчивость, качество и надежность управления;
- отсутствие физически нереализуемых звеньев;
- низкая чувствительность к шумам, помехам и вариациям параметров объекта;
- независимое управление заданной совокупностью переменных величин объекта с минимизацией взаимного влияния различных каналов управления и так далее.

Большинство существующих методов синтеза в различной степени учитывают указанные требования. В случае, когда процедура синтеза формирует систему управления с заданным комплексом свойств, говорят о синтезе многофункционального и многорежимного управления [1], [2], [3].

Достижение общесистемной глобальной цели функционирования многофункциональной и многорежимной интегрированной системы управления силовой установкой вертолета с распределенной структурой оказывается невозможным без обеспечения желаемого поведения выходных переменных локальных подсистем управления каждым из двигателей при отработке управляющих и возмущающих воздействий.

Характеризуя группу методов, базирующихся на децентрализованном управлении локальными подсистемами, необходимо отметить следующие существенные обстоятельства. Во-первых, такой подход неизбежно приводит к

чрезмерному увеличению размерности задачи. Поясним сказанное на простом примере. В трехканальной системе управления силовой установкой, включающей два канала регулирования частот вращения и один канал синхронизации, при учете управляющих и возмущающих воздействий применительно к двум возможным режимам работы число учитываемых реакций достигает тридцати шести. Во-вторых, при использовании локальных критериев управления, ориентированных на обеспечение совместной работы отдельных подсистем силовой установки, остается открытым вопрос о схеме компромисса, определяющей характер предпочтения показателей функционирования одних подсистем перед другими [11], [12].

Общая постановка задачи модального синтеза многомерной системы управления выглядит следующим образом [13].

Для системы, описанной в пространстве состояний

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad (1.6)$$

где $x(t) \in \mathcal{R}^n$ - вектор переменных состояния, $u(t) \in \mathcal{R}^r$ - вектор управлений, причем $\text{rank} \begin{bmatrix} B \\ AB \\ \dots \\ A^{v-1}B \end{bmatrix} = \text{rank} \begin{bmatrix} B \\ AB \\ \dots \\ A^{v-1}B \end{bmatrix}$, $v = n - r + 1$, требуется найти закон обратной связи $u(t) = -Kx(t)$, обеспечивающий желаемый вид характеристического полинома замкнутой системы

$$\det[sI_n - A + BK] = s^n + a_{n-1}s^{n-1} + \dots + a_1s + a_0.$$

Если кратность одинаковых корней в желаемом характеристическом полиноме не превышает число r входов системы, то матрицу K коэффициентов обратной связи можно рассчитать с использованием метода Уилкинсона

$$K = QP^{-1}, \quad (1.7)$$

где P - является решением алгебраического уравнения Сильвестра

$$AP - P(A - BK)^* = BQ,$$

$(A - BK)^*$ - матрица замкнутой системы с желаемым распределением характеристических чисел, $Q \in \mathcal{R}^{r \times n}$ - произвольная матрица, которая может выбираться исходя из некоторых дополнительных требований к замкнутой

системе.

Еще один способ вычисления матрицы обратной связи базируется на методе Нордстрема-Норландера

$$K = (e_n^T \otimes I_r) R (\Gamma(A, B) R)^{-1} \Omega(A, \alpha), \quad (1.8)$$

где $e_n^T = [0 \ 0 \ \dots \ 1]^T \in \mathbb{R}^n$, $\Gamma(A, B) = \begin{bmatrix} B & AB & \dots & A^{n-1}B \end{bmatrix}$ - матрица управляемости системы, $\Omega(A, \alpha) = A^n + a_{n-1}A^{n-1} + \dots + a_1A + a_0I_n$, R - решение матричного уравнения вида $(S \otimes I_r)R = R(A - BK)^*$, при условии, что матрица $\Gamma(A, B)R$ не является сингулярной, а S - матрица, сопровождающая желаемый характеристический полином замкнутой системы $P(s) = s^n + a_{n-1}s^{n-1} + \dots + a_1s + a_0$.

В случае системы с одним управляющим воздействием закон управления $u(t) = -Kx(t)$, гарантирующий желаемое распределение корней характеристического полинома, может быть найден с использованием формулы Аккермана

$$K = e_n^T \Gamma^{-1}(A, B) \Omega(A, \alpha). \quad (1.9)$$

Стремление улучшить основные удельные показатели работы силовых установок вертолетов приводит к тому, что в настоящее время ТВГТД эксплуатируются на предельных режимах. В связи с этим синтез управления необходимо осуществлять с учетом существующих ограничений на допустимые режимы работы объекта. Перевод объекта в область недопустимых режимов влечет за собой самые неблагоприятные последствия, которые в худшем случае сопровождаются разрушениями отдельных конструкций силовой установки, например, трансмиссии, редуктора, или деформацией лопаток турбины вследствие недопустимого нагрева рабочего тела в ТВГТД. Для устранения неблагоприятного развития ситуации осуществляется переключение на режим ручного управления. Регулятор ручного управления является регулятором пропорционального типа. Регулирование в ручном режиме продолжается до полного устранения причины, вызвавшей

необходимость перехода на ручной режим, после чего осуществляется обратное переключение на автоматическое регулирование частоты вращения силовой турбины. В процессе перехода с алгоритма автоматического управления на алгоритм ручного управления, и при последующем возврате на основной алгоритм должно быть предусмотрено согласование исходных данных и состояний процесса управления с тем, чтобы устранить возможность конфликта между ними [7], [9]. Решение этой задачи усложняется тем, что в реальных условиях существует дефицит достоверной информации о том, в какой момент понадобится переход на ручное управление, и через какой промежуток времени автоматическая система восстановит свою работоспособность. В этом случае приходится рассматривать систему управления ТВГТД как многорежимную со случайной структурой.

Динамические системы, свойства которых скачкообразно изменяются в случайные моменты времени, называются системами со случайными изменениями структуры [6]. Важной особенностью систем этого класса является двойственный характер вектора состояния объекта управления, который включает в себя фазовые координаты и, так называемый, индекс структуры, описывающий случайный процесс с конечным числом возможных состояний, сменяющих друг друга в случайные моменты времени с некоторой вероятностью. В результате при исследовании подобных систем приходится иметь дело не только с непрерывными переменными, которые принадлежат континуальному множеству, но и с дискретными переменными, принадлежащими конечному множеству. Это накладывает существенный отпечаток на постановку задач управления системами со случайной структурой, поскольку фактор случайного изменения структуры приходится интерпретировать как дополнительное случайное дискретное воздействие на систему. Теория этих систем объединяет два хорошо разработанных направления в области марковских процессов: конечные марковские цепи и диффузные марковские процессы. Обобщение кусочно-непрерывных марковских процессов и процессов с непрерывными и дискретными

компонентами позволило построить достаточно общую аналитическую теорию систем со случайной структурой.

Современные исследования в этой области [8] направлены на решение задач обработки информации и управления, предусматривающих одновременное взаимосвязанное распознавание структуры и оценивание фазовых координат, а также совместное управление ими. Обсуждаются идеи и концепции, направленные на упрощение оптимальных алгоритмов с целью их реализации в цифровых управляющих устройствах.

Следует, однако, заметить, что для достоверного описания вероятностных характеристик случайных событий, протекающих в реальных системах, имеющейся информации обычно бывает недостаточно. Это не позволяет обосновывать репрезентативность полученных выборок, их состоятельность, эффективность и несмещенность. Все это требует разработки более адекватных методов формализации неопределенных факторов, возникающих при исследовании систем со случайной структурой.

Рассмотрен комплекс требований, предъявляемых к интегрированной системе управления силовой установкой вертолета, с точки зрения обеспечения устойчивости и качества процессов управления при согласовании взаимодействия отдельных подсистем, а также для обеспечения целого ряда дополнительных условий. В качестве базового метода, позволяющего разрешить противоречия, возникающие при разработке современных ИСАУ СУВ, предлагается использовать принцип обеспечения желаемого распределения полюсов системы с использованием методов модального управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chan W.S. Eigenvalue Assignment and Stabilization of Interconnected Systems Using Local Feedbacks / W.S.Chan, C.A.Desoer //IEEE Trans. Automat. Control. 1979, AC-24, №2. Pp. 312-317.
2. Cockrell C.E., et.al., Integrated Aeropropulsive Computational Fluid Dynamics Methodology for the Hyper-X Flight Experiment / Journal of Spacecraft and Rockets. 2001. Vol 38, № 6. 844 p.
3. Schmidt D. Analysis of airframe/engine interactions - an integrated control perspective / D.Schmidt, J.Schierman //AIAA Pap. 1990, № 1918. Pp. 1-11.
4. Walsh K.R., Myers L.P. Performance improvements of an F15 airplane with an integrated engine-flight control system / K.R.Walsh, L.P.Myers // Journal of Aircraft. 1991, Vol. 28, №12. Pp. 812-817.
5. Weisenberger S. Stability regions for large-scale systems / S.Weisenberger // Automatica. 1973, №9. Pp. 653-663.
6. Артемьев В.М. Теория динамических систем со случайными изменениями структуры. Минск: Высшая школа, 1979. 160 с.
7. Булгаков А.Г. Система селективно-координирующего управления многоканальным подвесом грузостабилизационной платформы строительного подъемного крана / А.Г.Булгаков, В.С.Елсуков // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2006. №1. С. 3-7.
8. Бухалев В.А. Распознавание и оценивание выходного сигнала нелинейной системы в условиях скачкообразной имитационной помехи / В.А. Бухалев, В. А. Болдинов, С. П. Прядкин // Вестник МАИ. 2014. Т. 21, № 1. С. 143 – 153.
9. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза. М.: Едиториал УРСС, 2005. С. 228.
10. Миргород В.Ф. Математическая модель силовой установки вертолета в составе двух турбовальных двигателей с редуктором и двухрядным винтом: анализ алгоритмов синхронизации / Авиационно-космическая техника и технология, 2009, № 7 (64). С. 125-131.

11. Мирошник И.В. Согласованное управление многоканальными системами. М.: Энергоатомиздат, 1990. 128 с.
12. Мирошник И.В. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами / И.В. Мирошник, В.О. Никифоров, А.Л. Фрадков. СПб.: Наука, 2000. 549 с.
13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы. СПб: Питер, 2006. 271 с.
14. Шевяков А.А. Интегральные системы автоматического управления силовыми установками самолетов / А.А. Шевяков. М.: Машиностроение, 1983. 283 с.

© Белявцев М.В. Савин С.К., 2024

Зайцева А.А. Белявцев М.В.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. канд. техн. наук *Зайцева А.А.*

Zaytseva A.A. Belyavtsev M.V.

Ufa University of Science and Technology

**ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОРЕЖИМНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ДВИГАТЕЛЯМИ ВЕРТОЛЕТА ПРИ СЛУЧАЙНОМ ИЗМЕНЕНИИ
СТРУКТУРЫ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ЧАСТИ**

**INVESTIGATION OF A MULTI-MODE HELICOPTER ENGINE CONTROL
SYSTEM WITH A RANDOM CHANGE IN THE STRUCTURE OF THE
CONTROL PART**

Аннотация: В данной статье рассмотрены моделирование синтезированной системы, которое проводилось с использованием программного модуля «Модель интегрированной многодвигательной силовой установки вертолета», с помощью которого был разработан комплекс моделей, а также проведен анализ результатов моделирования.

Abstract: This article discusses the modeling of the synthesized system, which was carried out using the software module "Model of an integrated multi-engine power plant of a helicopter", with the help of which a set of models was developed, as well as an analysis of the simulation results.

Ключевые слова: многорежимная система управления, структура управляющей части, моделирование.

Keywords: multi-mode control system, control part structure, modeling

Моделирование синтезированной системы проводилось с использованием программного модуля «Модель интегрированной многодвигательной силовой установки вертолета», с помощью которого был разработан комплекс моделей, включающий: модель системы управления двигателем вертолета в

автоматическом режиме, модель системы управления двигателем вертолета в ручном режиме и многорежимная модель управления двигателем вертолета, имитирующая процесс переключения с режима автоматического режима управления на ручной и обратно в случайные моменты времени.

На рис. 1. приведена схема модели системы управления двигателем вертолета в автоматическом режиме.

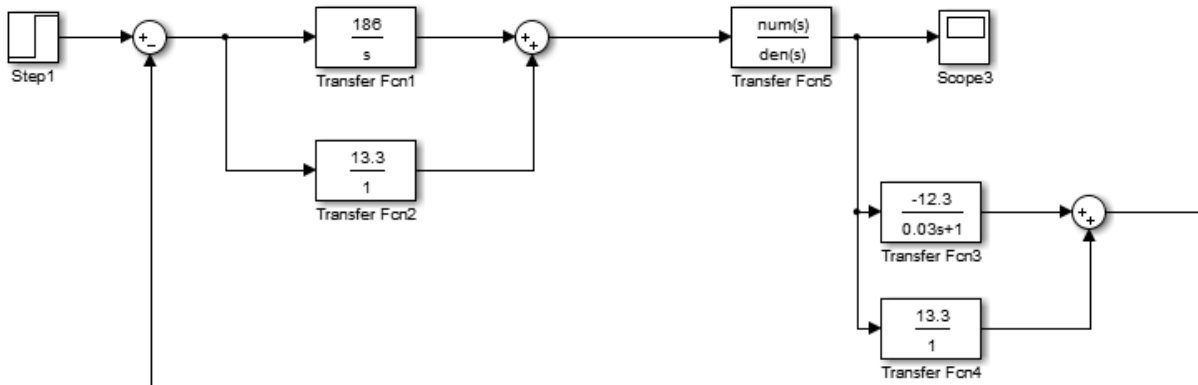


Рис. 1. Имитационная модель системы управления двигателем вертолета в автоматическом режиме

Основные блоки этой схемы отображают пропорционально интегрирующий регулятор в прямом канале управления, модель двигателя, инерционно-форсирующий регулятор в цепи обратной связи, а также блок задающего воздействия и блок отображения выходной реакции.

На рис. 2. приводятся результаты моделирования этой системы. Как показывают результаты моделирования, переходной процесс в системе является практически монотонным, с незначительным перерегулированием. Время регулирования составляет 1.5-1.7 сек.

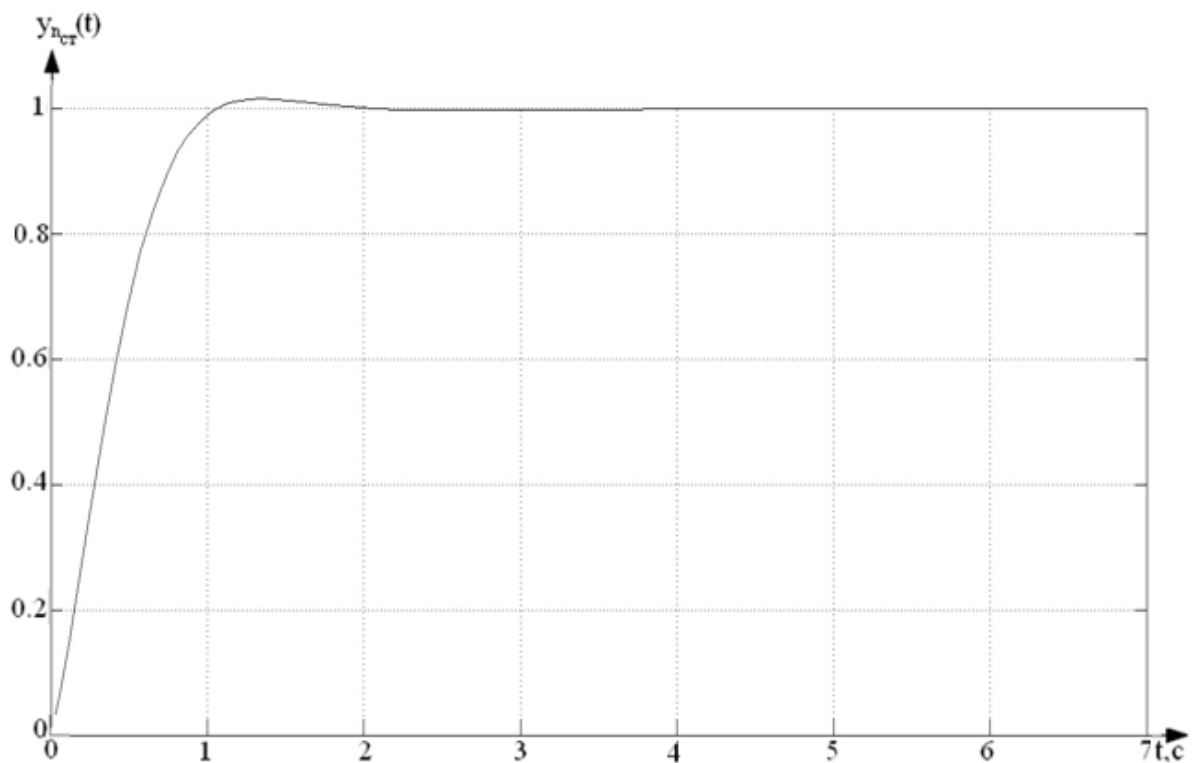


Рис. 2. Переходная функция системы управления двигателем вертолета в автоматическом режиме

На рис. 3. приведена схема модели системы управления двигателем вертолета в ручном режиме.

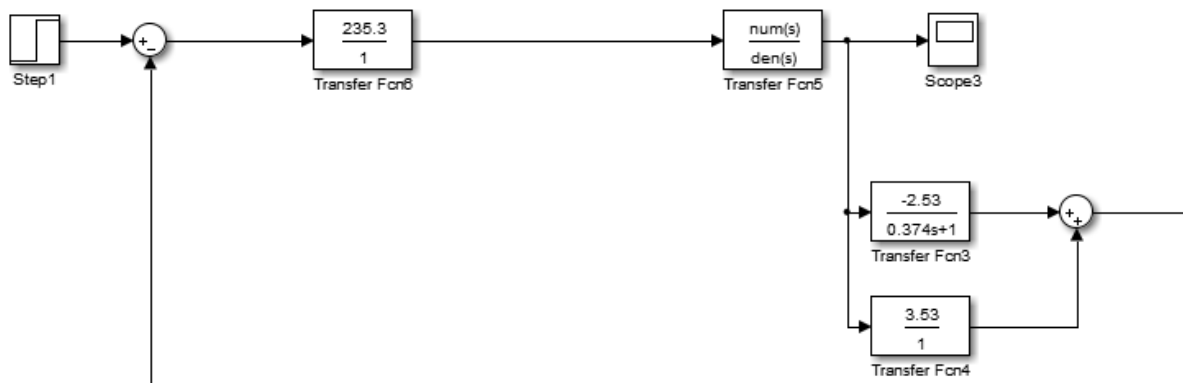


Рис. 3. Имитационная модель системы управления двигателем вертолета в ручном режиме

В отличие от схемы системы управления двигателем вертолета в автоматическом режиме, регулятор в прямом канале управления представляет собой безинерционное звено.

На рис. 4. приводятся результаты моделирования этой системы. Переходной процесс в этой системе имеет более монотонный характер, что обусловлено существенно более низким быстродействием. Время регулирования в этой системе превышает 6 сек. Наряду с этим следует отметить, что хотя в этой системе отсутствует астатический регулятор, но статическая ошибка не превышает 1%.

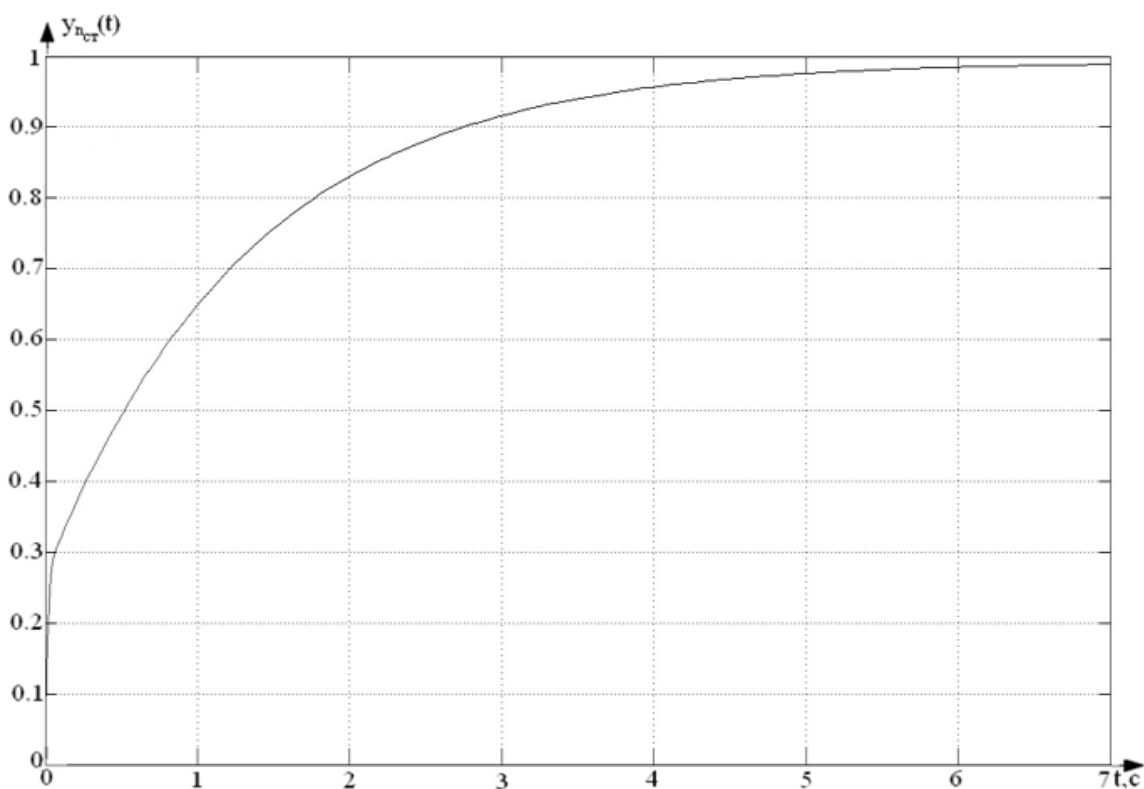


Рис. 4. Переходная функция системы управления двигателем вертолета в ручном режиме

Чтобы оценить возможности метода синтеза по выбранному критерию нечеткой стабилизации, в работе была получена многорежимная модель управления двигателем вертолета. Схема этой модели приведена на рис. 5.

В состав этой схемы входят как отдельные составляющие описанные ранее имитационные модели систем управления двигателем вертолета в

автоматическом и ручном режиме. Для имитации переключения автоматической системы управления на ручную систему с последующим возвратом на исходную в схему введены три блока переключателей.

Переключение осуществляется в случайные моменты времени t_1 и t_2 , которые формируются датчиком случайных чисел и подчиняются распределениям, соответствующим функциям принадлежности экспоненциального вида.

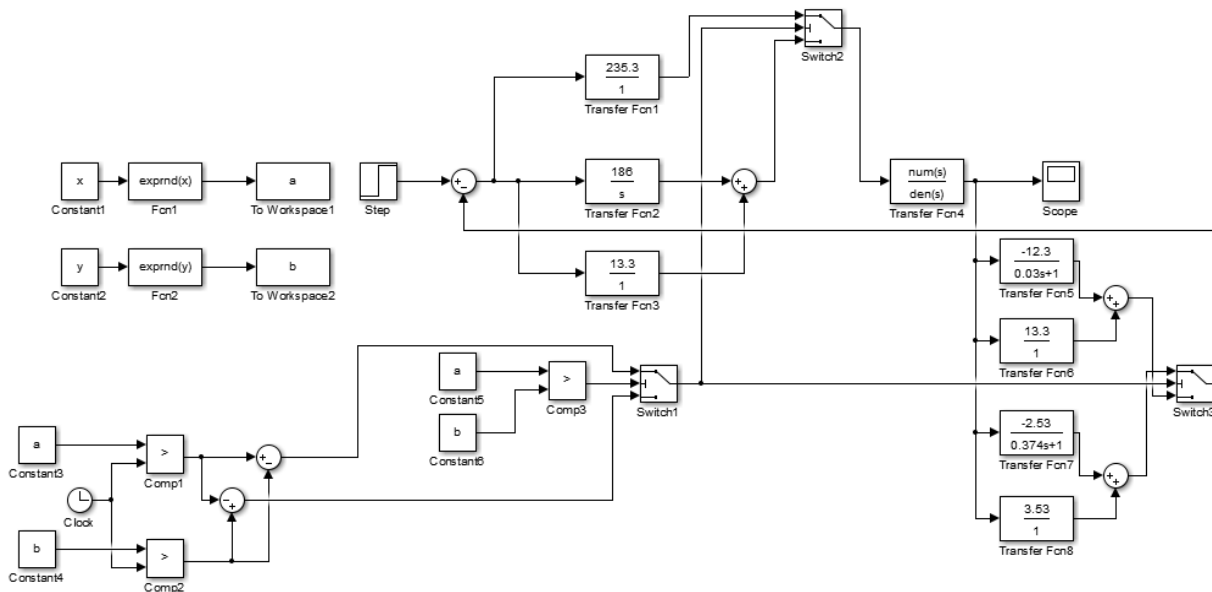
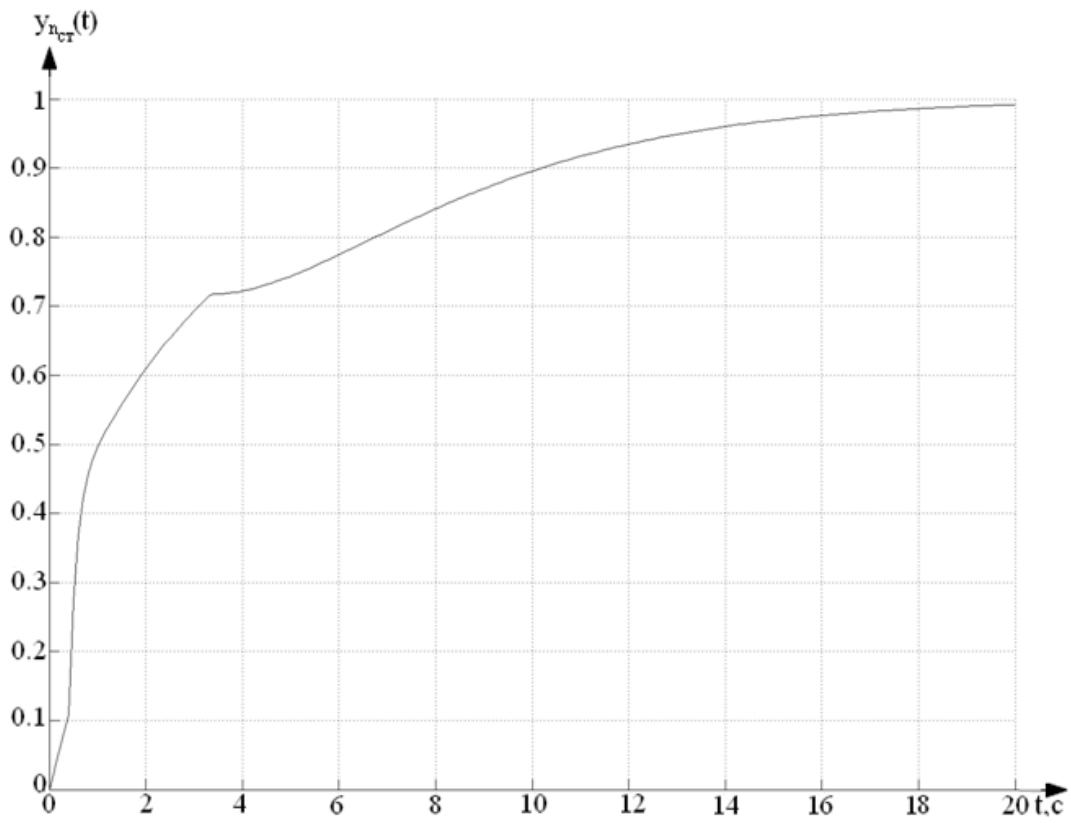


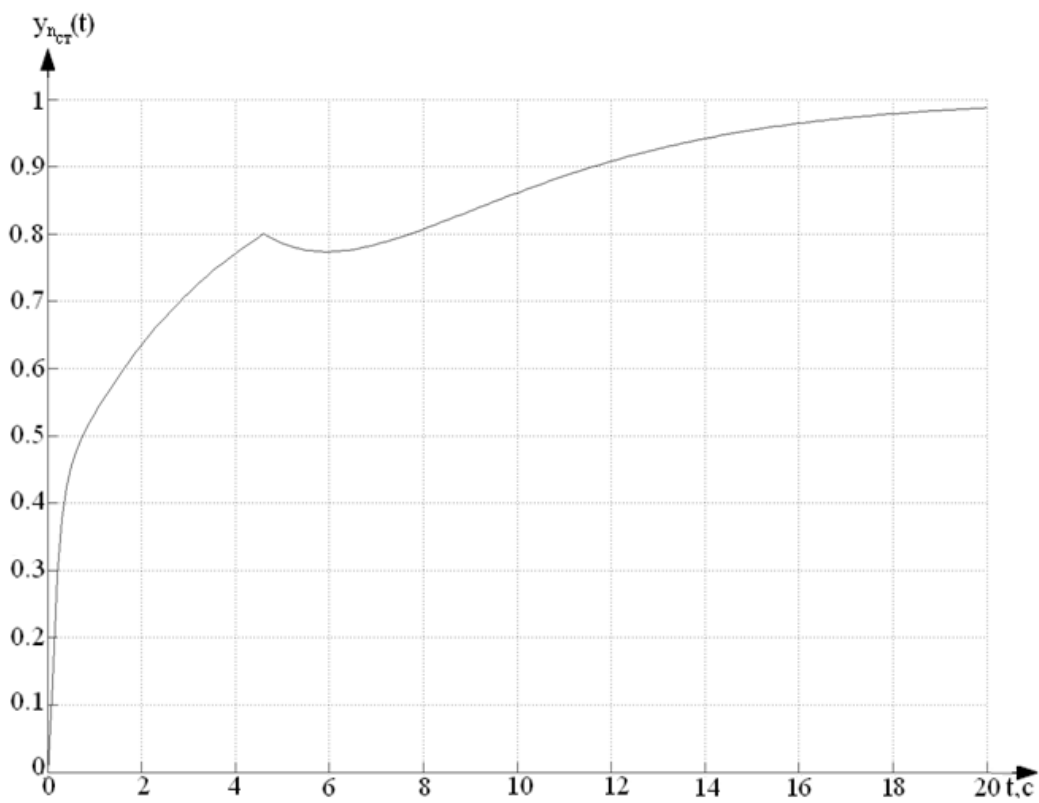
Рис. 5. Многорежимная модель системы управления двигателем вертолета

Полученная многорежимная модель позволяет оценить характер процессов, протекающих в системе управления, при изменении режимов ее работы. Так на рис. 6. показаны характерные переходные процессы в системе при различных моментах переключения.

Для того, чтобы оценить характер поведения обобщенной характеристики системы – ее нечеткого ожидания, в работе был проведен статистический эксперимент, предусматривающий сто реализаций случайного процесса изменения режимов работы двигателя вертолета. Моменты переключения структур, полученные в ходе этого эксперимента, сведены в табл. 1.



а)



б)

Рис. 6. Переходные функции многорежимной системы управления при моментах переключения:

а) $t_1=0.4123$ и $t_2=3.36$ б) $t_1=0.05672$ и $t_2=4.581$

Таблица 1

№ итер.	Моменты переключения	№ итер	Моменты переключения
1	$t_1=0.7932$ $t_2=10.58$	51	$t_1=5.909$ $t_2=11.44$
2	$t_1=1.186$ $t_2=5.531$	52	$t_1=1.051$ $t_2=5.102$
3	$t_1=0.4123$ $t_2=3.36$	53	$t_1=2.763$ $t_2=3.095$
4	$t_1=3.483$ $t_2=7.13$	54	$t_1=1.347$ $t_2=14.96$
5	$t_1=4.595$ $t_2=7.166$	55	$t_1=5.217$ $t_2=9.858$
6	$t_1=7.124$ $t_2=11.53$	56	$t_1=0.2653$ $t_2=8.184$
7	$t_1=0.9323$ $t_2=2.38$	57	$t_1=7.58$ $t_2=10.14$
8	$t_1=2.321$ $t_2=5.668$	58	$t_1=2.62$ $t_2=5.366$
9	$t_1=0.4556$ $t_2=1.962$	59	$t_1=1.067$ $t_2=7.797$
10	$t_1=5.65$ $t_2=13.43$	60	$t_1=0.5239$ $t_2=14.34$
11	$t_1=3.276$ $t_2=8.893$	61	$t_1=0.2173$ $t_2=6.178$
12	$t_1=1.691$ $t_2=2.975$	62	$t_1=0.09734$ $t_2=1.828$
13	$t_1=0.05672$ $t_2=4.581$	63	$t_1=7.148$ $t_2=14.24$
14	$t_1=0.349$ $t_2=2.46$	64	$t_1=5.391$ $t_2=8.102$
15	$t_1=0.7759$ $t_2=4.66$	65	$t_1=2.695$ $t_2=6.632$
16	$t_1=2.743$ $t_2=4.48$	66	$t_1=3.459$ $t_2=12.9$
17	$t_1=3.97$ $t_2=5.159$	67	$t_1=2.588$ $t_2=7.897$
18	$t_1=0.6235$ $t_2=2.014$	68	$t_1=1.071$ $t_2=3.357$
19	$t_1=0.1522$ $t_2=9.533$	69	$t_1=4.541$ $t_2=7.169$
20	$t_1=4.777$ $t_2=8.248$	70	$t_1=2.615$ $t_2=5.068$
21	$t_1=1.033$ $t_2=9.07$	71	$t_1=0.0521$ $t_2=2.215$
22	$t_1=9.299$ $t_2=15.95$	72	$t_1=1.782$ $t_2=5.009$
23	$t_1=1.979$ $t_2=9.28$	73	$t_1=0.3947$ $t_2=4.774$
24	$t_1=1.436$ $t_2=7.293$	74	$t_1=8.21$ $t_2=18.63$
25	$t_1=1.194$ $t_2=3.363$	75	$t_1=6.181$ $t_2=16.58$
26	$t_1=1.94$ $t_2=6.107$	76	$t_1=5.174$ $t_2=13.1$
27	$t_1=0.5096$ $t_2=3.647$	77	$t_1=0.9885$ $t_2=8.729$
28	$t_1=3.025$ $t_2=11.68$	78	$t_1=0.6563$ $t_2=6.91$
29	$t_1=5.016$ $t_2=7.512$	79	$t_1=0.805$ $t_2=10.88$
30	$t_1=0.2278$ $t_2=2.961$	80	$t_1=1.215$ $t_2=15.51$

31	$t_1=1.479$ $t_2=7.369$	81	$t_1=1.058$ $t_2=13.44$
32	$t_1=5.054$ $t_2=15.46$	82	$t_1=4.142$ $t_2=11.75$
33	$t_1=0.3997$ $t_2=15.82$	83	$t_1=0.9868$ $t_2=7.949$
34	$t_1=3.279$ $t_2=12.58$	84	$t_1=0.7158$ $t_2=4.535$
35	$t_1=3.43$ $t_2=6.435$	85	$t_1=1.693$ $t_2=6.323$
36	$t_1=0.8817$ $t_2=4.192$	86	$t_1=4.713$ $t_2=13.32$
37	$t_1=0.1542$ $t_2=5.846$	87	$t_1=1.301$ $t_2=5.507$
38	$t_1=4.14$ $t_2=8.682$	88	$t_1=0.7889$ $t_2=9.399$
39	$t_1=6.063$ $t_2=8.232$	89	$t_1=3.864$ $t_2=8.586$
40	$t_1=5.989$ $t_2=6.987$	90	$t_1=0.9762$ $t_2=8.948$
41	$t_1=5.16$ $t_2=8.186$	91	$t_1=2.814$ $t_2=18.59$
42	$t_1=0.8209$ $t_2=5.803$	92	$t_1=2.207$ $t_2=17.83$
43	$t_1=8.551$ $t_2=14.78$	93	$t_1=9.012$ $t_2=12.37$
44	$t_1=10.01$ $t_2=15.98$	94	$t_1=4.064$ $t_2=9.158$
45	$t_1=0.4283$ $t_2=11.13$	95	$t_1=3.216$ $t_2=5.6$
46	$t_1=4.191$ $t_2=7.111$	96	$t_1=6.04$ $t_2=13.45$
47	$t_1=4.639$ $t_2=8.082$	97	$t_1=5.82$ $t_2=17.04$
48	$t_1=0.4887$ $t_2=1.001$	98	$t_1=0.9626$ $t_2=4.996$
49	$t_1=0.7871$ $t_2=6.533$	99	$t_1=1.783$ $t_2=4.207$
50	$t_1=0.05062$ $t_2=10.52$	100	$t_1=4.104$ $t_2=7.348$

График осредненной реакции, полученной по ста реализациям переходных процессов, показан на рис. 7.

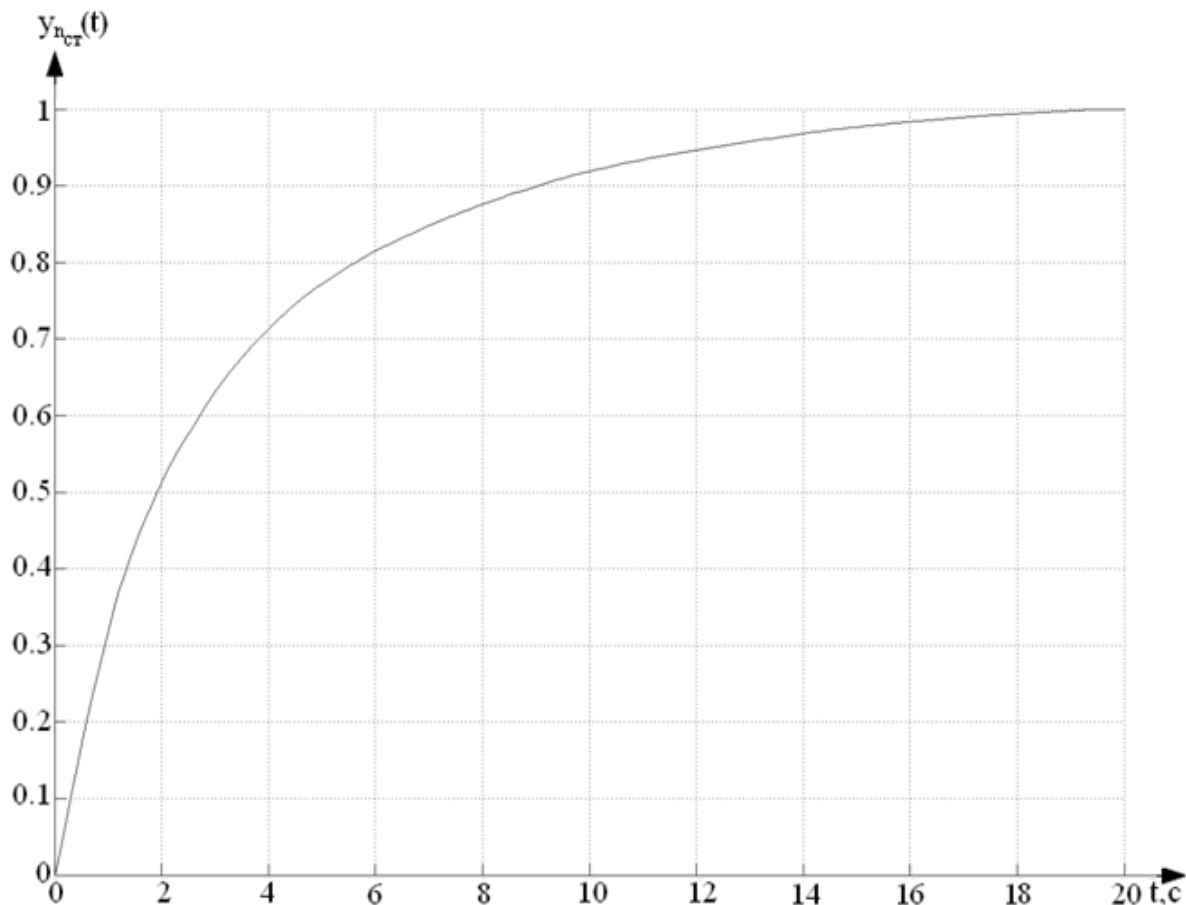


Рис. 7. Нечеткое ожидание выходной переменной многорежимной системы управления двигателем вертолета

Анализ результатов моделирования свидетельствует о том, что обеспечение аperiodического характера изменения нечеткого ожидания управляемой переменной гарантирует не только желаемый вид переходных процессов на автоматическом и ручном режимах работы, но и обеспечивает согласование процессов при переходе на очередной режим работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синтез системы синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Авиакосмическое приборостроение, № 11, 2012. С. 3-9.
2. Интегрированная система управления многорежимной силовой установкой

- вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Вестник УГАТУ: научный журнал УГАТУ. Т. 16, № 6 (51). 2012. С. 37–43.
3. Алгоритм совмещенного управления силовой установкой вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Мехатроника, автоматизация, управление, № 8, 2013. Стр. 59 – 64.
4. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета на основе темпоральных прецедентов / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 5 (66). С. 161–170.
5. Интегрированная система синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Изв. вузов. Авиационная техника, № 2. 2015. С. 24-32. Коллективная монография и объект интеллектуальной собственности
6. Интеллектуальное управление летательным аппаратом в условиях структурной и параметрической неопределенности / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Интеллектуальные системы управления. Под ред. С.Н.Васильева. М.: Машиностроение, 2010. С. 135-141.
7. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2014660919. Модель многорежимной двухдвигательной силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.В. Дементьев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева. Зарег. 20.10.2014. М.: Роспатент, 2014. В трудах всероссийских и международных конференций
8. Повышение эффективности применения летательных аппаратов с использованием сингулярных режимов / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Глобальный научный потенциал: тр. 2-ой междунар. науч.-практ. конф. (23 – 24 июня 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГТУ, 2006. С. 78-79.
9. Проектирование бортовых информационно-управляющих систем с использованием новых информационных технологий / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий: тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 сентября 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГУ, 2006. С. 116-117.

10. Методика повышения эксплуатационных характеристик силовой установки вертолета типа ТВ3-117 / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Теория и практика современной науки: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (26–27 марта 2013, г. Москва). Т. I. М.: Изд-во «Спецкнига», 2013. С. 120-125.
11. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений: тр. II Междунар. конф. (18 - 21 мая, 2014, г. Уфа). Уфа: УГАТУ, 2014. С. 135-143.
12. Программный комплекс исследования интегрированной многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Международный научно-исследовательский журнал: Сборник по результатам International Research Journal Conference XXXVII. Екатеринбург: МНИЖ. 2015. № 3 (34), Часть 1. С. 60 - 64.
13. Система синхронизации режимов многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Перспективные направления развития со-временной науки: Сб. научн. работ III Межд. научной конф. Евразийского Научного Объединения (г. Москва, март 2015). М.: ЕНО, 2015. С. 13-17.

© Зайцева А.А. Белявцев М.В., 2024

Федоров С.В., Морозова А.И.

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

в г. Кумертау

Fedorov S.V., Morozova A.I.

Branch of the Ufa University of Science and Technology in Kumertau

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИГМА-ДЕЛЬТА АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

EXPLORING THE POSSIBILITIES OF IMPROVING SIGMA-DELTA ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS

Аннотация. В данной статье рассматривается несколько перспективных разработок сигма-дельта аналого-цифровых преобразователей. Анализируются проблемы традиционных сигма-дельта аналого-цифровых преобразователей на базе операционных усилителей. Использование в качестве элементов схемы операционных усилителей приводит к возникновению ошибки преобразования связанной с внутренними показателями операционных усилителей, таких как напряжение смещения нуля, а также температурной зависимости коэффициента усиления. Решением данной проблемы может стать использование вместо классических операционных усилителей нового класса активных элементов – мультидифференциальных операционных усилителей.

Abstract. This article discusses several promising developments of sigma-delta analog-to-digital converters. The problems of traditional sigma-delta analog-to-digital converters based on operational amplifiers are analyzed. The use of operational amplifiers as circuit elements leads to a conversion error associated with the internal performance of operational amplifiers, such as the zero offset voltage, as well as the temperature dependence of the gain factor. The solution to this problem may be the use of a new class of active elements instead of classical operational amplifiers – multidifferential operational amplifiers.

Ключевые слова: сигма-дельта аналого-цифровые преобразователи, операционные усилители, мультидифференциальные операционные усилители.

Keywords: sigma-delta analog-to-digital converters, operational amplifiers, multidifferential operational amplifiers.

Сигма-дельта аналого-цифровые преобразователи (АЦП) относятся к классу интегрирующих и предназначены, в основном, для использования в высокоточных измерительных устройствах. Название «сигма-дельта» связано с наличием в данном АЦП сумматора (Σ) и интегратора (Δ). В сигма-дельта АЦП были устранены основные недостатки многоразрядных АЦП двойного и многократного интегрирования, а именно: существенная интегральная нелинейность, обусловленная переходной характеристикой операционного усилителя интегратора, низкое помехоподавление, связанное с тем, что значительную часть времени цикла преобразования АЦП многократного интегрирования не принимает входной сигнал, и, наконец, немалое число внешних элементов — резисторов и высококачественных конденсаторов большой емкости [1]. Схема классического сигма-дельта аналого-цифрового преобразователя представлена на рис. 1.

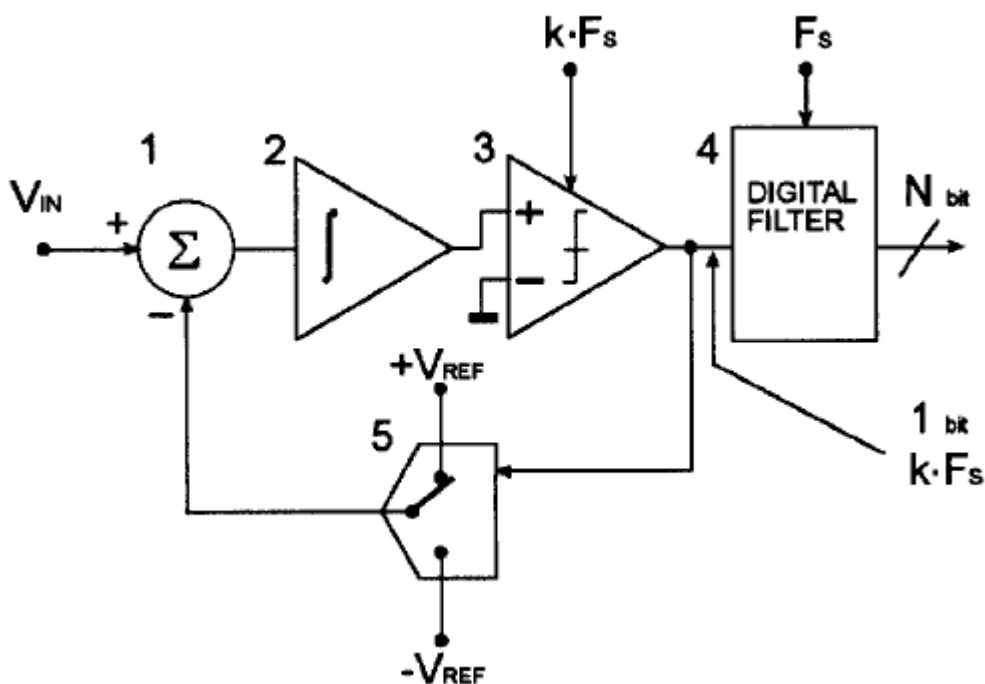


Рис. 1. Дельта-сигма аналого-цифровой преобразователь:

- 1- сумматор; 2-интегратор; 3 - тактируемый компаратор; 4- цифровой фильтр;
5-одноразрядный ЦАП

Основным недостатком данного преобразователя является его относительно низкое быстродействие. Этот недостаток нельзя устранить

простым повышением тактовой частоты $k \cdot F_s$, т.к. с ростом частоты увеличивается погрешность преобразования, связанная прежде всего с ограниченным быстродействием аналоговых ключей и их коммутационными шумами. Кроме того, случайную ошибку в работу преобразователя может внести возможное присутствие в спектре сигнала интегратора частот, попадающих в полосу пропускания цифрового фильтра, что связано с зависимостью характера колебаний напряжения на выходе интегратора от входного сигнала. И то, и другое снижают разрешающую способность преобразователя.

Таким образом, из анализа уровня техники следует, что известные АЦП не позволяют решить задачу повышения быстродействия при сохранении присущей такому типу АЦП высокой разрешающей способности.

В качестве решения данной проблемы в работе [2] была разработана схема дельта-сигма аналого-цифрового преобразователя. Схема данного преобразователя представлена на рис. 2.

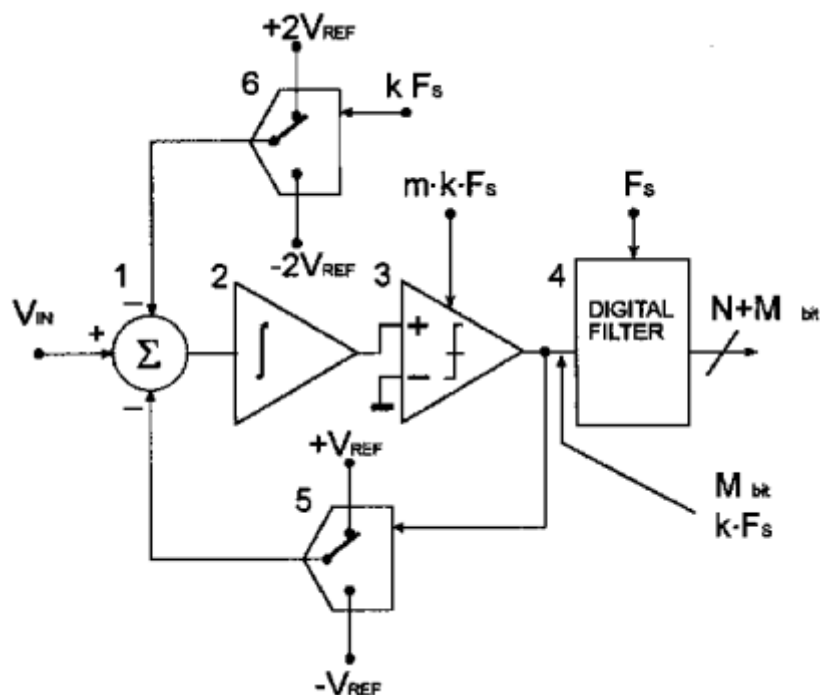


Рис. 2. Дельта-сигма аналого-цифровой преобразователь:

1- сумматор; 2-интегратор; 3 - тактируемый компаратор; 4- цифровой фильтр; 5- одноразрядный ЦАП; 6- формирователь знакопеременного смещения

Аналого-цифровой преобразователь содержит последовательно соединенные сумматор 1, интегратор 2, тактируемый компаратор 3 и цифровой фильтр 4, а также одноразрядный ЦАП 5, вход которого подключен к выходу компаратора 3, а выход - к первому (вычитающему) входу сумматора 1, второй (суммирующий) вход которого является сигнальным входом преобразователя, первым тактовым входом и выходом которого являются соответственно тактовый вход и выход цифрового фильтра 4, и формирователь 6 знакопеременного смещения, выход которого подключен к третьему (вычитающему) входу сумматора 1, а управляющий вход является вторым тактовым входом преобразователя, который имеет также третий тактовый вход, соединенный с тактовым входом компаратора 3. В данной схеме дельта-сигма АЦП цепь отрицательной обратной связи (одноразрядный ЦАП) показана в виде аналогового ключа 6, подключенного к первому и второму разнополярным источникам питания $-V_{REF}$ и $+V_{REF}$, формирователь 6 знакопеременного смещения показан в виде второго аналогового ключа, подключенного к третьему и четвертому разнополярным источникам питания $-2V_{REF}$ и $+2V_{REF}$, а управляющие входы ключей являются соответствующими входами одноразрядного ЦАП 5 и формирователя 6. Причем первый и второй упомянутые ключи могут быть полностью идентичными или иметь различную конструкцию.

Сигналы в различных точках схемы приведены на рис. 3.

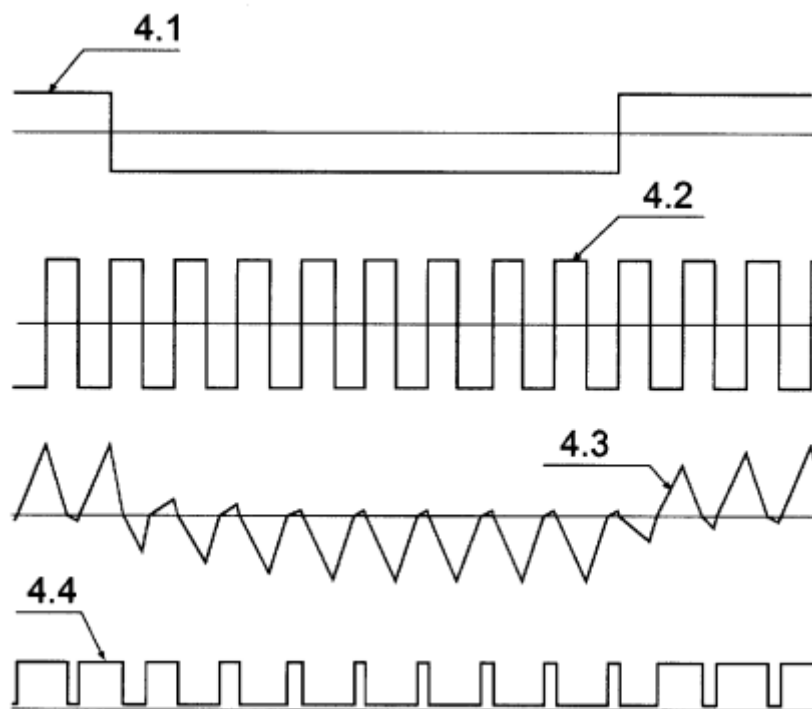


Рис. 3. Сигналы в различных точках схемы:

4.1- входной сигнал V_{IN} , изменяющийся от $-0,6V_{REF}$ до $+0,6V_{REF}$;

4.2 - выходное напряжение формирователя 6 знакопеременного смещения, переключаемое с частотой $k \cdot F_s$;

4.3 - реакция интегратора на ступенчатое изменение входного сигнала;

4.4- выходное напряжение тактируемого компаратора 3, частота тактирования которого в 256 раз превышает частоту $k \cdot F_s$

В источнике [3] представлена разработка дельта-сигма аналого-цифрового преобразователя. Схема данного преобразователя представлена на рис. 4.

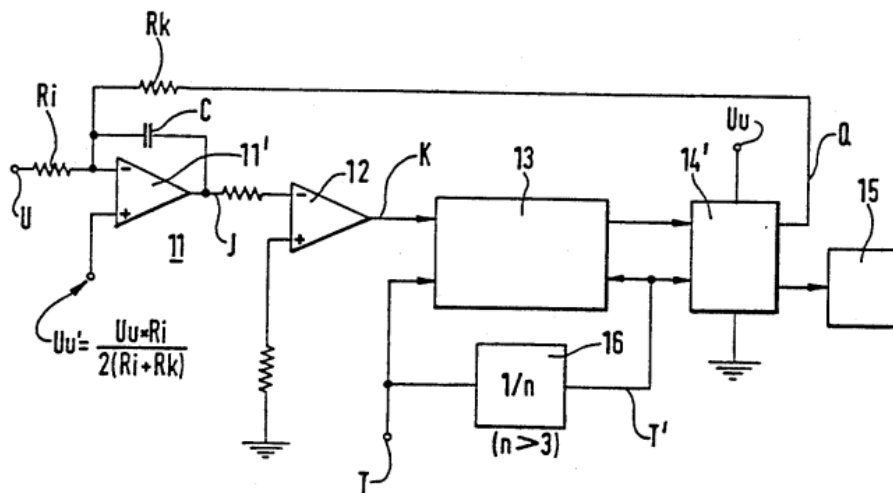


Рис. 4. Дельта-сигма аналого-цифровой преобразователь:

11-операционный усилитель; 11' – суммирующий интегратор; 12 – компаратор;

13 – широтно-импульсный модулятор; 14' - D-триггер;

15 - устройство для дальнейшей обработки; 16 – делитель частоты.

Дельта-сигма аналого-цифровой преобразователь содержит интегратор, на вход которого подается через интегрирующий резистор аналоговый сигнал, подлежащий преобразованию, компаратор, вход компаратора подключен к выходу интегратора, а его опорный вход заземлен, широтно-импульсный модулятор, который выдает узкий или широкий импульс в зависимости от уровня выходного сигнала компаратора, сигнальный вход которого подключен к выходу компаратора. На первый тактовый вход широтно-импульсного модулятора подается тактовый сигнал. На второй тактовый вход подается дополнительный тактовый сигнал, полученный из указанного тактового сигнала путем деления частоты (делитель $n > 3$). Дельта-сигма аналого-цифровой преобразователь также содержит D-триггер, D-вход которого подключен к выходу широтно-импульсного модулятора, а неинвертирующий выход подключен через резистор обратной связи R_k ко входу интегратора. На тактовый вход D-триггера подается дополнительный тактовый сигнал. Инвертирующий выход D-триггера подключен к устройству дополнительной обработки, рабочее напряжение которого представляет собой либо униполярное опорное напряжение, либо биполярное опорное напряжение, сбалансированное

относительно земли, при этом опорным входом является, в случае однополярного опорного напряжения подается та часть этого напряжения, которая равна $\frac{U_u \cdot R_i}{2 \cdot R_i \cdot R_k}$, или, в случае биполярного опорного напряжения, подключенного к земле.

Сигналы в различных точках схемы приведены на рис. 5.

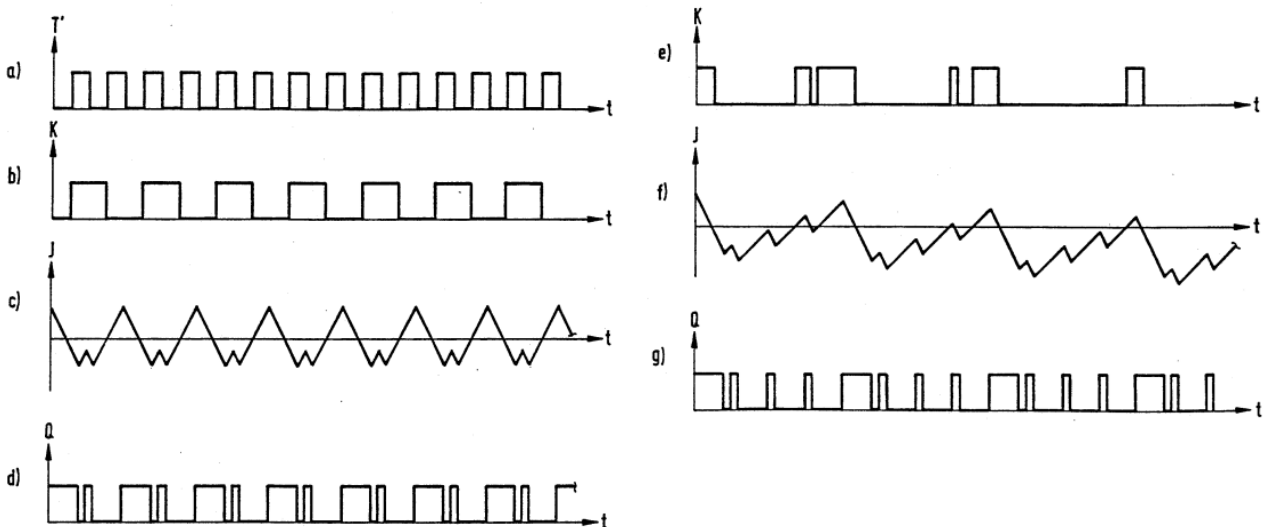


Рис. 5. Различные формы сигналов при двух разных амплитудах преобразуемого напряжения

Преимущества данной схемы:

- Благодаря широтно-импульсному модулятору, установленному между компаратором и *D*-триггером, частота смены полярности на выходе компаратора постоянна во всем диапазоне амплитуд аналогового сигнала, так что может быть достигнута практически идеальная линейность, которая также не зависит от температуры.

Недостатки:

- В качестве остаточной ошибки остается только температурная зависимость коэффициента усиления и напряжение смещения операционного усилителя.

Вывод

Таким образом, различные разработки сигма-дельта аналого-цифровых преобразователей позволяют повысить быстродействие при сохранении

высокой разрешающей способности, а также достигнуть практически идеальной линейности, не зависящей от температуры.

Однако, использование в качестве элементов схемы операционных усилителей приводит к возникновению ошибки преобразования связанной с внутренними показателями операционных усилителей, такими как напряжение смещения нуля, а также температурной зависимости коэффициента усиления. Решением данной проблемы может стать использование вместо классических операционных усилителей нового класса активных элементов – мультидифференциальных операционных усилителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Штрапенин, Г. Сигма-дельта аналого - цифровые преобразователи АЦП Texas Instruments / Г. Штрапенин // Компоненты и технологии. – 2007. – № 1(66). – С. 104-108. – EDN MTFNTB.
2. Патент № 2145149 С1 Российская Федерация, МПК H03М 3/00, МПК H03М 3/04. Сигма-дельта-аналого-цифровой преобразователь : № 98101746/09 : заявл. 03.02.1998 : опубл. 27.01.2000 / С. В. Барташев, А. И. Чемерис, Г.С. Серебряков; заявитель Закрытое акционерное общество «Лазекс».
3. Thomas Budmiger, Ettingen, Switzerland, inventor; Endress--Hauser Flowtec AG, Switzerland, assignee. DELTA-SIGMA ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER. United States Patent US 5,323,156. Jun. 21, 1994.

© Федоров С.В., Морозова А.И., 2024

УДК 519.71

Горбунов Д.Е.

Уфимский университет науки и технологий, филиал в г. Кумертау

Науч. рук. доцент Зайцева А.А.

Уфимский университет науки и технологий

Gorbunov D. E.

Ufa University of Science and Technology, branch in Kumertau

**ОПТИМИЗАЦИЯ НАГРУЗКИ ПЕРЕДНИХ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ РАМЫ
ТОПЛИВНОГО БАКА В ПРОЕКТЕ «МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ
ПОЖАРОТУШЕНИЯ ВЕРТОЛЕТА КА-32А11ВС С ГТП»**

**OPTIMIZATION OF THE LOAD OF THE FRONT MOUNTING UNITS OF
THE FUEL TANK FRAME IN THE PROJECT "MODERNIZATION OF THE
FIRE EXTINGUISHING SYSTEM OF THE KA-32A11BC HELICOPTER
WITH GTP"**

Аннотация: Разрабатываемая модифицированная система пожаротушения вертолета Ка-32А11ВС на базе газотурбинного привода содержит отдельный модуль топливного бака, навеска которого потребовала использование дополнительных узлов навески на борту вертолета. В ходе проектных работ мы столкнулись с неравномерным распределением нагрузки по передним узлам навески.

Abstract: The modified fire extinguishing system of the Ka-32A11BC helicopter under development based on a gas turbine drive contains a separate fuel tank module, the attachment of which required the use of additional attachment points on board the helicopter. During the design work, we were faced with an uneven load distribution across the front suspension nodes.

Ключевые слова: узлы навески, борт, распределение нагрузки, вертолет.

Key words: attachment points, board, load distribution, helicopter.

При проведение прочностных расчетов конструкции модуля топливного бака обнаружилось, что максимальная нагрузка приходится на передний верхний узел крепления рамы на фюзеляже вертолета.

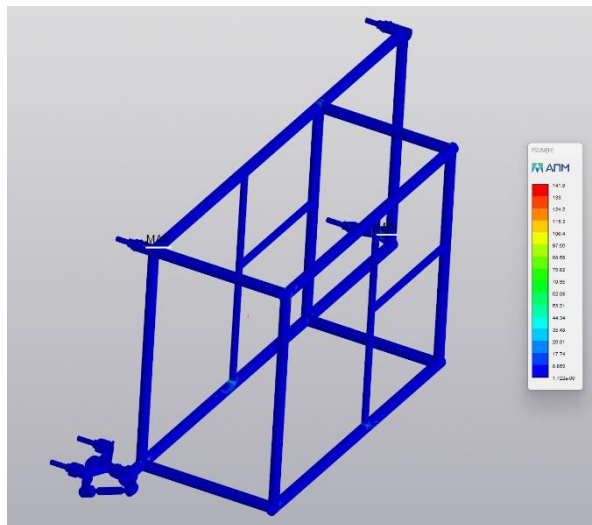


Рис.1 Графическое представление прочностных расчетов

Для решения данной проблемы был разработан узел состоящий из серьги и тендерной тяги.

Был разработан проект испытательного стенда для статических испытаний, в виде пространственной модели и схемы нагружения.

По схеме нагружения произвели расчеты, сначала без тендерной тяги, а потом с установленной тягой на разработанном узле навески.

Расчет без тендерной тяги:

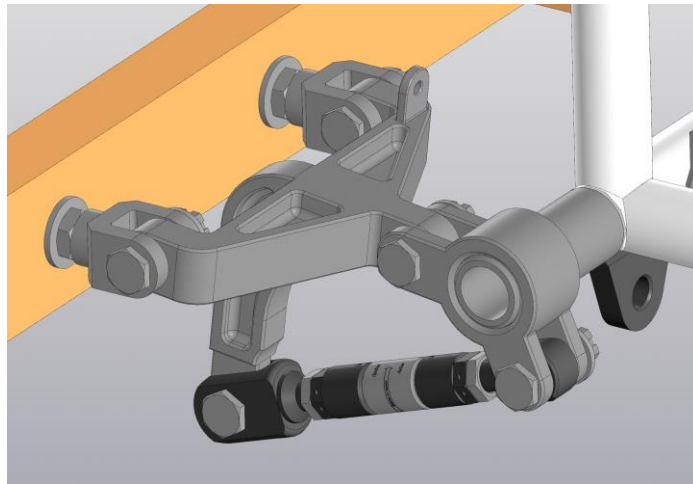


Рис.2 Узел крепления

Данный проведенный расчет подтверждает, что все вертикальные усилия приходятся на верхние узлы навески и распределяются не равномерно $R_a=660\text{Н}$, $R_c=340\text{Н}$, а горизонтальные составляющие приходятся как на верхний так и на нижний узлы равномерно.

Расчет с установленной тягой (в точке В):

При установленной и сжатой тяге пятно контакта, изображенного на виде В, начинает смещаться из левого положения в сторону нижнего, тем самым реакция опоры меняется и появляется нагрузка R_{by} компенсирующая нагрузку в верхнем узле.

Так как в задаче имеется три уравнения и четыре неизвестных она является статически неопределимой, следовательно решение данной задачи будет переведено в практическую плоскость в ходе стендовых испытаний системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Труды ЦАГИ им. Проф. Жуковского, выпуск 1087. Земной резонанс вертолетов, Москва, 1970г.
2. М.М. Ильин, К.С. Колесников, Ю.С. Саратов. Теория колебаний, Москва, 2003 г.
3. В. Аладьев, М. Богдвичюс. Решение математических, статических и инженерно – физических задач, Москва, 2003г.

4. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета на основе ветемпоральных прецедентов / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 5 (66). С. 161–170.
5. Интеллектуальное управление летательным аппаратом в условиях структурной и параметрической неопределенности / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Интеллектуальные системы управления. Под ред. С.Н.Васильева. М.: Машиностроение, 2010. С. 135-141.
6. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2014660919. Модель многорежимной двухдвигательной силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.В. Дементьев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева. Зарег. 20.10.2014. М.: Роспатент, 2014.
7. Повышение эффективности применения летательных аппаратов с использованием сингулярных режимов / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Глобальный научный потенциал: тр. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (23 – 24 июня 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГТУ, 2006. С. 78-79.
8. Проектирование бортовых информационно-управляющих систем с использованием новых информационных технологий / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий: тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 сентября 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГУ, 2006. С. 116-117.
9. Методика повышения эксплуатационных характеристик силовой установки вертолета типа ТВ3-117 / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Теория и практика современной науки: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (26–27 марта 2013, г. Москва). Т. I. М.: Изд-во «Спецкнига», 2013. С. 120-125.
10. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений: тр. II Междунар. конф. (18 - 21 мая, 2014, г. Уфа). Уфа: УГАТУ, 2014. С. 135-143.

© Горбунов Д.Е., 2024

Хуснуллин Р.Ф.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. канд. техн. наук, зав. кафедрой ТПЛА *Бондарев А.В.*

Уфимский университет науки и технологий

Khusnullin R.F.

Ufa University of Science and Technology

СХЕМА МЕМРИСТОРНОЙ ПАМЯТИ НА ОСНОВЕ КРОСС-БАР СТРУКТУРЫ

CIRCUIT OF MEMRISTOR MEMORY BASED ON CROSS-BAR STRUCTURE

Аннотация. В статье рассматриваются структура и принципы работы мемристора, а также приведен анализ, который основан на моделировании пассивной мемристорной памяти типа кроссбар. Мемристоры, как новый элемент электрической цепи, могут быть использованы в различных областях электроники, таких, как компьютерная память (энергонезависимая память), искусственный интеллект (обеспечат более быстрое обучение и меньшее энергопотребление); в области создания эффективных бортовых вычислительных систем.

Annotation. The article discusses the structure and principles of operation of a memristor, and also provides an analysis that is based on modeling a passive memristor memory of the crossbar type. Memristors, as a new element of an electrical circuit, can be used in various fields of electronics, such as computer memory (non-volatile memory), artificial intelligence (will provide faster learning and lower power consumption); in the field of creating efficient on-board computing systems.

Ключевые слова: мемристор, схема, вольтамперная характеристика, память, кроссбар-структура.

Keywords: memristor, circuit, current-voltage characteristic, memory, crossbar structure.

Введение. В 1971 году американский физик Леон Чуа из Калифорнийского университета в Беркли выдвинул гипотезу, согласно которой

должен существовать четвертый базовый элемент электрических схем, который описывал бы взаимосвязь магнитного потока с зарядом. Чуа назвал его мемристором (от англ. memory — память, и англ. resistor — электрическое сопротивление), что связано с одной из характеристик мемристора, так называемым «эффектом памяти», означающим, что свойства этого элемента зависят от приложенного ранее воздействия [1].

Схема наноструктуры мемристора показана на рисунке 1, а. Данная структура относится к мемристорам на основе материалов диоксида титана и оксида гафния. Электроды элемента изготовлены из металлического или другого материала с высокой проводимостью. Структура мемристора основана на тонком слое аморфного диоксида титана. Эквивалентная схема, показанная на рисунке 1, б, соответствует зависящим от состояния сопротивлениям легированного и нелегированного слоев мемристорного элемента.

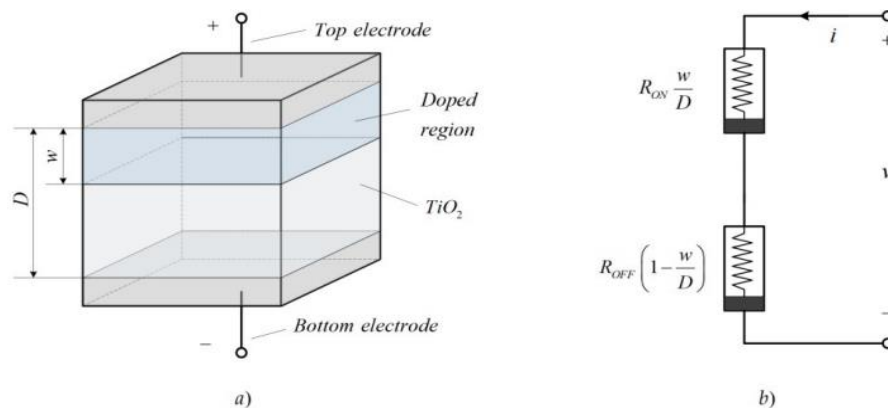


Рисунок 1 – а) Наноструктура мемристора, представляющая металлические контакты (верхний электрод и нижний электрод), легированные и нелегированные слои мемристора; б) Эквивалентная электрическая схема, представляющая сопротивления последовательно соединенных легированных и нелегированных областей.

Верхняя область мемристорного элемента создается путем легирования диоксида титана кислородными вакансиями. Нижний слой рассматриваемого элемента выполнен из чистого диоксида титана. Кислородные вакансии в легированном слое имеют положительный электрический заряд.

Под действием соответствующего электрического поля с высокой напряженностью в наноструктуре мемристора происходит частичное испарение молекул кислорода вблизи вершины электрода, а затем на верхнем слое мемристора образуются кислородные вакансии. Легированный слой имеет низкое сопротивление, а нелегированный наоборот, имеет очень высокое сопротивление. Длина мемристора, обозначаемая D , составляет от 3 нм до 10 нм. Мгновенная длина легированного слоя обозначается w . Она зависит от временного интеграла напряжения, приложенного к мемристорам [6].

Работа мемристора при воздействии электрического поля. Длина w легированного слоя мемристора может быть изменена путем подачи внешних сигналов напряжения. Если к мемристорам приложено положительное напряжение, то анод (верхний электрод) отталкивает кислородные вакансии, и они мигрируют к нижнему электроду (катоде). Длина легированной области увеличивается до того момента, пока кислородные вакансии не достигнут нижнего электрода. Если к мемристорам приложено обратное напряжение, то верхний электрод становится положительно заряженным по отношению к нижнему электроду. Длина легированного слоя уменьшается, так как анод притягивает кислородные вакансии.

Сопротивления описанных слоев мемристора зависят от их мгновенных длин w и $D-w$, соответственно, и от их удельной проводимости. Если граница между слоями достигает нижней границы наноструктуры мемристора, то длина легированной области имеет максимальное значение. В этом состоянии мемристор имеет минимальное сопротивление равное 100 Ом. Такое состояние элемента известно, как полностью закрытое и его соответствующее сопротивление известно, как сопротивление включения (R_{ON}). Если граница между слоями мемристора находится на верхней границе мемристорной наноструктуры, то вся ее область основана на чистом диоксиде титана, а сопротивление мемристора имеет максимальное значение равное 16 кОм. Такое состояние рассматриваемого элемента известно, как полностью открытое

состояние и его максимальное сопротивление, соответствующее этому состоянию, известно, как сопротивление выключения (R_{OFF}) [6].

Существует два способа резистивного переключения памяти путем катионной/анионной миграции или образованием проводящего канала. Эти механизмы переключения называются униполярным или биполярным переключением. Переключение является униполярным, если процедура переключения не зависит от полярности напряжения и тока сигнала. Система переводится из состояния OFF с помощью порогового значения напряжения в состояние ON при ограничении тока и возвращается обратно в состояние OFF при напряжении ниже порогового, но при этом, оно не должно быть отрицательным. Было выявлено, что гораздо больший ток наблюдается при переключении в состояние OFF (см. рис. 2, а). Биполярное переключение из состояния ON переходит при пороговой величине напряжения, а в состояние OFF переходит при противоположной полярности (см. рис. 2, b).

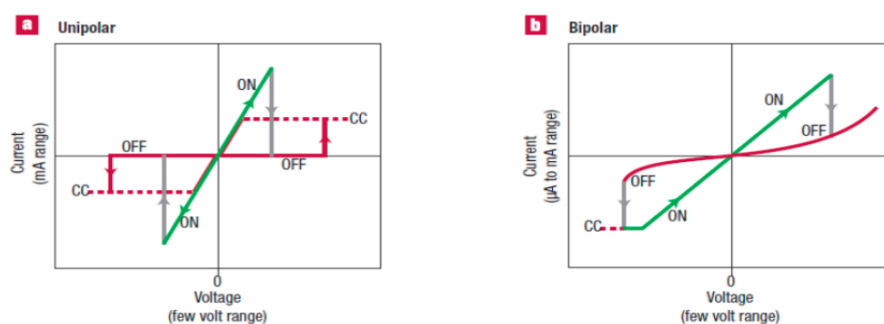


Рисунок 2 – Вольтамперные характеристики мемристора:

а) – униполярное переключение, б) – биполярное переключение.

В основном, сегодняшние устройства компьютерной памяти для хранения информации работают на двух основных принципах:

1) на основе сохранения заряда (долговременная flash-память) или на фиксации уровня падения напряжения на активном элементе памяти (оперативная память на основе триггерных схем) Все это является токовыми

элементами памяти;

2) магнитный, при котором сохраняется остаточная намагниченность сердечника после пропускания тока или той части ферромагнитной поверхности, рядом с которой прошла электрическая катушка головки записи-считывания машинной памяти. Происходит фиксация уровня и направления магнитного потока части поверхности.

Мемристор работает по-другому. Он не хранит заряд, но и магнитных материалов в нем нет, его работа обеспечивается внутренним устройством.

Рассмотрим конструкцию одного такого мемристора, разработанного в лаборатории НР. Он состоит из тонкой 50-нм плёнки, которая включает в себя два слоя – изолирующий диоксид титана и слой, обеднённый кислородом. Плёнка расположена между двумя платиновыми 5-нм электродами. При подаче на электроды напряжения изменяется кристаллическая структура диоксида титана: благодаря диффузии кислорода его электрическое сопротивление увеличивается на несколько порядков (в тысячи раз). При этом после отключения тока изменения в ячейке сохраняются. Смена полярности подаваемого тока переключает состояние ячейки.

На практике мемристор может принимать не только обычные для чипов памяти два положения – 0 или 1, но и любые значения в промежутке от нуля до единицы, так что такой переключатель способен работать как в цифровом (дискретном), так и в аналоговом режимах.

Для наблюдения механизмов переключения при работе была изготовлена специализированная испытательная платформа, состоящая из отожженного в смеси газа H_2 и N_2 (95 % и 5 % соответственно) субстрата монокристалла рутила TiO_2 (для создания обедненного кислородом слоя на поверхности), титана толщиной 5 нм, осажденного на подложку (для увеличения концентрации кислородных вакансий), платиновых контактов толщиной 80 нм. Результат эксперимента показан на рисунке 3.

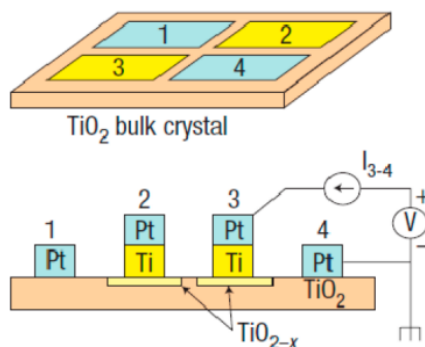


Рисунок 3 – Механизм переключения TiO_2 мемристора.

Исследование показало, что в случае положительного напряжения смещения для контактов 3 и 4, кислородные вакансии мигрировали к барьеру Pt/TiO_2 в конечном счете формируя состояние с низким сопротивлением. Прикладывая положительное напряжение к 4 контакту, кислородные вакансии отталкиваются обратно к титану, вследствие чего восстанавливается состояние высокого сопротивления. Эта анионная миграция известна как биполярное переключение.

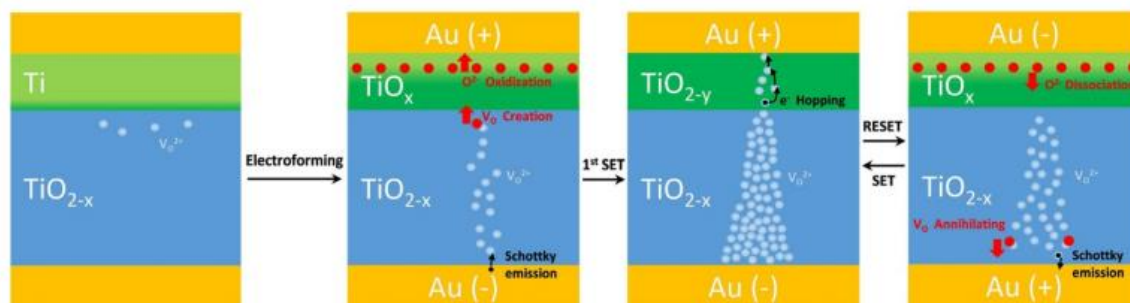


Рисунок 4 – Схематическое изображение процесса электроформирования и механизм последующего биполярного переключения [9].

Анализ схемы пассивной мемристорной памяти на основе кроссбар-структуры. Рассмотрим анализ, приведенный автором в работе [6], который основан на моделировании пассивной мемристорной памяти типа кроссбар.

Целью данного анализа является подтверждение пригодности рассмотренных моделей мемристоров для работы в сложных электронных схемах на основе мемристоров в режимах мягкого и жесткого переключения [6].

В зависимости от параметров подаваемого напряжения и переменной состояния x для процесса функционирования мемристора характерны «мягкие» или «жесткие» переключения. «Жесткое» переключение возникает при моделировании граничных условий. Например, когда величина x достигает любой из границ интервала $[0, 1]$, сопротивление мемристора остается постоянным (R_{ON} или R_{OFF}), пока напряжение не изменит полярность. Параметры подаваемого напряжения, при котором мемристор переходит в состояние «жесткого» переключения, нарушают его нормальное функционирование. Пример их влияния на параметры цепи представлен на графиках вольтамперных характеристик (см. рис. 5) [9].

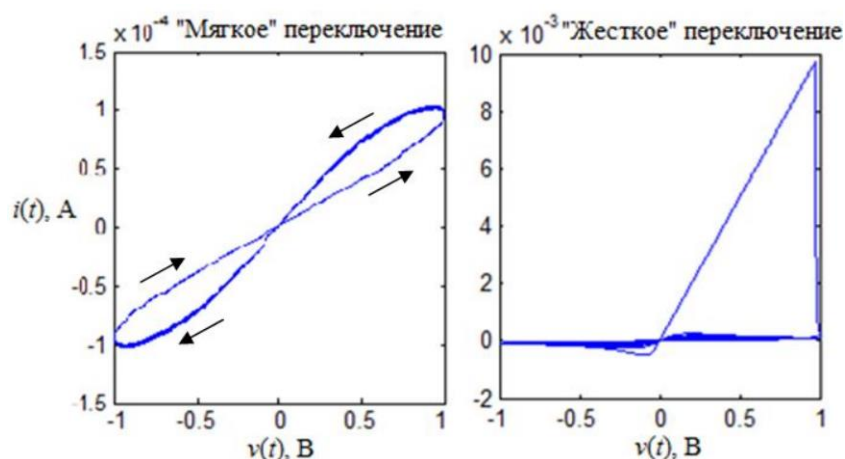


Рисунок 5 – ВАХ мемристора при «мягком» и «жестком» переключении.

Для анализа мемристорных перемишек памяти, применяются модели мемристоров на основе оксида тантала, что обусловлено их большей сложностью и работой ячеек памяти в состоянии, близком к режиму жесткого переключения. Нейронная сеть анализируется с использованием моделей мемристоров из диоксида титана и диоксида гафния благодаря их более простым моделям и более легкому аналитическому выражению временных интервалов, необходимых для изменения мемристора в ранее определенном диапазоне.

Схема пассивной мемристорной памяти на основе кроссбар-структуры представлена на рисунке 6, а. Ее электрическая эквивалентная схема приведена на рисунке 6, б. Реализованная в LTSPICE память на основе мемристоров представлена на рисунке 6, с.

Импульсные сигналы напряжения для записи, чтения и стирания информации в соответствующих ячейках памяти (мемристорах) подаются между соответствующей выбранной строкой слов мемристора и битовой линией. Из-за очень высокого обратного сопротивления мемристоров, направление смещения токов пути проскальзывания не оказывает существенного влияния на нормальное функционирование кроссбар памяти.

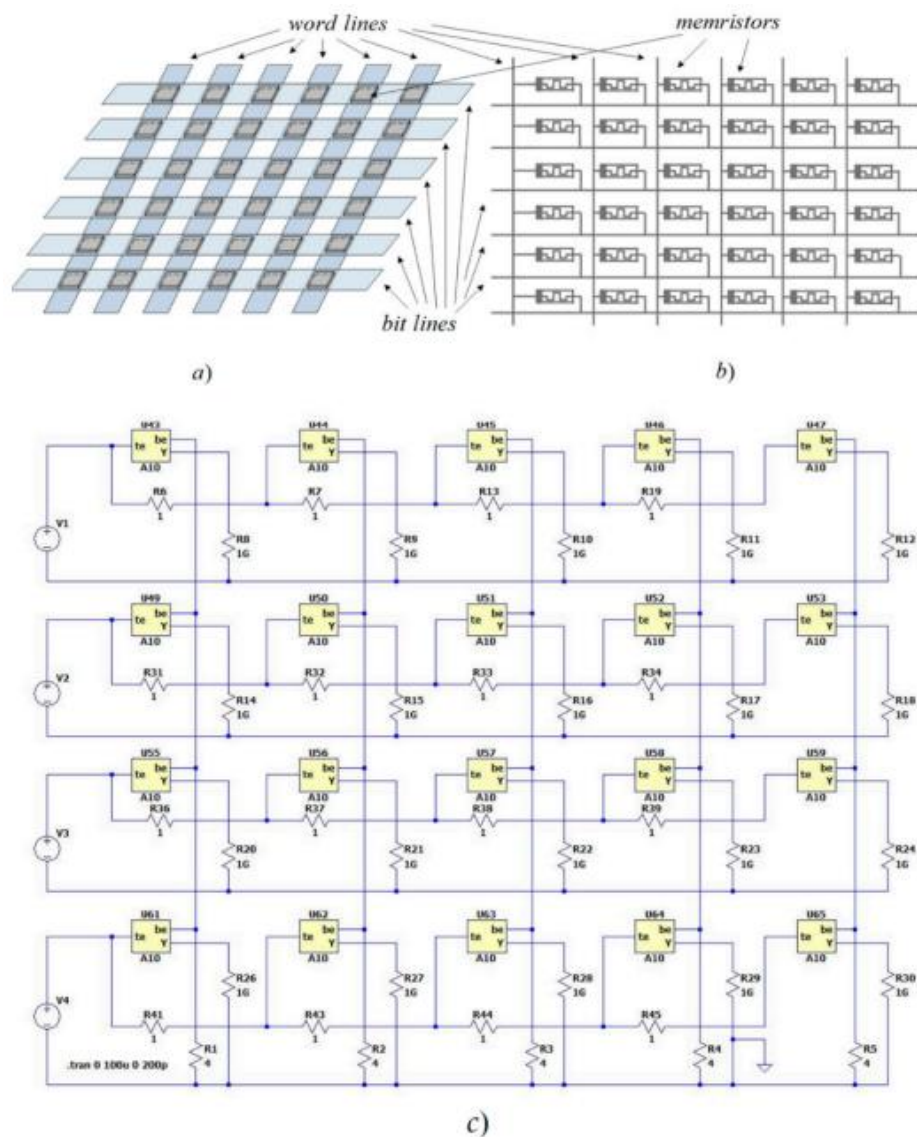


Рисунок 6 – а) Структура пассивной мемристорной памяти на основе кроссбар-структуры; б) заменяющая эквивалентная электрическая схема; в) Схема анализируемой памяти в LTSPICE.

Соответствующие временные диаграммы напряжения мемристора v , переменной состояния x , и зависимости тока от напряжения представлены на рисунке 7.

Эти рисунки приведены для иллюстрации работы мемристора в качестве памяти кроссбар структуры в режиме жесткого переключения. Различные уровни приложенного напряжения связаны с процессами записи, чтения и стирания информации в перемычке мемристорной памяти. Уровень для записи информации составляет 0,55 В, а длительность соответствующего импульса напряжения - 1 мс. Для считывания сохраненной информации необходимо подать положительный импульс с той же длительностью и уровнем 0,05 В. Во время этого импульса считывания состояние мемристора и соответствующее сопротивление не изменяется, поэтому информация не изменяется. Для стирания сохраненной информации подается отрицательный импульс напряжения уровнем -0,55 В. Благодаря приложенному отрицательному импульсу, состояние мемристора возвращается к исходному значению. В соответствии с изменением переменной состояния мемристор работает в состоянии, близком к режиму жесткого переключения [2-6].

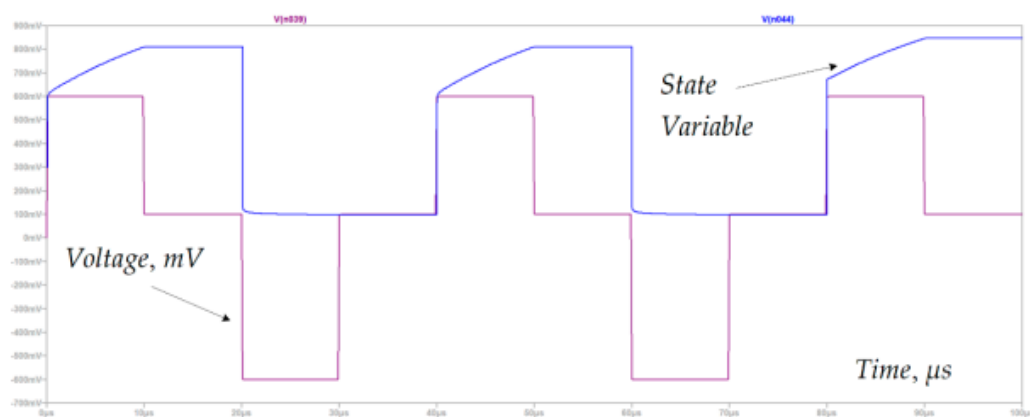


Рисунок 7 – Временные диаграммы напряжения и переменной состояния мемристора, полученные в процессе записи, чтения и стирания информации в мемристорной памяти.

Обсуждение полученных результатов. Мемристоры могут быть использованы для создания различных типов памяти, таких как:

- энергонезависимая память – это тип памяти, который сохраняет информацию, даже когда питание выключено. Он может использоваться в

качестве замены NAND-флэш-памяти и гарантирует более высокую скорость записи и доступа к данным.

- Резистивная память (ReRAM) – это тип памяти, который использует мемристоры в качестве элементов памяти. Он имеет более высокую скорость записи и доступа к данным, чем NAND-флэш-память, и может обеспечивать более высокие объемы хранения данных.

- Нейроморфная память – это тип памяти, который использует идеи, вдохновленные функционированием мозга. Он может быть использован для создания платформ для машинного обучения и искусственного интеллекта [10-12].

Заключение. В свете современных тенденций, развитие и исследование мемристоров является довольно перспективным направлением, так как они могут стать основой для новых поколений электроники и вычислительной техники, которые будут функционировать более эффективно и быстро; компактных устройств для медицины и авиационной промышленности; создания систем искусственного интеллекта, нейронных сетей и обработки больших объемов данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alex James // Memristors and memristive neural networks // Intechopen [Электронный ресурс] // URL: <https://www.intechopen.com/books/5973>
2. Bondarev A.V., Efanov V.N. Dynamic mode of the mathematical model of an electric multipole with memresistive branches in conditions of interval uncertainty// В сборнике: II International scientific and practical conference "Actual problems of the energy complex: mining, production, transmission, processing and environmental protection" 16-17 April 2020, Moscow, Russian Federation. London, 2020. С. 012013.
3. Bondarev V.A., Efanov V.N. Investigation of the robustness of nanoelectronic structures based on resonant tunneling elements// В сборнике: International Seminar

on Electron Devices Design and Production, SED 2021 - Proceedings. 2021. C. 9444533.

4. Dmitri B. Strukov, Gregory S. Snider, Duncan R. Stewart, R. Stanley Williams // The missing memristor found // ResearchGate [Электронный ресурс] // URL:

https://www.researchgate.net/publication/5400588_The_Missing_Memristor_Found

5. Memristor // Nanowerk [Электронный ресурс] // URL: <https://www.nanowerk.com/memristor.php> (дата обращения: 01.05.23)

6. Mladenov V. A. // A Unified and Open LTSPICE Memristor Model // ResearchGate [Электронный ресурс] // URL: https://www.researchgate.net/publication/352956375_A_Unified_and_Open_LTSPICE_Memristor_Model_Library.

7. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Анализ динамических процессов в наноэлектронных структурах на базе мемрезистивных элементов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. Т. 23. № 2 (100). С. 91-97.

8. Бондарев А.В., Ефанов В.Н. Принципы формирования математической модели наноэлектронных компонентов квантовых вычислительных комплексов с мемрезистивными ветвями // Системы управления и информационные технологии. 2020. № 1 (79). С. 4-10.

9. Дорошева И.Б., Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина // Мемристивный эффект в сэндвич-структуре металл/полупроводник/металл на основе анодированного диоксида титана [Электронный ресурс] // URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/43865/1/m_th_i.b.dorosheva_2016.pdf(дата обращения: 24.05.23);

10. Ильясов А.И. и др. Массивы нанокompозитных кроссбар-мемристоров для реализации формальных и импульсных нейроморфных систем// Российские нанотехнологии, 2022, том 17, № 1, с. 89–97.

11. Мемристоры – новый тип элементов резистивной памяти для наноэлектроники // Электроника НТБ [Электронный ресурс] // URL:

<https://www.electronics.ru/journal/article/4756>

12. Островский В.Ю., Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова // Автоматизация исследовательского проектирования цепей с мемристивными элементами [Электронный ресурс] // URL: https://etu.ru/assets/files/nauka/dissertacii/2022/ostrovskij/avtoreferat_ostrovskij.pdf.

© Хуснуллин Р.Ф., 2024

УДК 006.915

Хуснуллин Р.Ф.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. канд. техн. наук, зав. кафедрой ТПЛА *Бондарев А.В.*

Khusnullin R. F.

Ufa University of Science and Technology

ИСТОРИЯ МЕТРОЛОГИИ В РОССИИ С ИНДУСТРИАЛЬНОГО ВЕКА ДО НОВЕЙШЕГО ВРЕМЕНИ

HISTORY OF METROLOGY IN RUSSIA FROM THE INDUSTRIAL AGE TO MODERN TIMES

Аннотация: В данной статье рассматривается история развития метрологии в машиностроении в России с начала индустриальной эпохи до современности. Она описывает путь от примитивных методов измерения, используемых в древние времена, до создания систем стандартов и эталонов в России. В статье рассматриваются этапы развития метрологии, такие как индустриальный период 19 века, советский период 20 века, постсоветский период с 1991 года и современность.

Abstract: This article deals with the history of the development of metrology in mechanical engineering in Russia from the industrial era to the present. It describes the path from primitive measurement methods used in ancient times to the creation of systems of standards and standards in Russia. The article discusses the stages of development of metrology, such as the industrial period

of the 19th century, the Soviet period of the 20th century, the post-Soviet period since 1991 and modern times.

Ключевые слова: метрология, машиностроение, история, стандартизация, Россия, индустриальный период, советский период, постсоветский период, современность, эталоны, качество производства, цифровизация.

Keywords: metrology, mechanical engineering, history, standardization, Russia, industrial period, Soviet period, post-Soviet period, modernity, standards, production quality, digitalization.

Введение: С древнейших времен людям приходилось взвешивать товары для обмена, измерять различные величины при строительстве, определять путь до того или иного объекта, считать время различными способами, а также определять другие величины. Например, на Руси люди использовали доступные системы счета, однако они были довольно грубы, и они различались от места к месту.

Условно историю развития метрологии в России можно разделить на пять этапов в истории:

- Доиндустриальный период (до 18 века)
- Индустриальную (18 – начало 20 века);
- Советский период (20 век);
- Постсоветский период (с 1991 г.);
- Современность (наши дни).

Индустриальные системы измерения: несмотря на то, что правительство на Российской империи утвердило законом системы измерения, однако они все ещё не блистали точностью. От местности к местности, от предприятия к предприятию системы измерения могли различаться. Например, длину могли мерить аршином, саженью, а расстояния – в верстах.

Первые шаги к стандартизации были предприняты Петром I в 1715 году, в котором он указал перечень стандартов измерения. Были созданы эталоны аршинов, которые содержались в Таможенных комитетах.

У Российской империи был свой стандарт, ровно также как у других стран свой собственный, что серьёзно мешало обмену товарами производства между ними.

В 19 веке, во время активного развития машиностроения, в Российской империи были созданы государственные стандарты и метрологические институты. Страны активно сотрудничали между собой в области стандартизации измерений.

Советский период: С приходом Советской власти метрология и стандартизация стали одной из важных частей индустриальной политики страны. Именно в этот период утверждается Декретом большевиков в 1918 году колоссальная работа основоположника метрологии – Дмитрия Ивановича Менделеева, которая была создана еще в 1845 году, во времена Российской империи, и называлась она: «Государственная служба мер и весов Российской Империи». Благодаря ему Россия подписала Метрическую конвенцию, которая была интегрирована только с 1918 года. Во времена Советского Союза также произошло одна из грандиозных реформ в области метрологии – в 1925 году была проведена Метрическая реформа. Эта реформа серьезно облегчило взаимодействие между странами, а также повысили качество выпускаемой продукции. Были утверждены копии эталонов в органах и на предприятиях по всему Советскому Союзу.

Постсоветский период: в период развала Советского Союза и перехода к рыночной экономике Российская Федерация присоединилась к международным организациям по стандартизации и метрологии, таким как Международная организация по стандартизации (ISO) и Международная организация по метрологии (OIML).

Современность: в настоящее время в России продолжается, активное развитие метрологии, и стандартизации в машиностроении. Внедрение новых технологий, таких как цифровизация, использование интернета, вносит изменения в методы и подходы к метрологическим измерениям и контролю качества.

Заключение: Метрология как наука развивалась рука об руку с человеческой цивилизацией. От первых орудий труда и примитивных методов измерения мы прошли долгий путь до метрической системы, благодаря совместным усилиям всего мира, однако несмотря на уже установленный единый стандарт, новые технологии приносят новшества в эту область науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Джонсон Б.Г., Мендел Р. Введение в метрологию. – М.: Стандарты и качество, 2004.
2. Фролов А. А. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Высшая школа, 2002.
3. Гельфгат Е. Г., Грушко А. В. Основы метрологии. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.

© Хуснуллин Р.Ф., 2024

УДК 519.71

Кильмаков Д.К.

Уфимский университет науки и технологий филиал в г. Кумертау, отделение СПО «Авиационный технический колледж»

Науч. рук. доцент Зайцева А.А.

Kilmakov D.K.

Ufa University of Science and Technology branch in Kumertau, department of SVE «Aviation Technical College»

**ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДОВ СИНТЕЗА
НА ПРИМЕРЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ
РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ
ВЕРТОЛЕТА КА-226Т**

**ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF DEVELOPED SYNTHESIS
METHODS ON THE EXAMPLE OF AN INTEGRATED SYSTEM FOR
SYNCHRONIZATION OF OPERATING MODES OF ENGINES OF THE
POWER PLANT OF THE KA-226T HELICOPTER**

Аннотация: В данной работе рассматриваются вопросы оценки эффективности предложенных методов синтеза интегрированной системы управления силовой установкой вертолета с использованием программного модуля «Модель интегрированной многодвигательной силовой установки вертолета», который позволяет автоматизировать основные процедуры, связанные с исследованием динамических характеристик такого рода систем. В связи с этим рассматривается задача выбора программной среды, в рамках которой можно реализовать весь комплекс вычислительных процедур с учетом требований к мобильности, интероперабельности, масштабируемости, а также других требований, которые предъявляются к современным программным системам.

Abstract: This paper discusses the issues of assessing the effectiveness of the proposed methods for synthesizing an integrated helicopter power plant control system using the software module “Model of an Integrated Multi-Engine Helicopter Power Plant”, which allows you to automate the main

procedures associated with the study of the dynamic characteristics of such systems. In this regard, the problem of choosing a software environment is considered, within which it is possible to implement the entire complex of computing procedures, taking into account the requirements for mobility, interoperability, scalability, as well as other requirements that apply to modern software systems.

Ключевые слова: эффективность, синтез, интегрированная система, режим работы, двигатель, вертолёт.

Key words: efficiency, synthesis, integrated system, operating mode, engine, helicopter.

В результате проведенного анализа была выбрана система программирования Delphi7 в версии EmbarcaderoRadStudio 2010.

Структура программного комплекса включает два уровня:

- модуль «Ввод исходных данных»;
- модуль «Синтез интегрированной САУ СУ вертолета».

Диалоговые окна основных модулей программы показаны на рис. 1.

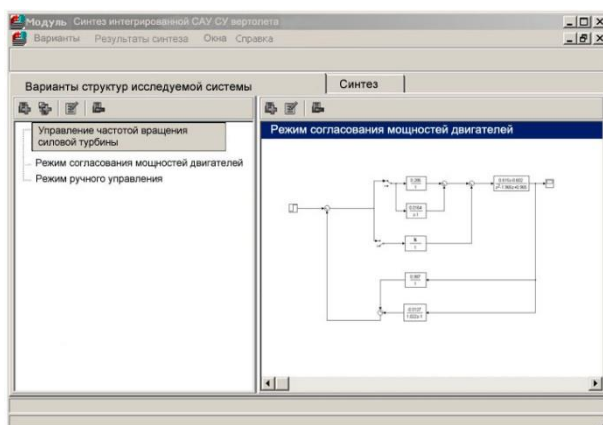


Рис. 1. Экранные формы модулей «Ввод исходных данных» и «Синтез интегрированной САУ СУ вертолета»

Экранная форма первого модуля представляет собой систему следующих закладок: «Варианты», «Нечеткие моменты», «Параметры объекта». Кроме того, главное меню каждого из модулей содержит обязательные пункты «Окна» и «Справка».

Закладка «Варианты» предназначена для редактирования вариантов структур исследуемой системы. С помощью выпадающего списка выбирается

тип исследуемой системы, с которой работает программный комплекс. Редактирование осуществляется с помощью кнопки добавления варианта, кнопки добавления типового звена, кнопки редактирования варианта, кнопки удаления варианта.

Закладка «Нечеткие моменты» используется для ввода исходных данных о нечетких моментах времени переключения системы управления на ручной режим управления и обратного переключения на автоматический режим. Закладка «Параметры объекта» обеспечивает ввод параметров заданной части системы для выбранного режима работы силовой установки. Учитывая условия параметрической неопределенности, в которых осуществляется функционирование системы управления силовой установкой вертолета, в программе предусмотрена возможность случайного разброса введенных параметров.

Модуль «Синтез интегрированной САУ СУ вертолета» является головным модулем программы, реализующим основные процедуры синтеза системы синхронизации режимов работы двигателей вертолета по комплексу параметров и многорежимной системы управления каждым из двигателей. Главное окно этого модуля включает две закладки: «Варианты» и «Результаты синтеза».

Закладка «Варианты» задает вариант структурной схемы исследуемой системы, который запускает соответствующую процедуру синтеза. Выбор варианта осуществляется с помощью выпадающего списка. Запуск процедуры расчета параметров производится с помощью кнопки «Синтез». При этом в правой части диалогового окна выводится структурная схема синтезированной системы.

Закладка «Результаты синтеза» запускает механизм моделирования синтезированной системы управления. В ее состав входят две подзакладки: «Результаты синтеза» и «Результаты моделирования». Подзакладка «Результаты синтеза» позволяет загружать структуру и параметры систем, синтезированных в данном модуле. С помощью подзакладки «Результаты моделирования» на

экран выводятся данные, полученные в ходе моделирования синтезированных систем.

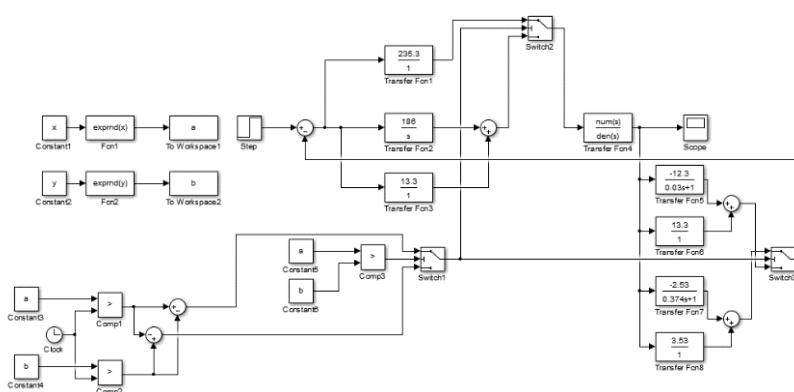
Результаты работы программного комплекса показаны на рис. 2 и 3. На рис. 2 показаны переходные процессы на выходах системы управления силовой установкой вертолета при подаче задающих воздействий последовательно на входы подсистем управления первым и вторым двигателем.

Рис. 2. Переходные функции системы синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета Ка-226Т:

а) при подаче задающего воздействия на вход подсистемы управления первым двигателем, б) вторым двигателем

Результаты моделирования синтезированной системы свидетельствуют о том, что предложенный метод синхронизации двигателей в составе силовой установки по предложенному комплексу параметров обеспечивает устойчивость и высокое качество динамических процессов.

На рис. 3 представлены результаты исследования многорежимной системы управления двигателем вертолета с учетом случайного изменения структуры управляющей части: модель многорежимной системы и нечеткое ожидание выходной переменной этой системы.



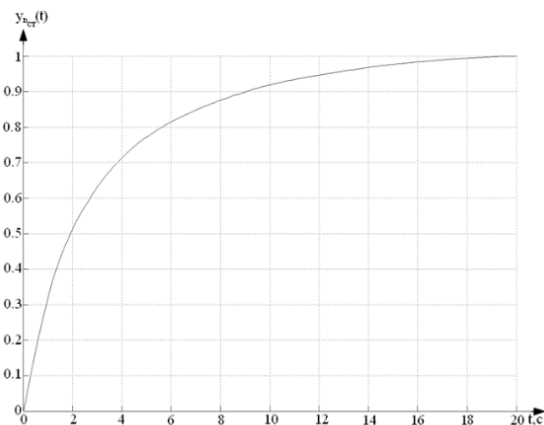


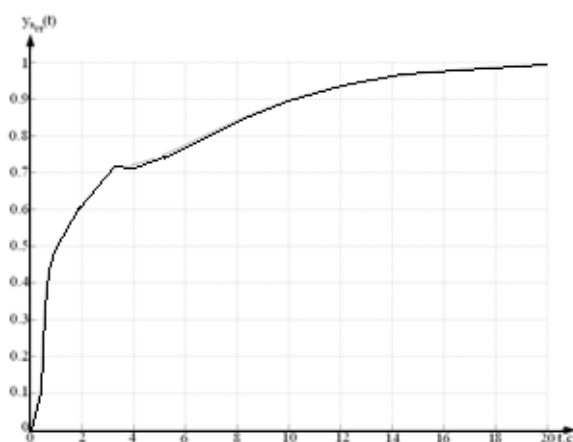
Рис. 3. Результаты исследования многорежимной системы управления двигателем вертолета

Многорежимная модель управления включает модель системы управления двигателем вертолета в автоматическом и ручном режиме, а также модель, имитирующую процесс переключения с режима автоматического режима управления на ручной и обратно в случайные моменты времени.

Для оценки характера поведения используемой обобщенной характеристики синтезированной системы в работе был проведен статистический эксперимент, предусматривающий сто реализаций случайного процесса изменения режимов работы двигателя вертолета.

На рис. 4 показаны две характерные реализации переходных функций многорежимной системы управления.

а)



б)

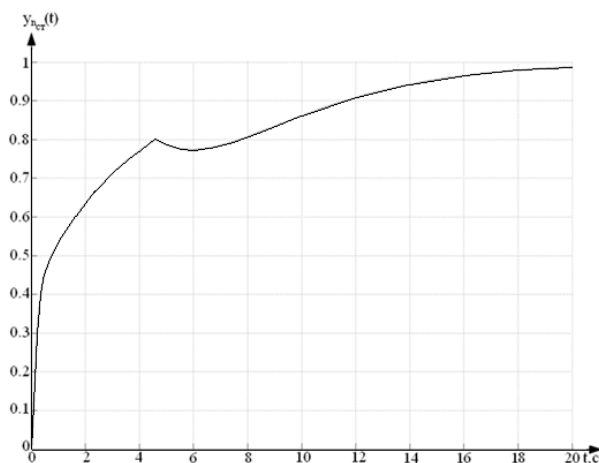


Рис. 4. Переходные функции многорежимной системы управления для моментов переключения структуры:

а) $t_1=0.4123$ и $t_2=3.36$ б) $t_1=0.05672$ и $t_2=4.581$

Анализ результатов моделирования свидетельствует о том, что обеспечение аperiodического характера изменения нечеткого ожидания управляемой переменной гарантирует не только желаемый вид переходных процессов на автоматическом и ручном режимах работы, но и обеспечивает согласование процессов при переходе на очередной режим работы системы.

Проведена оценка эффективности разработанных методов синтеза на примере интегрированной системы синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета Ка-226Т с использованием программного модуля «Модель многорежимной двухдвигательной силовой установки вертолета».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синтез системы синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Авиакосмическое приборостроение, № 11, 2012. С. 3-9.
2. Интегрированная система управления многорежимной силовой установкой вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Вестник УГАТУ: научный журнал УГАТУ. Т. 16, № 6 (51). 2012. С. 37–43.

3. Алгоритм совмещенного управления силовой установкой вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Мехатроника, автоматизация, управление, № 8, 2013. Стр. 59 – 64.
4. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета на основе темпоральных прецедентов / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 5 (66). С. 161–170.
5. Интегрированная система синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Изв. вузов. Авиационная техника, № 2. 2015. С. 24-32. Коллективная монография и объект интеллектуальной собственности
6. Интеллектуальное управление летательным аппаратом в условиях структурной и параметрической неопределенности / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Интеллектуальные системы управления. Под ред. С.Н. Васильева. М.: Машиностроение, 2010. С. 135-141.
7. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2014660919. Модель многорежимной двухдвигательной силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.В. Дементьев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева. Зарег. 20.10.2014. М.: Роспатент, 2014. В трудах всероссийских и международных конференций
8. Повышение эффективности применения летательных аппаратов с использованием сингулярных режимов / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Глобальный научный потенциал: тр. 2-й междунар. науч.-практ. конф. (23 – 24 июня 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГТУ, 2006. С. 78-79.
9. Проектирование бортовых информационно-управляющих систем с использованием новых информационных технологий / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий: тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 сентября 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГУ, 2006. С. 116-117.

10. Методика повышения эксплуатационных характеристик силовой установки вертолета типа ТВ3-117 / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Теория и практика современной науки: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (26–27 марта 2013, г. Москва). Т. I, М.: Изд-во «Спецкнига», 2013. С. 120-125.
11. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений: тр. II Междунар. конф. (18 - 21 мая, 2014, г. Уфа). Уфа: УГАТУ, 2014. С. 135-143.
12. Программный комплекс исследования интегрированной многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Международный научно-исследовательский журнал: сборник по результатам International Research Journal Conference XXXVII. Екатеринбург: МНИЖ. 2015. № 3 (34), Часть 1. С. 60 - 64.
13. Система синхронизации режимов многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Перспективные направления развития современной науки: сб. научн. работ III Междунар. научной конф. Евразийского Научного Объединения (г. Москва, март 2015). М.: ЕНО, 2015. С. 13-17.

© Кильмаков Д.К., 2024

УДК 519.71

Кильмаков Д.К.

Уфимский университет науки и технологий филиал в г. Кумертау, отделение
СПО «Авиационный технический колледж»

Науч. рук. доцент *Зайцева А.А.*

Kilmakov D.K.

Ufa University of Science and Technology branch in Kumertau, department of SVE
«Aviation Technical College»

**СИНТЕЗ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ ВЕРТОЛЕТА
В УСЛОВИЯХ СТРУКТУРНОЙ И ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

**SYNTHESIS OF A HELICOPTER ENGINE CONTROL ALGORITHM
UNDER CONDITIONS OF STRUCTURAL AND PARAMETRIC
UNCERTAINTY**

Аннотация: В данной работе рассматривается задача синтеза алгоритма управления двигателями вертолета в условиях структурной и параметрической неопределенности, возникающей при переходе на ручной режим управления и при последующем возврате на исходный автоматический режим. Необходимость перехода на ручной режим связана с тем, что в процессе эксплуатации двигателя могут возникнуть условия, требующие ограничения величины частоты вращения турбокомпрессора с целью защиты главного редуктора от превышения крутящего момента или двигателя от перегрева

Abstract: This paper examines the problem of synthesizing a helicopter engine control algorithm under conditions of structural and parametric uncertainty that arises when switching to manual control mode and subsequent return to the original automatic mode. The need to switch to manual mode is due to the fact that during engine operation conditions may arise that require limiting the turbocharger rotation speed in order to protect the main gearbox from excess torque or the engine from overheating.

Ключевые слова: синтез, алгоритм управления, двигатель, вертолёт, структурная неопределенность, параметрическая неопределенность.

Key words: synthesis, control algorithm, engine, helicopter, structural uncertainty, parametric uncertainty.

Регулирование в ручном режиме продолжается до полного устранения причины, вызвавшей необходимость перехода на ручной режим, после чего осуществляется обратное переключение на автоматическое регулирование частоты вращения силовой турбины. При этом многорежимная система управления двигателем должна обеспечивать устойчивость и качество управления при разнообразных переходах с одного режима на другой, чтобы устранить несогласованность состояний процесса управления в моменты переключения. В связи с этим возникает необходимость описать поведение всего ансамбля выходных реакций системы для множества ее возможных состояний с помощью некоторой обобщенной характеристики. Решение этой задачи усложняется тем, что в реальных условиях существует дефицит достоверной информации об условиях и ожидаемых моментах переключения, а также о возможных длительностях каждого из режимов. В качестве подобной характеристики в работе предлагается использовать нечеткое ожидание выходных реакций системы $y(t)$

$$E(y(t)) = \sum_{k=0}^2 \bar{y}_{l(k)}(t) = \sum_{k=0}^2 \int_{\theta_k} y(t, \tau_{l(k)}) f_k(\tau) d\tau. \quad (1)$$

Здесь $\bar{y}_{l(k)}(t)$ – частные нечеткие ожидания, соответствующие следующим режимам: $k = 0$ – исходный автоматический режим, $k = 1$ – режим ручного управления, $k = 2$ – возвращение к исходному автоматическому режиму; θ_k – временная область, соответствующая каждому режиму; $f_k(\tau)$ – функция принадлежности системы к соответствующему режиму; $y(t, \tau_{l(k)})$ – выходная реакция системы в этом же режиме.

Аналитическое описание функций принадлежности $f_k(\tau)$ находится в рамках их вероятностной трактовки с использованием формализма Джейнса,

согласно которому наиболее непредвзятыми характеристиками нечетких множеств являются экстремали функционалов размытости.

В качестве критерия синтеза многорежимной системы управления двигателем вертолета предлагается использовать условие нечеткой стабилизируемости

$$|E\{y(k)\}| \leq b|E\{y(t_0)\}| \exp[-a(t-t_0)] + ch(1 - \exp[-a(t-t_0)]), \quad (2)$$

для всех t_0 и $t \geq t_0$, где $a > 0, b > 0, c > 0$, – заданные постоянные.

Требование нечеткой стабилизируемости (2) накладывает ограничения на корни характеристического полинома нечеткого ожидания. С этой целью в работе получены аналитические выражения для отдельных слагаемых изображения по Лапласу $L\{E\{y(t)\}\}$ применительно к каждому из перечисленных режимов:

$k = 0$ – исходный автоматический режим; временная область, соответствующая этому режиму $\theta_0: \{0 \leq t \leq \tau_1\}$, функция принадлежности: $f_0(\tau_1) = \lambda e^{-\lambda \tau_1}$; $y(t, \tau_{l(0)}) = y_0(t)$ – выходная реакция в исходном автоматическом режиме, удовлетворяющая дифференциальному уравнению вида $P_0(D)y_0(t) = Q_0(D)x(t)$:

$$\bar{y}_{l(0)}(t) = \int_t^{\infty} y_0(t) \lambda e^{-\lambda \tau_1} d\tau_1 = y_0(t) e^{-\lambda t}.$$

Отсюда

$$L\{\bar{y}_{l(0)}(t)\} = L\{y_0(t) e^{-\lambda t}\} = Y_0(s + \lambda) = \frac{Q_0(s + \lambda)}{P_0(s + \lambda)} \cdot X(s + \lambda). \quad (3)$$

$k = 1$ – режим ручного управления; временная область, соответствующая этому режиму: $\theta_1: \{0 \leq \tau_1 \leq t \leq \tau_2\}$, функция принадлежности: $f_1(\tau) = \mu e^{-\mu(\tau_2 - \tau)}$; $y(t, \tau_{l(1)}) = y(t, \tau_1)$, где $y(t, \tau_1)$ удовлетворяет уравнению $P_1(D)y(t, \tau_1) = Q_1(D)x(t)$:

$$\bar{y}_{l(1)}(t) = \int_t^{\infty} \mu e^{-\mu(\tau_2 - \tau_1)} \cdot \int_0^t y(t, \tau_1) \lambda e^{-\lambda \tau_1} d\tau_1 d\tau_2 = \lambda e^{-\mu t} \int_0^t y(t, \tau_1) e^{-\gamma \tau_1} d\tau_1.$$

Отсюда

$$L\left\{\overline{y}_{l(1)}(t)\right\} = \frac{\lambda}{\gamma} [Y_1(s+\mu) - Y_1(s+\lambda)] + \frac{\lambda}{\gamma} [Y_0(s+\lambda) - Y_1(s+\lambda)] \frac{P_1(s+\lambda)}{P_1(s+\mu)}. \quad (4)$$

$k = 2$ – возвращение к исходному автоматическому режиму; временная область, соответствующая этому режиму: $\theta_2: \{0 \leq \tau_1 \leq \tau_2 \leq t\}$, функция принадлежности: $f_2(\tau) = \lambda e^{-\lambda\tau_1} \mu e^{-\mu(\tau_2-\tau_1)} \lambda e^{-\lambda(\tau_3-\tau_2)}$; $y(t, \tau_{l(2)}) = y(t, \tau_1, \tau_2)$, где $y(t, \tau_1, \tau_2)$ является решением уравнения $P_0(D)y(t, \tau_1, \tau_2) = Q_0(D)x(t)$:

$$\overline{y}_{l(2)}(t) = \int_0^t \int_0^{\tau_2} \int_0^{\tau_1} y(t, \tau_1, \tau_2) f_3(\tau) d\tau_1 d\tau_2 d\tau_3 = \lambda \mu e^{-\lambda t} \int_0^t \int_0^{\tau_2} y(t, \tau_1, \tau_2) e^{-\gamma(\tau_1-\tau_2)} d\tau_1 d\tau_2.$$

Отсюда

$$L\left\{\overline{y}_{l(2)}(t)\right\} = \left[\frac{\lambda \mu [Y_1(s+\mu) - Y_0(s+\lambda)] P_1(s+\mu) + [Y_0(s+\lambda) - Y_1(s+\lambda)] P_1(s+\lambda)}{\gamma P_0(s+\lambda) P_1(s+\mu)} + \right. \\ \left. + \frac{-\lambda \mu y_0(s+\mu)}{\gamma P_0(s+\lambda)} \right] \times \frac{1}{\gamma} [P_0(s+\lambda) - P_0(s+\mu)] + \frac{\lambda \mu}{\gamma} \cdot \frac{y_0(s+\lambda)}{P_0(s+\lambda)} \times P_0'(s+\lambda) + \\ + \frac{\lambda \mu}{\gamma^2} \left(Y_0(s+\mu) - Y_0(s+\lambda) - \gamma \frac{d}{ds} Y_0(s+\lambda) \right). \quad (5)$$

Искомый характеристический полином для нечеткого ожидания выходной реакции синтезируемой системы является общим знаменателем полученных выражений (3), (4) и (5)

$$P(s) = P_0^2(s+\lambda) P_0(s+\mu) P_1(s+\lambda) P_1(s+\mu). \quad (6)$$

Приближение полинома $P(s)$ к полиному $P^*(s)$ с желаемым распределением корней завершает процедуру синтеза.

Поскольку описанные структурные изменения происходят в неизвестных заранее условиях полета, то наряду со структурными возмущениями в многорежимной системе управления двигателем вертолета возникают и параметрические возмущения. Для формализации параметрической неопределенности в работе предлагается использовать нечетко заданные неопределенные параметры $\delta_r (r = \overline{1, s})$, значения которых лежат в некоторых интервалах $[\delta_r^I; \delta_r^{II}]$. В этом случае речь идет о системах с неопределенными структурными и параметрическими возмущениями. Исследования,

проведенные в работе, показали, что изображение нечеткого ожидания выходной реакции системы приобретает в этом случае трансцендентный вид

$$E_r(z) = V_r^I(z) + \frac{V_r^{II}(z)}{\delta_r^{II} - \delta_r^I} \frac{1}{G_0^r(z)} \ln \left[\frac{G_0^r(z) \delta_r^{II} + G_0(z)}{G_0^r(z) \delta_r^I + G_0(z)} \right], \quad (7)$$

где $V_r^I(z), V_r^{II}(z)$ - дробно-рациональные, а $G_0(z), G_0^r(z)$ - полиномиальные составляющие изображения.

В работе получены условия, позволяющие распространить требование нечеткой стабилизируемости (2) на системы, функционирующие в условиях структурной и параметрической неопределенности. Эти условия сформулированы в виде следующего утверждения.

Для обеспечения желаемого вида нечеткого ожидания выходных реакций исследуемой системы достаточно потребовать выполнения следующих условий:

$$G_0^r(z)/G_0(z) = const, \quad r = \overline{1, s}; \quad G_0(z) = G_0^*(z), \quad (8)$$

где $G_0^*(z)$ - полином с заданным распределением корней.

При выполнении условий (8) изображение нечеткого ожидания приобретает дробно-рациональный вид с желаемым распределением полюсов, что обеспечивает выполнение требования нечеткой стабилизируемости.

Разработан метод синтеза многорежимной системы управления каждым из двигателей силовой установки вертолета на основе принципа нечеткой стабилизации в условиях структурной и параметрической неопределенности, обеспечивающий желаемое поведение всего ансамбля управляемых переменных при переходе на ручной режим управления с последующим возвратом на исходный автоматический режим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синтез системы синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Авиакосмическое приборостроение, № 11, 2012. С. 3-9.

2. Интегрированная система управления многорежимной силовой установкой вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Вестник УГАТУ: научный журнал УГАТУ. Т. 16, № 6 (51). 2012. С. 37–43.
3. Алгоритм совмещенного управления силовой установкой вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Мехатроника, автоматизация, управление, №8, 2013. Стр. 59 – 64.
4. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета на основе темпоральных прецедентов / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 5 (66). С. 161–170.
5. Интегрированная система синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Изв. вузов. Авиационная техника, № 2. 2015. С. 24-32. Коллективная монография и объект интеллектуальной собственности
6. Интеллектуальное управление летательным аппаратом в условиях структурной и параметрической неопределенности / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Интеллектуальные системы управления. Под ред. С.Н. Васильева. М.: Машиностроение, 2010. С. 135-141.
7. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2014660919. Модель многорежимной двухдвигательной силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.В. Дементьев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева. Зарег. 20.10.2014. М.: Роспатент, 2014. В трудах всероссийских и международных конференций
8. Повышение эффективности применения летательных аппаратов с использованием сингулярных режимов / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Глобальный научный потенциал: тр. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (23 – 24 июня 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГТУ, 2006. С. 78-79.
9. Проектирование бортовых информационно-управляющих систем с использованием новых информационных технологий / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий: тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 сентября 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГУ, 2006. С. 116-117.

10. Методика повышения эксплуатационных характеристик силовой установки вертолета типа ТВ3-117 / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Теория и практика современной науки: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (26–27 марта 2013, г. Москва). Т. I. М.: Изд-во «Спецкнига», 2013. С. 120-125.
11. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений: тр. II Междунар. конф. (18 - 21 мая, 2014, г. Уфа). Уфа: УГАТУ, 2014. С. 135-143.
12. Программный комплекс исследования интегрированной многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Международный научно-исследовательский журнал: сборник по результатам International Research Journal Conference XXXVII. Екатеринбург: МНИЖ. 2015. № 3 (34), Часть 1. С. 60 - 64.
13. Система синхронизации режимов многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Перспективные направления развития современной науки: Сб. научн. работ III Междунар. научной конф. Евразийского Научного Объединения (г. Москва, март 2015). М.: ЕНО, 2015. С. 13-17.

© Кильмаков Д.К., 2024

УДК 519.71

Кильмаков Д.К.

Уфимский университет науки и технологий филиал в г. Кумертау, отделение СПО «Авиационный технический колледж»

Науч. рук. доцент *Зайцева А.А.*

Kilmakov D.K.

Ufa University of Science and Technology branch in Kumertau, department of SVE «Aviation Technical College»

**СИНТЕЗ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
МНОГОДВИГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТА
ПО КОМПЛЕКСУ ВНУТРИДВИГАТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ**

**SYNTHESIS OF AN INTEGRATED CONTROL SYSTEM
FOR A HELICOPTER MULTI-ENGINE POWER PLANT ACCORDING
TO A COMPLEX OF INTRA-ENGINE PARAMETERS**

Аннотация: В данной работе рассматривается задача синхронизации двигателей в рамках многодвигательной силовой установки вертолета. Цель такой синхронизации состоит в предотвращении недопустимых режимов работы и в обеспечении равномерного расходования ресурса каждым из двигателей. Проводится анализ современных подходов к Синхронизации, связанных с изменением законов регулирования частот вращения и созданием дополнительного контура регулирования по параметрам, позволяющим оценивать располагаемые мощности двигателей и выравнять их значения. Предлагается математическая модель силовой установки вертолета в составе двух турбовальных двигателей со свободными турбинами, нагруженных на общую механическую трансмиссию, которая приводит во вращение несущие винты вертолета.

Abstract: This paper examines the problem of engine synchronization within the framework of a multi-engine helicopter power plant. The purpose of such synchronization is to prevent unacceptable operating conditions and to ensure uniform consumption of the resource by each of the engines. An analysis of modern approaches to Synchronization is carried out, associated with

changing the laws of regulation of rotational speeds and the creation of an additional control loop based on parameters that make it possible to evaluate the available engine powers and equalize their values. A mathematical model of a helicopter power plant consisting of two turboshaft engines with free turbines, loaded on a common mechanical transmission, which drives the helicopter's rotors, is proposed.

Ключевые слова: синтез, синхронизация, силовая установка, вертолет.

Key words: synthesis, synchronization, power plant, helicopter.

Предлагается метод синтеза интегрированной системы управления многодвигательной силовой установки вертолета по комплексу внутривдвигательных параметров, в достаточной степени характеризующих мощность каждого из двигателей. Формирование этого комплекса осуществляется на основе исследования математической модели системы управления силовой установкой вертолета в составе двух турбовальных двигателей ARRIUS 2G с редуктором и двухрядным винтом.

Разработка математической модели проводилась в три этапа:

- формирование универсальной поэлементной нелинейной модели, отражающей физическое взаимодействие отдельных агрегатов и внешних устройств;
- построение линеаризованной модели заданной части системы;
- синтез управляющей части системы.

Двигатели семейства ARRIUS относятся к классу турбовальных двигателей с силовой турбиной мощностью 500 кВт, в состав каждого из которых входят следующие агрегаты:

- турбокомпрессор, включающий воздухозаборник кольцевого типа, одноступенчатый центробежный компрессор, кольцевую противоточную камеру сгорания, одноступенчатую осевую турбину;
- силовая турбина, представляющая собой одноступенчатую осевую турбину с соосным валом трансмиссии, заключенным в вал турбокомпрессора;
- выпускной диффузор.

Математическая модель описывает основные физические процессы, сопровождающие работу двигателя: впуск и сжатие воздуха, сгорание топлива, расширение продуктов горения и передача энергии механическому движителю (рис. 1).

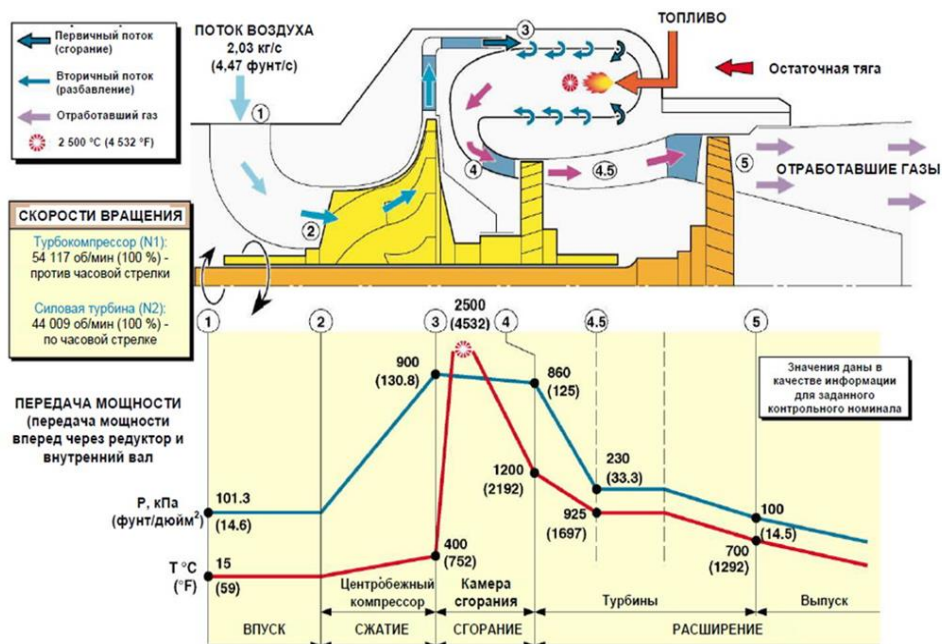


Рис. 1. Рабочие процессы в двигателе

Объединяет все процессы, протекающие в турбокомпрессоре двигателя, уравнение движения ротора турбокомпрессора:

$$J_{TK} \frac{dn_{TK}}{dt} = \frac{1}{(\pi/30)^2} \cdot \frac{L_T - L_K}{n_{TK}}, \quad (1)$$

где J_{TK} - полярный момент инерции вращающихся масс ротора турбокомпрессора; n_{TK} - частота вращения ротора турбокомпрессора; L_T, L_K - эффективные мощности, соответственно, турбины и компрессора.

Передача мощности от силовой турбины к движителю – воздушному винту – происходит через внутренний вал трансмиссии и редуктор.

Вращение основного силового привода через трансмиссию подчиняется следующему уравнению динамики:

$$J_{CT} \frac{dn_{CT}}{dt} = \frac{1}{(\pi/30)^2} \cdot \frac{L_{CT} \eta_{mp} - L_{винт} - L_{aep}}{n_{CT}}. \quad (2)$$

где J_{CT} - полярный момент инерции силовой турбины; n_{CT} - частота вращения силовой турбины; L_{CT} - мощность силовой турбины; $L_{винт} = C_{винт} \rho_v n_{винт}^3 D^5$ - суммарная мощность соосных винтов; $C_{винт} = C_{винт}(\varphi_{винт}; \lambda_{винт})$ - коэффициент мощности винтов, который зависит от $\lambda_{винт} = \frac{V_n}{n_{винт} D}$ - поступи винтов и $\varphi_{винт}$ - угла установки лопастей винтов; $n_{винт}$ - частота вращения винтов, D - диаметр винтов, V_n - скорость полета вертолета; $L_{агр}$ - мощность, идущая на привод агрегатов; η_{mp} - КПД трансмиссии.

Линеаризация уравнений (1), (2) позволяет получить следующую модель для одного двигателя, в которой фигурируют относительные отклонения соответствующих переменных:

$$\begin{aligned} \dot{x}_{n_{Tk}} &= \beta_{1,1} x_{n_{Tk}} + \beta_{1,2} x_{G_m} ; \\ \dot{x}_{n_{CT}} &= \beta_{2,1} x_{n_{Tk}} + \beta_{2,2} x_{n_{CT}} + \beta_{2,3} x_{G_m} . \end{aligned} \quad (3)$$

Система линеаризованных уравнений позволяет также сформировать комплекс параметров, характеризующих величины мощностей турбокомпрессора $x_{LT}^{(i)}$ и силовой турбины $x_{LCT}^{(i)}$ для каждого из двигателей ($i=1,2$)

$$x_{LT}^{(i)} = c_{1,1}^{(i)} x_{n_{Tk}}^{(1)} + c_{1,2}^{(i)} x_{n_{CT}}^{(i)} ; x_{LCT}^{(i)} = c_{2,1}^{(i)} x_{n_{Tk}}^{(1)} + c_{2,2}^{(i)} x_{n_{CT}}^{(i)} . \quad (4)$$

Объединяя системы уравнений состояния (3) для каждого из двух двигателей и уравнения (4), получаем систему уравнений силовой установки вертолета в стандартной форме записи

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t); \\ y(t) &= Cx(t), \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$x(t) = \begin{bmatrix} x_{n_{TK}}^{(1)} ; x_{n_{CT}}^{(1)} ; x_{n_{TK}}^{(2)} ; x_{n_{CT}}^{(2)} \end{bmatrix}^T, \quad y(t) = \begin{bmatrix} x_{L_T}^{(1)} ; x_{L_{CT}}^{(1)} ; x_{L_T}^{(2)} ; x_{L_{CT}}^{(2)} \end{bmatrix}^T, \quad u(t) = \begin{bmatrix} x_{G_m}^{(1)} ; x_{G_m}^{(2)} \end{bmatrix}^T \quad -$$

векторы переменных состояния, выходных координат управляющих воздействий.

На основе полученной модели предлагается метод синтеза интегрированной системы управления силовой установкой по комплексу внутривдвигательных параметров $y(t)$, обеспечивающий синхронизацию режимов работы двигателей с учетом требований к устойчивости и качеству процессов управления. Метод предусматривает измерение параметров, позволяющих оценивать располагаемые мощности двигателей и выравнивать их значения за счет введения корректирующих сигналов в систему управления силовой установкой вертолета. С этой целью требуется найти закон управления по выходу

$$u(t) = g(t) - Ky(t), \quad (6)$$

где K – действительная постоянная матрица, обеспечивающая желаемый закон Z^* распределения корней характеристического полинома замкнутой системы

$$\dot{x}(t) = (A - BKC)x(t) + Bg(t). \quad (7)$$

Основная идея предлагаемого метода основана на декомпозиции задачи синтеза, позволяющей свести решение исходной нелинейной задачи параметрического синтеза высокой размерности к последовательности линейных задач убывающей размерности. Это достигается за счет изменения базиса исходной модели и представления матрицы замкнутой системы в блочном виде

$$A_C = \left[\begin{array}{c|c} a_{11} - B_1 R_1 & A_{12} - B_1 R_2 \\ \hline A_{21} - B_2 R_1 & A_{22} - B_2 R_2 \end{array} \right],$$

здесь A_{12} – вектор-строка матрицы A размера $1 \times (n-1)$ ($n = \dim A$), A_{21} – вектор-столбец той же матрицы размера $(n-1) \times 1$, A_{22} – квадратная подматрица матрицы A размера $(n-1) \times (n-1)$, соответственно, B_1 и R_1 – первая строка и первый столбец матриц B и $R = KC$.

Переход к новому базису осуществляем с использованием преобразования подобия

$$\tilde{A}_C = P^{-1}A_C P, \text{ где } P = \left[\begin{array}{c|c} 1 & 0 \\ \hline T & I_{n-1} \end{array} \right]; \quad P^{-1} = \left[\begin{array}{c|c} 1 & 0 \\ \hline -T & I_{n-1} \end{array} \right], \quad T - \text{вектор-столбец}$$

размера $(n-1) \times 1$.

После преобразования получаем

$$\tilde{A}_C = \left[\begin{array}{c|c} a_{11} + A_{12}T - B_1F & A_{12} - B_1R_2 \\ \hline -T(a_{11} + A_{12}T - B_1F) + A_{21} + A_{22}T - B_2F & -TA_{12} + A_{22} + (TB_1 - B_2)R_2 \end{array} \right].$$

Полученная форма представления матрицы замкнутой системы позволяет сформировать совокупность систем линейных алгебраических уравнений относительно вспомогательных переменных T и $F = (R_1 + R_2T)$, которые последовательно задают желаемые значения элементам матрицы замкнутой системы, расположенным на главной диагонали, обнуляя одновременно все элементы, расположенные ниже. Алгоритм, реализующий описанную процедуру, можно представить в следующем виде.

Шаг 1: Формирование системы уравнений исходя из требования, чтобы первый столбец матрицы \tilde{A}_C , за исключением его первого элемента, был нулевым, а первый элемент был равен заданному значению из множества Z^*

$$a_{11} + A_{12}T - B_1F = z_1^*; \quad -Tz_1^* + A_{21} + A_{22}T - B_2F = 0. \quad (8)$$

Шаг 2: Решение системы (8) обеспечивает следующую структуру матрицы \tilde{A}_C

$$\tilde{A}_C = \left[\begin{array}{c|c} z_1^* & A_{12} - B_1R_2 \\ \hline 0 & -TA_{12} + A_{22} + (TB_1 - B_2)R_2 \end{array} \right].$$

Шаг 3: Представляем подматрицу $\tilde{A}_C^{(1)} = -TA_{12} + A_{22} + (TB_1 - B_2)R_2$ в следующей эквивалентной форме $\tilde{A}_C^{(1)} = A^{(1)} - B^{(1)}R_2$ и требуем размещения ее характеристических чисел аналогичным способом за счет матрицы R_2 .

Шаг 4: Применяем шаг 3 по отношению ко всем оставшимся матрицам $A^{(k+1)} = -T^{(k)}A_{12}^{(k)} + A_{22}^{(k)}$, $B^{(k+1)} = B_2^{(k)} - T^{(k)}B_1^{(k)}$ и новой совокупности вспомогательных переменных $T^{(k)}$ и $F^{(k)}$.

Шаг 5: Восстанавливаем в обратном порядке матрицу R : $R_1^{(k)} = F^{(k)} - R_2^{(k)}T^{(k)}$.

На первом шаге этого алгоритма формируется первый столбец матрицы. На втором шаге формируется блочная структура матрицы, содержащая подматрицу меньшей размерности, применительно к которой на шаге 3 происходит размещение ее характеристических чисел. На шаге 4 эта процедура повторяется для всех оставшихся подматриц. На завершающем шаге алгоритма происходит восстановление в обратном порядке исходной матрицы параметров.

Существенным преимуществом описанного метода синтеза является возможность использования матрицы параметров управляющей части системы K полного ранга, что позволяет, в частности, независимо регулировать мощности каждого из двигателей.

Разработан метод синтеза интегрированной системы управления силовой установкой вертолета, обеспечивающий синхронизацию режимов работы двигателей, что устраняет неравномерную нагрузку на главный редуктор трансмиссии и неравномерную выработку ресурса из-за разницы в мощности, отдаваемой каждым из двигателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синтез системы синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Авиакосмическое приборостроение, № 11, 2012. С. 3-9.
2. Интегрированная система управления многорежимной силовой установкой вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Вестник УГАТУ: научный журнал УГАТУ. Т. 16, № 6 (51). 2012. С. 37–43.

3. Алгоритм совмещенного управления силовой установкой вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Мехатроника, автоматизация, управление, №8, 2013. Стр. 59 – 64.
4. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета на основе темпоральных прецедентов / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 5 (66). С. 161–170.
5. Интегрированная система синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Изв. вузов. Авиационная техника, № 2. 2015. С. 24-32. Коллективная монография и объект интеллектуальной собственности.
6. Интеллектуальное управление летательным аппаратом в условиях структурной и параметрической неопределенности / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Интеллектуальные системы управления. Под ред. С.Н. Васильева. М.: Машиностроение, 2010. С. 135-141.
7. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2014660919. Модель многорежимной двухдвигательной силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.В. Дементьев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева. Зарег. 20.10.2014. М.: Роспатент, 2014.
8. Повышение эффективности применения летательных аппаратов с использованием сингулярных режимов / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Глобальный научный потенциал: тр. 2-й МЕЖДУНАР. науч.-практ. конф. (23 – 24 июня 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГТУ, 2006. С. 78-79.
9. Проектирование бортовых информационно-управляющих систем с использованием новых информационных технологий / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий: тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 сентября 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГУ, 2006. С. 116-117.
10. Методика повышения эксплуатационных характеристик силовой установки вертолета типа ТВ3-117 / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Теория и практика

современной науки: материалы IX междунар. науч.-практ. конф. (26–27 марта 2013, г. Москва). Т. I. М.: Изд-во «Спецкнига», 2013. С. 120-125.

11. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений: тр. II междунар. конф. (18 - 21 мая, 2014, г. Уфа). Уфа: УГАТУ, 2014. С. 135-143.

12. Программный комплекс исследования интегрированной многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Международный научно-исследовательский журнал: сборник по результатам InternationalResearchJournalConference XXXVII. Екатеринбург: МНИЖ. 2015. № 3 (34), Часть 1. С. 60 - 64.

13. Система синхронизации режимов многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Перспективные направления развития современной науки: Сб. научн. работ III Междунар. научной конф. Евразийского Научного Объединения (г. Москва, март 2015). М.: ЕНО, 2015. С. 13-17.

© Кильмаков Д.К., 2024

УДК 519.71

Култаев Д.Р., Сайфутдинова З.Р.

Науч. рук. доцент *Зайцева А.А.*

Уфимский университет науки и технологий в г. Кумертау

Kultaev D.R., Saifutdinova Z.R.

Ufa University of Science and Technology in Kumertau.

**АНАЛИЗ НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИНЫМИ
ДВИГАТЕЛЯМИ**

**ANALYSIS OF NEW DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF AUTOMATIC
CONTROL SYSTEMS FOR GAS TURBINE ENGINES**

Аннотация: Анализ новых методов управления газотурбинными двигателями, направленных на активное управление их основными узлами, позволил выявить следующие тенденции: реализация концепции интеллектуального ГТД, создание распределенной системы автоматического управления газотурбинным двигателем, использование бортовой математической модели для управления газотурбинными двигателями по не измеряемым параметрам, электрификация двигателя в рамках концепции создания «электрического» самолета.

Abstract: The analysis of new methods of gas turbine engine control, aimed at active control of their main units, has revealed the following trends: realization of the concept of intelligent GTE, creation of a distributed system of automatic control of gas turbine engine, use of on-board mathematical model for control of gas turbine engines by unmeasured parameters, electrification of the engine within the framework of the concept of creating an "electric" aircraft.

Ключевые слова: Газотурбинный двигатель, компрессор, камера сгорания, лопаточные машины, газодинамическая устойчивость, система автоматического управления.

Key words: Gas turbine engine, compressor, combustion chamber, vane machines, gas dynamic stability, automatic control system.

Анализ новых методов управления газотурбинными двигателями, направленных на активное управление их основными узлами, позволил выявить следующие тенденции [1], [2], [3], [4], [5], [6]:

- реализация концепции интеллектуального ГТД, в котором осуществляется активное управление процессом горения в камерах сгорания, зазорами в лопаточных машинах, запасами газодинамической устойчивости компрессоров [7];
- создание распределенной системы автоматического управления газотурбинным двигателем [8];
- использование бортовой математической модели для управления газотурбинными двигателями по не измеряемым параметрам [9] - [11];
- электрификация двигателя в рамках концепции создания «электрического» самолета [1], [2].

Реализация концепции интеллектуального ГТД требует разработки новых конструктивных решений, включающих возможность организации адаптивного горения в камере сгорания, замкнутого регулирования профиля проточной части двигателя в области компрессоров и турбин, управления отбором воздуха и мощности в компрессоре, а также управления вдувом воздуха для повышения запасов газодинамической устойчивости. К числу методов интеллектуализации авиационных двигателей относится использование для сопла материалов с запоминанием формы. В обобщенном виде схема, отражающая возможности интеллектуального ГТД, представлена на рис. 1. [7].

В результате появляются новые возможности более эффективного управления рабочим процессом в двигателе, улучшения его характеристик на основных режимах эксплуатации, устранения влияния изменения теплового состояния конструкции и ее износа. К числу таких возможностей относятся:

- адаптация законов управления двигателем к условиям эксплуатации, отличающимся от стандартных, включая изменение теплового состояния элементов конструкции, износ узлов и целый ряд других факторов;

- интеграция управления рабочим процессом в двигателе и режимами полета;
- компенсация отказов в двигателе и его системе управления за счет проведения оперативного контроля, распознавания неблагоприятных ситуаций и реконфигурации системы;
- использование параметров управления, в том числе неизмеряемых параметров, повышающих эксплуатационную технологичность.

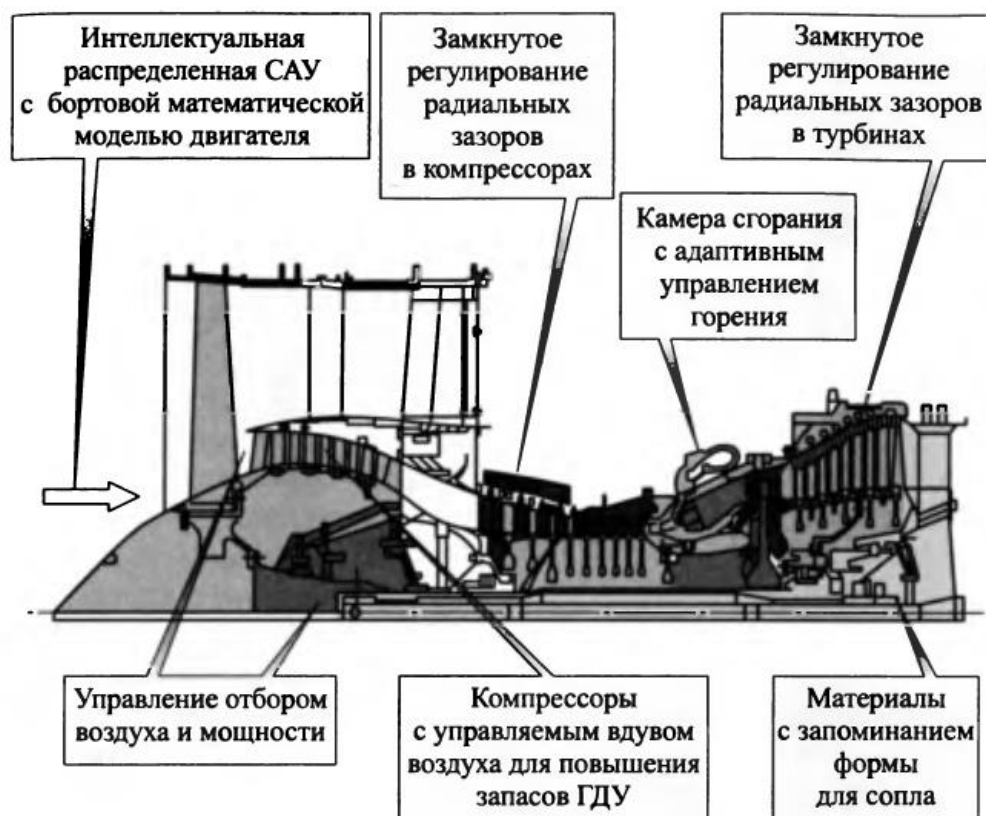


Рис.1. Схема интеллектуального двигателя.

В свою очередь, концепция создания интеллектуального ГТД тесно связана с разработкой распределенной системы автоматического управления газотурбинным двигателем, все функции которой могут быть распределены, как это показано на рис.2, по отдельным интеллектуальным устройствам, образующим единое информационное пространство. В состав таких устройств входят интеллектуальные датчики частоты вращения ротора вентилятора ИД n_v и компрессора ИД n_k , температуры и давления в характерных сечениях газоздушного тракта: на входе в двигатель ИД $T_{вх}^*$, ИД $p_{вх}^*$, за компрессором

ИД p_k^* , за турбиной ИД T_T^* , а также интеллектуальные исполнительные механизмы управления направляющими аппаратами компрессора ИИМ НА), расходом основного ИИМ G_T и форсажного ИИМ $G_{Тф}$ топлива, створками реактивного сопла ИИМ сопла.

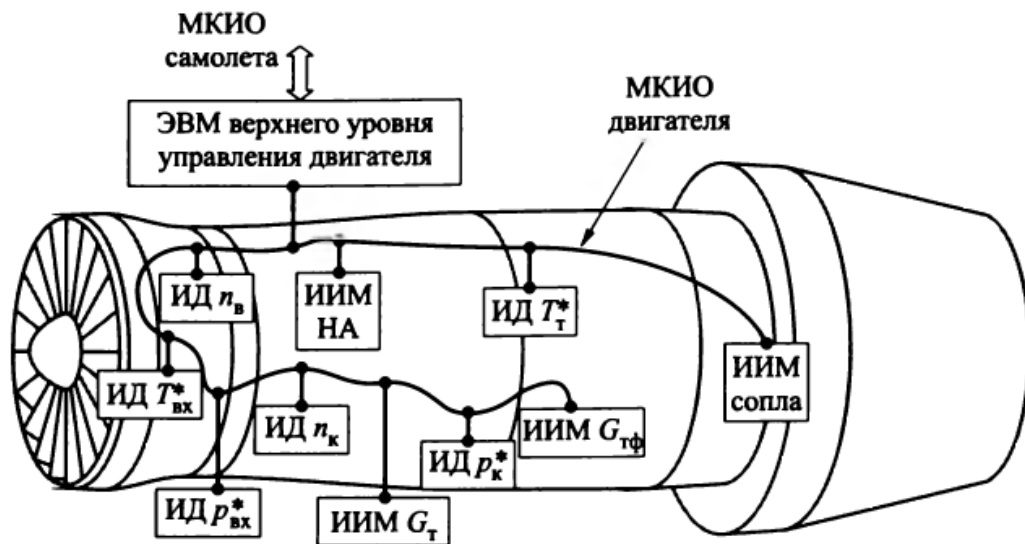


Рис.2. Схема распределенной структуры системы управления авиадвигателем.

Взаимодействие между контроллерами, входящими в состав перечисленных интеллектуальных устройств, может осуществляться центральным компьютером вычислительной системы управления тягой двигателя или же функции супервизора могут быть возложены на одно из периферийных устройств.

Использование распределенной структуры системы управления авиационными двигателями обусловлено целым рядом технических и экономических причин:

- стремление уменьшить количество радиальных линий связи центрального устройства управления с датчиками и исполнительными механизмами за счет использования мультиплексных каналов информационного обмена, что позволяет упростить коммуникационную среду и снизить на 20% - 30% массу аппаратной части системы за счет уменьшения количества кабелей и

соединителей [12];

- повышение надежности аппаратной части системы за счет упрощения процедуры поиска неисправностей, локализации отказов и замены отказавшего устройства без замены всего дорогостоящего электронного блока управления;

- повышение живучести системы за счет физического распределения ее элементов по поверхности двигателя, что исключает возможность одновременного разрушения всей системы;

- архитектура распределенной системы обладает свойствами открытых систем, включая способность к мобильности, интероперабельности, масштабируемости, что обеспечивает простоту интеграции аппаратно-программных средств систем двигателя и самолета, а также хорошие возможности для глубокой модернизации;

- в целом, стоимость полного жизненного цикла распределенной системы от проектирования до эксплуатации и последующей модернизации снижается на 60%.

Начальный этап разработки распределенной системы управления характеризуется использованием архитектуры с интеллектуальными узлами обработки информационных потоков, которые получают информацию по аналоговым линиям связи от обычных датчиков и передают аналоговые управляющие сигналы на обычные исполнительные механизмы [98]. При этом интеллектуальные узлы (концентраторы) имеют собственные процессоры и связаны с FADEC радиальными или мультиплексными цифровыми каналами. Территориально датчики и исполнительные механизмы находятся на двигателе, интеллектуальные узлы располагаются рядом с ними и при необходимости принудительно охлаждаются или устанавливаются в комфортных зонах двигателя.

Дальнейшее развитие этого подхода привело к созданию архитектуры, построенной на базе интеллектуальных датчиков и исполнительных механизмов, которые связаны с центральным вычислителем по мультиплексному каналу информационного обмена. На этой стадии создания

распределенной системы все функции управления и контроля авиадвигателя распределяются по отдельным интеллектуальным устройствам, в результате чего формируется децентрализованная структура системы управления.

Бортовые математические модели двигателя используются в составе программно-алгоритмического обеспечения цифровых систем управления достаточно давно. При этом ограниченные вычислительные возможности бортовых процессоров позволяли реализовывать достаточно простые кусочно-линейные модели, для функционирования которых не требовалось больших вычислительных затрат. В то же время ограниченная сложность подобных моделей играла положительную роль, поскольку позволяла в условиях ограниченной вычислительной мощности проводить в реальном масштабе времени расчеты, необходимые для повышения качества и надежности управления авиационными двигателями. Однако в современных регуляторах FADEC 3-го поколения вычислительная мощность увеличена более чем в 10 раз, в том числе за счет перехода на недорогую элементную базу общепромышленного применения типа COTS (Commercial Off The Shelf). В результате появилась возможность использовать математические модели двигателя достаточно высокого уровня – поузловые термогазодинамические модели, применение которых позволяет решать следующие задачи:

- компенсация отказов датчиков параметров рабочего процесса в двигателе и параметров, характеризующих режим полета;
- управление двигателем по параметрам не доступным для измерения, таким как запасы газодинамической устойчивости компрессора, температура газа перед турбиной и тяга двигателя;
- идентификация бортовой модели в процессе ее функционирования.

Использование поузловых термогазодинамических моделей двигателей обеспечивает возможность управления двигателем по расчетным параметрам, непосредственно характеризующим его рабочий процесс, но не доступным по тем или иным причинам для непосредственного измерения. В результате в составе структурной схемы системы управления наряду с контурами

регулирования по «реальным» параметрам двигателя, измеряемым аппаратными датчиками, появляются, как это показано на рис.3, контуры регулирования по «виртуальным» параметрам, рассчитываемым в бортовой модели [10].

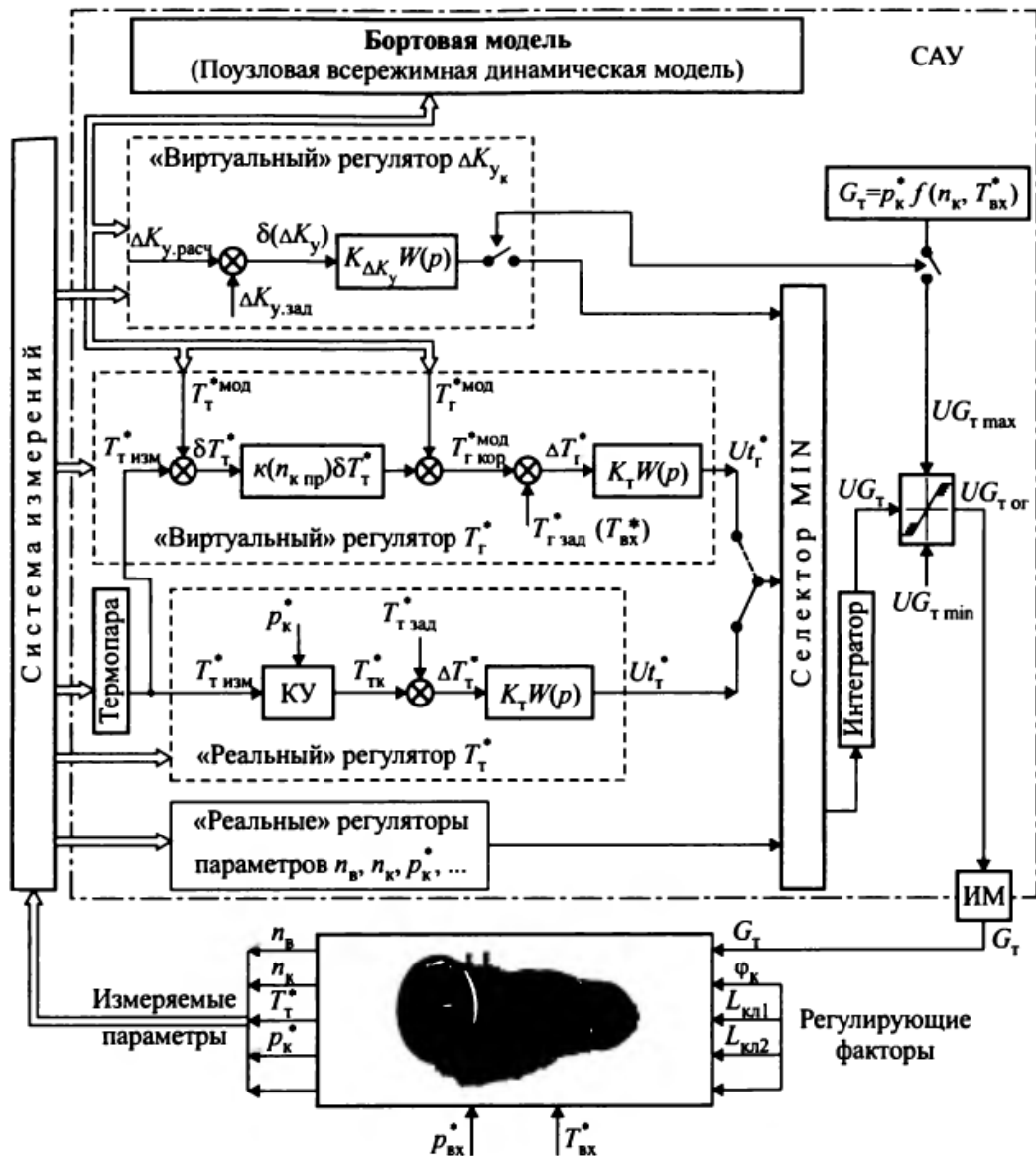


Рис. 3. Структурная схема системы управления двигателем со встроенной математической моделью.

Контур регулирования по «реальным» и «виртуальным» параметрам тесно взаимодействуют друг с другом. В частности, в контурах регулирования по «виртуальным» параметрам - запасу газодинамической устойчивости компрессора ΔK_y и температуре газа перед турбиной T_T^* , используются доступные для измерения параметры рабочего процесса, косвенно

характеризующие величины ΔK_y и T_T^* . В качестве таких параметров могут применяться комплекс $G_T / \left(p_k \sqrt{T_{ex}^*} \right)$ и температура газа за турбиной T_T^* . В свою очередь, при отказах датчиков регулируемых параметров n_k , p_k и T_T^* производится замена сигналов измерения значениями соответствующих параметров, рассчитываемых в бортовой модели.

Наибольшую сложность при использовании в составе систем управления термогазодинамических моделей двигателей представляет обеспечение заданной точности расчетов во всей области эксплуатационных характеристик, а также в случае изменения характеристик отдельных узлов. Это требует применения достаточно сложной процедуры идентификации модели, для реализации которой необходимы вычислительные ресурсы, зачастую превышающие затраты на реализацию самой модели. Все это ограничивает на сегодняшний день сферу использования бортовых математических моделей двигателей.

Турбовальный двигатель отличается от ТРД традиционной конструктивной схемы тем, что вся турбина делится на две части, между собой механически несвязанные [13]. Первая часть турбины – турбина турбокомпрессора приводит во вращение компрессор двигателя. Вторая часть турбины - свободная силовая турбина приводит во вращение движитель вертолета и другие агрегаты. Наличие свободной силовой турбины существенно отражается на закономерностях взаимного влияния элементов двигателя, способах регулирования и конструктивных формах. В состав ТВГТД, как это показано на обобщенной конструктивной схеме рис.4, входят следующие агрегаты: воздухозаборник (ВЗ), осевой компрессор (ОК), камера сгорания (КС), турбина компрессора (ТК), свободная (силовая) турбина (СТ), выходное устройство (ВУ).

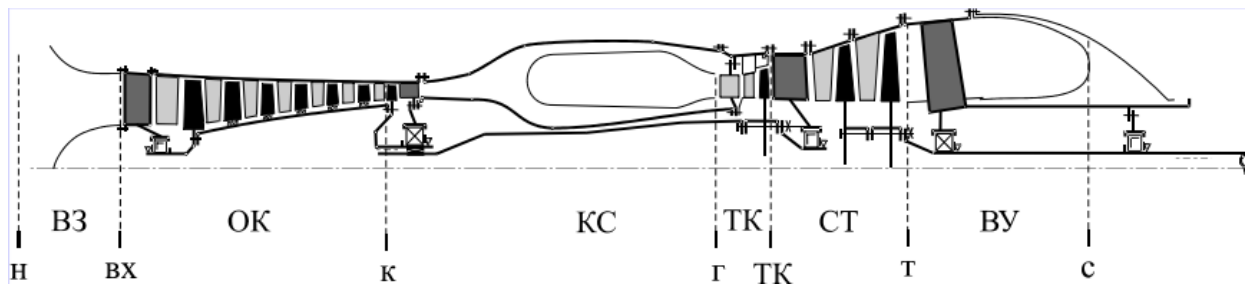


Рис. 4. Схема турбовального двигателя.

В зависимости от располагаемой мощности компрессор у ТВГТД может быть осевым, центробежным либо смешанным по конструкции, в котором есть как осевые, так и центробежные ступени. В ТВГТД практически вся энергия газов используется в турбинах. Оставшаяся часть энергии газов поступает через выхлопную систему в атмосферный воздух. Поскольку ТВГТД не относится к двигателям прямой реакции, то важнейшей его принадлежностью служит движитель. В состав движителя входят трансмиссия, редуктор и несущий винт. Редуктор предназначен для снижения частоты вращения приводного вала, т.к. скорость вращения свободной турбины велика и ее вращение не может быть напрямую передано на несущий винт.

Проведенный анализ новых направлений развития систем автоматического управления газотурбинными двигателями свидетельствует о том, что в рамках систем данного класса реализуется концепция интеллектуальных распределенных систем с использованием бортовых математических моделей для управления газотурбинными двигателями по не измеряемым параметрам. Многие из перечисленных направлений в области управления и аппаратурной реализации находят отражение при разработке перспективных систем управления турбовальными ГТД для скоростных вертолетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич О.С. Состояние и перспективы развития систем автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями / ЦИАМ 2001–2005. Основные результаты научно-технической деятельности. М.: ЦИАМ, 2005. С. 267-270.
2. Гуревич О.С. Анализ современного состояния и направлений развития систем автоматического управления газотурбинных двигателей за рубежом / О.С. Гуревич, А.С. Трофимов // Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями. Под ред. О.С. Гуревича. М.: Торус Пресс, 2010. С. 71-78.
3. Гуревич О.С. Системы автоматического управления авиационными ГТД. Энциклопедический справочник. М.: Торус Пресс, 2011. 208 с.
4. Научный вклад в создание авиационных двигателей / Под общ. ред. В.А. Скибина, В.И. Солонина. М.: Машиностроение, 2000. 725 с.
5. Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями / Под ред. О.С. Гуревича. М.: Торус Пресс, 2010. 264 с.
6. ЦИАМ 2001-2005. Основные результаты научно-технической деятельности / Под общ. ред. В.А. Скибина, В. И. Солонина. М.: ЦИАМ, 2005. 472 с.
7. Гуревич О.С. Концепция построения распределенной интеллектуальной системы автоматического управления авиадвигателем / О.С. Гуревич, А.С. Трофимов // Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями. Под ред. О.С. Гуревича. М.: Торус Пресс, 2010. С. 13-20.
8. Солодовников В.В. Спектральные методы расчета и проектирования систем управления / В.В. Солодовников, А.Н. Дмитриев, Н.Д. Егупов. М.: Машиностроение, 1986. 440 с.
9. Гольберг Ф.Д. Бортовая математическая модель двигателя в составе САУ ГТД для повышения отказоустойчивости и качества управления /

Ф.Д. Гольберг, О.С. Гуревич, А.А. Петухов // Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями. Под ред. О.С. Гуревича. М.: Торус Пресс, 2010. С. 81 – 89.

10. Гольберг Ф.Д. Методы управления газотурбинными двигателями по не измеряемым параметрам с использованием бортовой математической модели двигателя / Ф.Д. Гольберг, О.С. Гуревич, А.А. Петухов // Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями. Под ред. О.С. Гуревича. М.: Торус Пресс, 2010. С. 90-96.

11. Гольберг Ф.Д. Экспериментальные исследования методов управления турбореактивными двигателями по не измеряемым параметрам / Ф.Д. Гольберг, Ю.С. Белкин, А.И. Гулиенко, В.И. Чернышов, А.А. Петухов // Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями. Под ред. О.С. Гуревича. М.: Торус Пресс, 2010. С. 151-157.

12. Ключев Г.И. Авиационные приборы и системы: Учебное пособие / Г.И. Ключев, Н.Н. Макаров, В.М. Солдаткин. Ульяновск: Изд-во Ульяновск. гос. техн. ун-та. 2000. 343 с.

13. Автоматика авиационных газотурбинных силовых установок / С.А. Гаевский, Ф.Н. Морозов, Ю.П. Тихомиров. Под общ. ред. А.В. Штоды. М.: Воениздат. 1980. 247 с.

© Култаев Д.Р., Сайфутдинова З.Р., 2024

УДК 519.71

Сайфутдинова З.Р., Зайцева А.А.

Науч. рук. доцент *Зайцева А.А.*

Уфимский университет науки и технологий в г. Кумертау

Saifutdinova Z.R., Zaytseva A.A.

Ufa University of Science and Technology in Kumertau.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТА

STUDY OF HELICOPTER PROPULSION SYSTEM ENGINE OPERATION MODES SYNCHRONIZATION SYSTEM

Аннотация: Анализ качества управления в системе синхронизации режимов работы двигателей в составе силовой установки вертолета в условиях внешних возмущающих воздействий и при наличии разброса параметров модели объекта.

Abstract: Analysis of control quality in the system of synchronization of engine operation modes in the helicopter propulsion system under external perturbing influences and in the presence of scattering of object model parameters.

Ключевые слова: Двигатель, силовая установка, вертолет, переходные процессы, турбокомпрессор, силовая турбина.

Key words: Engine, propulsion system, helicopter, transients, turbocharger, power turbine.

На рис. 1 представлена структурная схема синтезированной системы, включающая заданную часть – модель двухдвигательной силовой установки вертолета, и управляющую часть. Опишем основные блоки этой схемы.

Блоки *step1* задают входное ступенчатое воздействие, имитирующее реальное согласованное управление обоими двигателями.

Элементы под номерами 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 16 формируют матрицу *A* математической модели силовой установки, блоки под номерами 1, 2, 3, 4

отображают элементы матрицы В, а блоки под номерами 17 - 24 соответствуют элементам матрицы С.

В свою очередь управляющая часть системы сформирована блоками под номерами 9, 10, 14, 15, 25, 26, 27, 28.

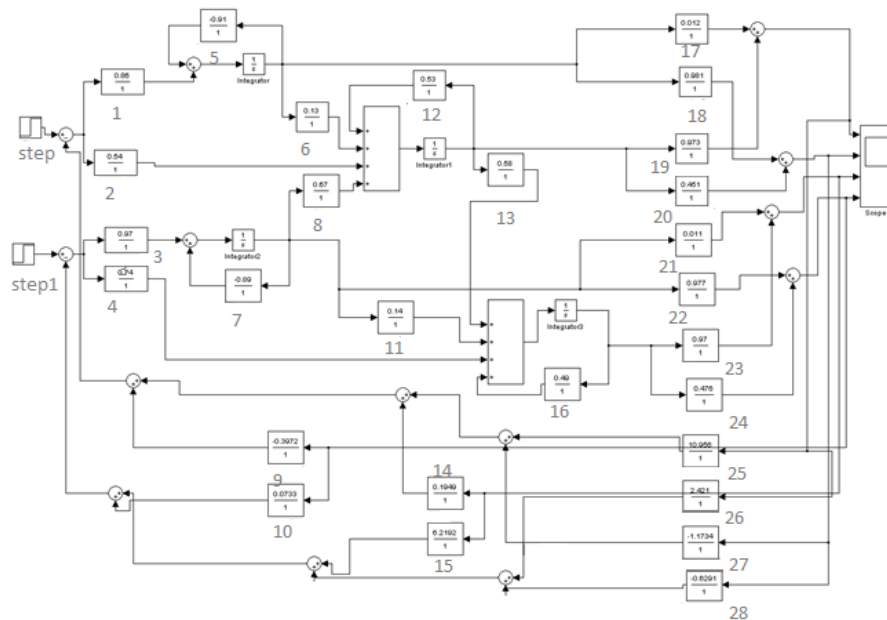


Рис.1. Структурная схема системы синхронизации силовой установки вертолета.

На рис. 2 показаны переходные процессы на выходах системы управления силовой установкой вертолета при подаче управляющего воздействия на вход подсистемы управления первым двигателем.

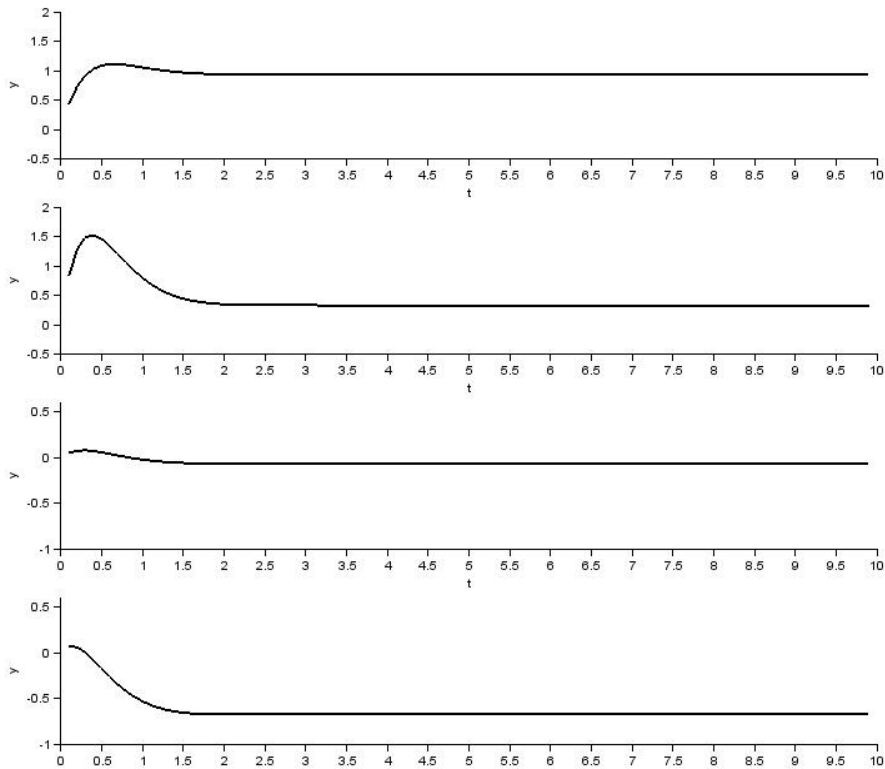


Рис.2. Переходные функции силовой установки при подаче воздействия на первый вход системы.

Аналогичные переходные процессы на выходах системы управления силовой установкой вертолета при подаче управляющего воздействия на вход подсистемы управления вторым двигателем показаны на рис. 3.

Результаты моделирования синтезированной системы свидетельствуют о том, что предложенный метод синхронизации двигателей в составе силовой установки по предложенному комплексу параметров обеспечивает устойчивость и высокое качество динамических процессов даже в случае, когда исходный режим работы силовой установки является неустойчивым.

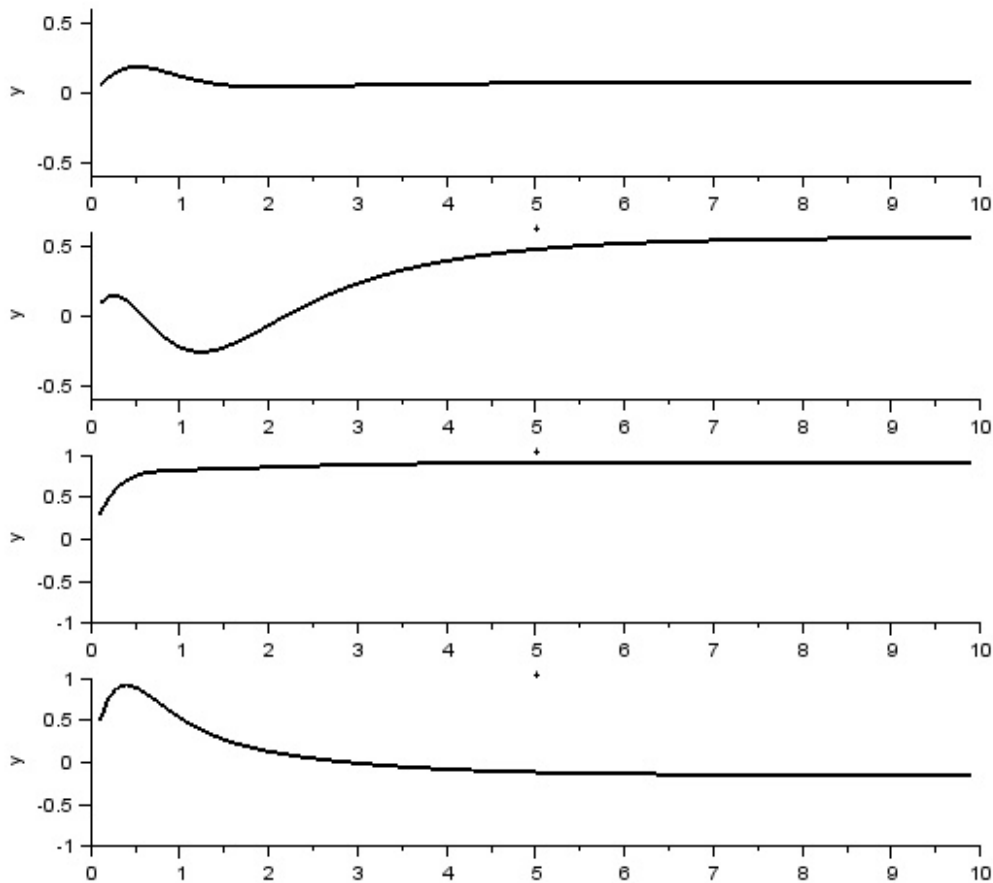
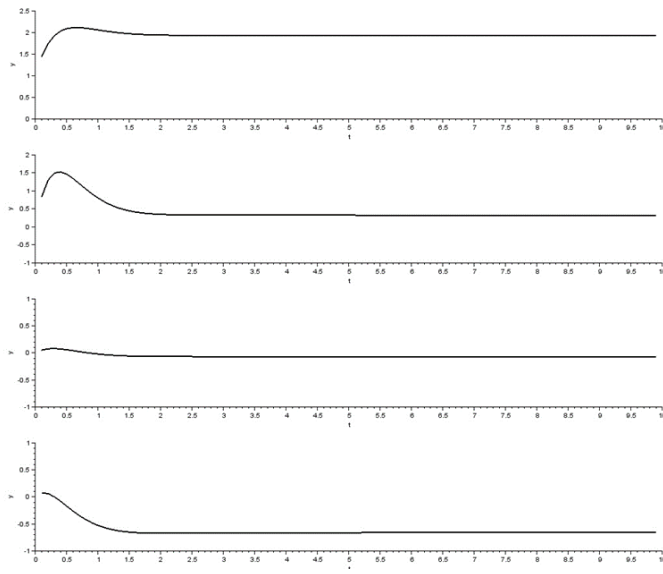


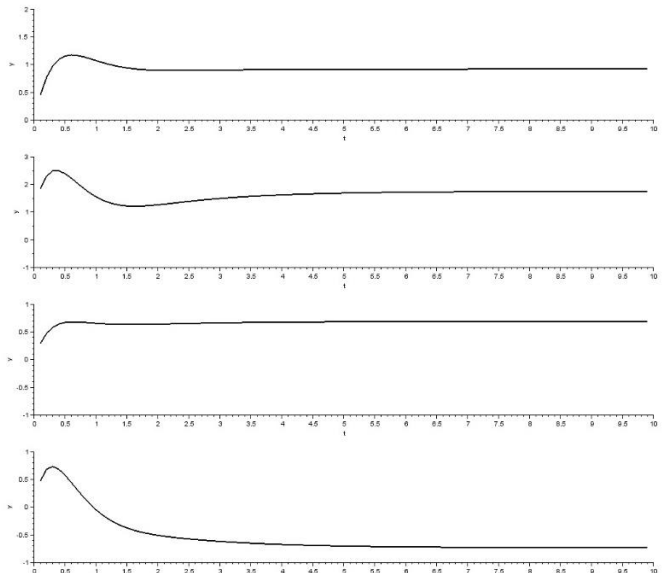
Рис.3. Переходные функции силовой установки при подаче воздействия на второй вход системы.

Учитывая, что силовая установка вертолета эксплуатируется в широком диапазоне параметров внешней среды, обусловленном изменением высоты и скорости полета, модель объекта управления должна отражать неопределенность внешних возмущений, действующих на объект и регулятор, а также параметрическую неопределенность объекта. В связи с этим необходимо заранее выявить все характеристики, отражающие практическую работоспособность синтезированной системы в условиях реальной эксплуатации, поскольку в силу указанных причин система, рассчитанная на некоторый номинальный режим, в реальности может оказаться неработоспособной. Поэтому были проведены исследования системы при подаче внешних возмущающих воздействий и при разбросе параметров объекта управления.

На рис. 4 показаны переходные процессы в системе при обработке возмущающих воздействий в каналах регулирования мощностей турбокомпрессоров и силовых турбин обоих двигателей.



а)



б)

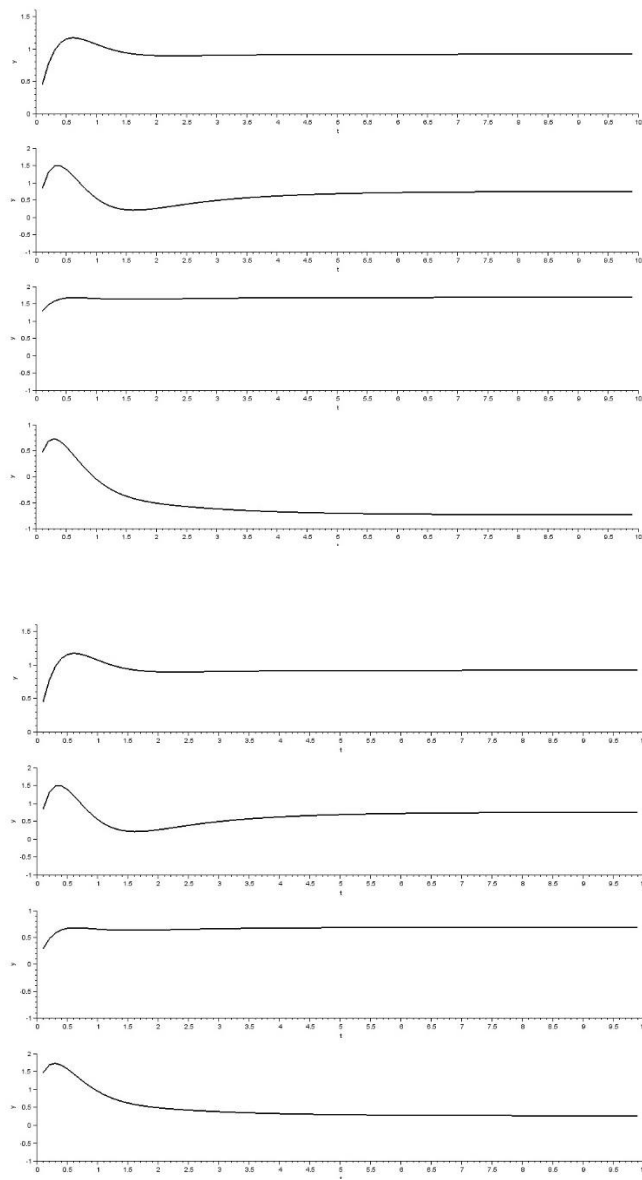
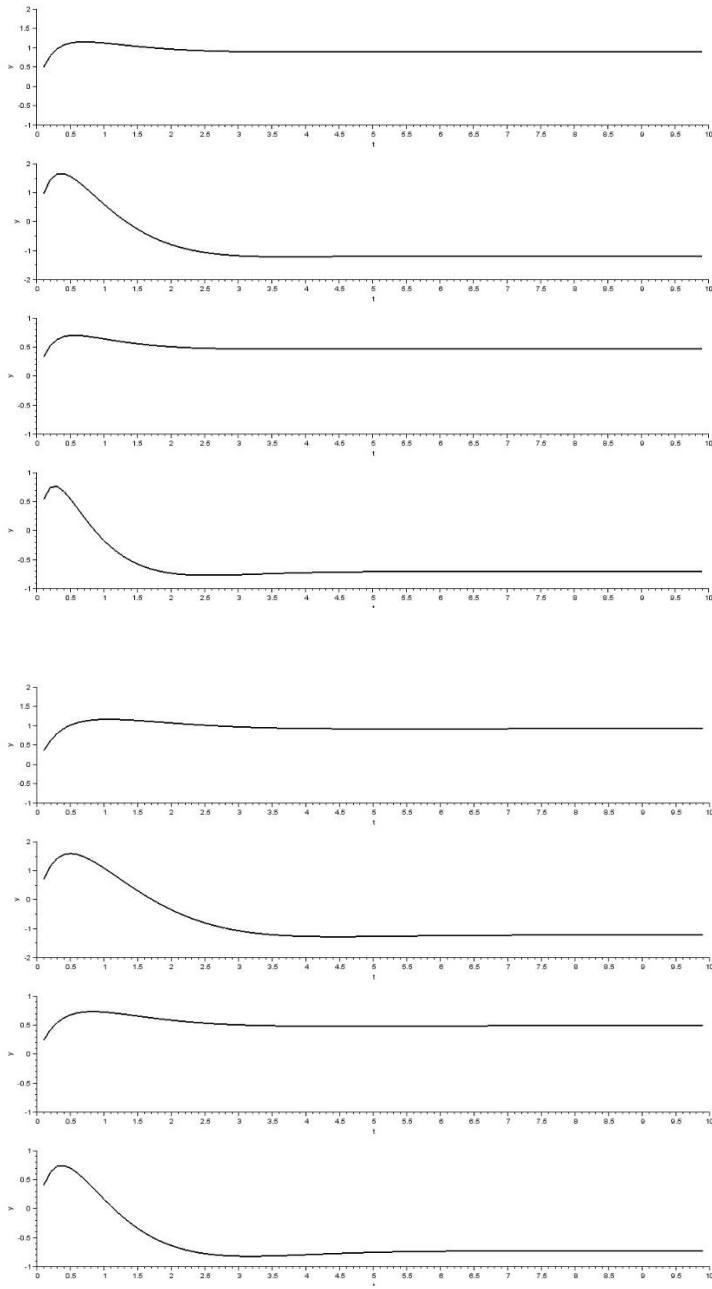


Рис.4. Переходные процессы в системе при отработке возмущающих воздействий в каналах регулирования: а) мощности турбокомпрессора 1-го двигателя; б) мощности силовой турбины 1-го двигателя; в) мощности турбокомпрессора 2-го двигателя; г) мощности силовой турбины 2-го двигателя.

На рис. 5 переходные функции системы в условиях параметрических возмущений. Это моделирование осуществлялось с использованием опции разработанного программного модуля, в рамках которой предусмотрена возможность случайного разброса введенных параметров объекта.



а)

б)

Рис.5. Переходные процессы в системе при параметрических возмущениях: а) 10%-ый разброс; б) 20%-ый разброс.

Представленные результаты свидетельствуют о том, что достигнутый уровень качества управления в системе синхронизации режимов работы двигателей в составе силовой установки вертолета сохраняется в условиях внешних возмущающих воздействий и при наличии разброса параметров модели объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синтез системы синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Авиакосмическое приборостроение, № 11, 2012. С. 3-9.
2. Интегрированная система управления многорежимной силовой установкой вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Вестник УГАТУ: научный журнал УГАТУ. Т. 16, № 6 (51). 2012. С. 37–43.
3. Алгоритм совмещенного управления силовой установкой вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева, С.Г. Микрюков // Мехатроника, автоматизация, управление, №8, 2013. Стр. 59 – 64.
4. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета на основе темпоральных прецедентов / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 5 (66). С. 161–170.
5. Интегрированная система синхронизации режимов работы двигателей силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Изв. вузов. Авиационная техника, № 2. 2015. С. 24-32. Коллективная монография и объект интеллектуальной собственности.
6. Интеллектуальное управление летательным аппаратом в условиях структурной и параметрической неопределенности / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Интеллектуальные системы управления. Под ред. С.Н. Васильева. М.: Машиностроение, 2010. С. 135-141.
7. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2014660919. Модель многорежимной двухдвигательной силовой установки вертолета / А.П. Вельдяев, В.В. Дементьев, В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева. Зарег. 20.10.2014. М.: Роспатент, 2014. В трудах всероссийских и международных конференций
8. Повышение эффективности применения летательных аппаратов с использованием сингулярных режимов / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Глобальный научный потенциал: тр. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (23 – 24 июня 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГТУ, 2006. С. 78-79.

9. Проектирование бортовых информационно-управляющих систем с использованием новых информационных технологий / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий: тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 сентября 2006, г. Тамбов). Тамбов: ТГУ, 2006. С. 116-117.
10. Методика повышения эксплуатационных характеристик силовой установки вертолета типа ТВ3-117 / А.А. Зайцева, Е.А. Лихачев // Теория и практика современной науки: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (26–27 марта 2013, г. Москва). Т. I, М.: Изд-во «Спецкнига», 2013. С. 120-125.
11. Система поддержки принятия решений экипажем вертолета / В.Н. Ефанов, А.А. Зайцева // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений: тр. II междунар. конф. (18 - 21 мая, 2014, г. Уфа). Уфа: УГАТУ, 2014. С. 135-143.
12. Программный комплекс исследования интегрированной многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Международный научно-исследовательский журнал: сборник по результатам International Research Journal Conference XXXVII. Екатеринбург: МНИЖ. 2015. № 3 (34), Часть 1. С. 60 - 64.
13. Система синхронизации режимов многодвигательной силовой установки вертолета / А.А. Зайцева // Перспективные направления развития современной науки: Сб. научн. работ III Междунар. научной конф. Евразийского Научного Объединения (г. Москва, март 2015). М.: ЕНО, 2015. С. 13-17.

© Сайфутдинова З.Р., Зайцева А.А., 2024

УДК 621.35

Шевцов А.А. Лазарев Д.М.

Уфимский университет науки и технологий, филиал в г. Кумертау

arckady.shewtsov@mail.ru

Shevtsov A.A. Lazarev D.M.

Ufa University of Science and Technology, branch in Kumertau

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

CONTROL SYSTEM FOR TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF ELECTROLYTE-PLASMA PROCESSES

Аннотация. Разработана структурная схема и произведен выбор аппаратно-программных средств системы контроля технологических параметров процессов электролитно-плазменной обработки. На основе структурной схемы разработана электрическая схема подключения датчиков и контроллера к управляющему компьютеру. Проведено тестирование разработанной и собранной системы контроля в составе исследовательской технологической установки в ходе реализации процесса плазменно-электролитического оксидирования.

Abstract. A block diagram has been developed and a selection of hardware and software has been made for a system for monitoring technological parameters of electrolyte-plasma processing processes. Based on the block diagram, an electrical circuit for connecting the sensors and controller to the control computer has been developed. The developed and assembled control system as part of a research technological installation was tested during the implementation of the plasma-electrolytic oxidation process.

Ключевые слова: электролитно-плазменная обработка, плазменно-электролитическое оксидирование, технологические параметры, система контроля.

Keywords: electrolyte-plasma treatment, plasma electrolytic oxidation, technological parameters, control system.

Введение

Различные инновационные электрохимические методы обработки находят все большее применение при изготовлении деталей из металлических и неметаллических материалов [1, 2]. К таким технологиям относится электролитно-плазменная обработка (ЭПО), которая представляет собой группу наилучших доступных технологий в области финишной обработки металлических поверхностей, использующих высокие напряжения (от 200 до 800 В), являющихся современной альтернативой традиционным электрохимическим методам [3, 4].

Известно, что в ходе ЭПО на поверхности металла может образовываться либо парогазовая оболочка (ПГО), либо малопроводящая оксидная пленка, на которых происходит основное падение напряжения источника [4, 5]. Микроразряды, появляющиеся в ходе ЭПО при электрическом пробое ПГО либо оксидной пленки, определяют специфические особенности и большие возможности применения электролитно-плазменных (ЭП) процессов для различных видов обработки [4]. Так ЭП процессы с образованием ПГО применяют при электролитном нагреве, химико-термической обработке, полировании, удалении защитных покрытий, а ЭП процессы с образованием оксидного слоя – при плазменно-электролитическом оксидировании (ПЭО) вентильных металлов и их сплавов [4].

Для практической реализации процессов ЭПО необходимы автоматизированные технологические установки, содержащие высоковольтные источники питания с системами контроля и управления технологическими параметрами обработки. Таким образом, целью данной работы является разработка и создание системы контроля технологических параметров электролитно-плазменных процессов.

Разработка системы контроля

При разработке и создании системы контроля необходимо учитывать форму поляризирующего напряжения, прикладываемого к ванне-электролизеру и

используемого в ходе обработки, а также тепловые особенности ЭП процессов [5, 6]. Анализ литературы [3–6] показывает, что ЭП процессы с образованием ПГО проводятся при температурах электролита $70\div 80$ °С и для их реализации используются источники питания с постоянным выходным напряжением $300\div 400$ В. ЭП процессы с образованием оксидного слоя проводятся при температурах электролита $15\div 20$ °С и для их реализации используются источники питания с постоянным ($U=400\div 600$ В), либо импульсным однополярным и импульсным биполярным выходным напряжением, амплитуда (U_m) которого может варьироваться в диапазоне от -200 до $+600$ В. Таким образом, основными параметрами, регистрируемыми в ходе ЭПО, являются напряжение на ванне-электролизере, электрический ток в цепи электролизера и температура электролита.

На основе проведенного анализа разработана структурная схема системы контроля технологических параметров электролитно-плазменных процессов, представленная на рис. 1. Структурно система состоит из контроллера, аналого-цифрового преобразователя, датчиков напряжения, тока и температуры, а также дисплея, управляющего компьютера и блока питания.

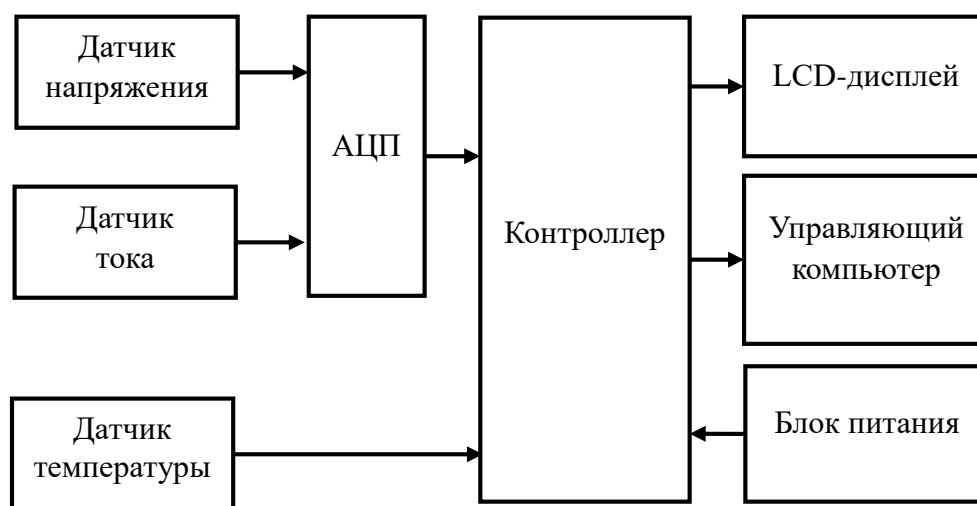


Рис. 1. Структурная схема системы контроля

В качестве контроллера выбрана аппаратно-программная платформа Arduino UNO на микроконтроллере ATmega328 (рис. 2). Платформа Arduino UNO имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как

выходы ШИМ), 6 аналоговых входов (каждый разрешением 10 бит), кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи. Обмен данными между контроллером и управляющим компьютером осуществляется по интерфейсу USB 2.0.



Рис. 2. Внешний вид платы Arduino UNO

В качестве датчика напряжения выбран модуль Voltage Detection Sensor Module 25V, совместимый с Arduino и позволяющий измерять напряжения от –25 до +25 В (рис. 3а). Входные контакты модуля подключаются к резистивному делителю напряжения с коэффициентом 1:3000, который установлен в источнике питания для ЭП процессов.

В качестве датчика тока выбран модуль ACS712, совместимый с Arduino и позволяющий измерять токи от –30 до +30 А (рис. 3б). Модуль состоит из прецизионного линейного датчика тока на базе эффекта Холла с медным проводником на нижней части. Прикладываемый к медному проводнику ток создает, улавливаемое датчиком, магнитное поле, которое преобразуется в пропорциональное напряжение. Уровень выходного напряжения датчика пропорционально зависит от измеряемого тока. Точность датчика оптимизирована за счет непосредственной близости от магнитного сигнала к

датчику. Напряжение обеспечивается ViCMOS Hall микросхемой с низким смещением и заводскими настройками точности.

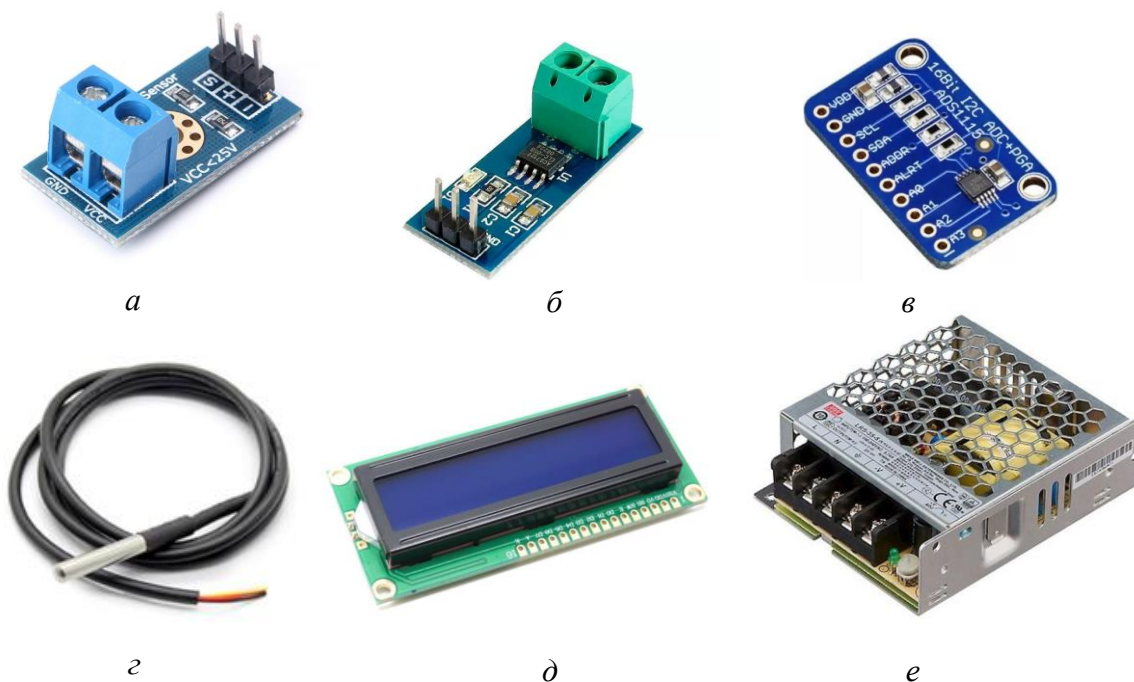


Рис. 3. Внешний вид компонентов системы контроля:
а – датчик напряжения; б – датчик тока; в – АЦП; г – LCD-дисплей;
д – датчик температуры; е – блок питания

Для повышения точности, скорости и гибкости измерений датчики напряжения и тока подключены к контроллеру Arduino UNO через плату 16-битного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) ADS1115 (рис. 3в). Обмен данными между АЦП и контроллером осуществляется по протоколу I²C.

В качестве датчика температуры выбран модуль DS18B20, совместимый с Arduino и позволяющий измерять температуру в диапазоне от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ с программируемой точностью $9\div 12$ бит (рис. 3г).

Для визуального отображения измеряемых значений напряжения, тока и температуры выбран дисплей LCD1602, совместимый с Arduino. Обмен данными между дисплеем и контроллером осуществляется по протоколу I²C (рис. 3д).

Для питания элементов и компонентов системы используется стабилизированный источник постоянного напряжения LRS-35-5 фирмы Mean

Well (рис. 3е).

На основании структурной схемы разработана электрическая принципиальная схема подключения датчиков, АЦП, контроллера, дисплея, управляющего компьютера и блока питания, представленная на рис. 4.

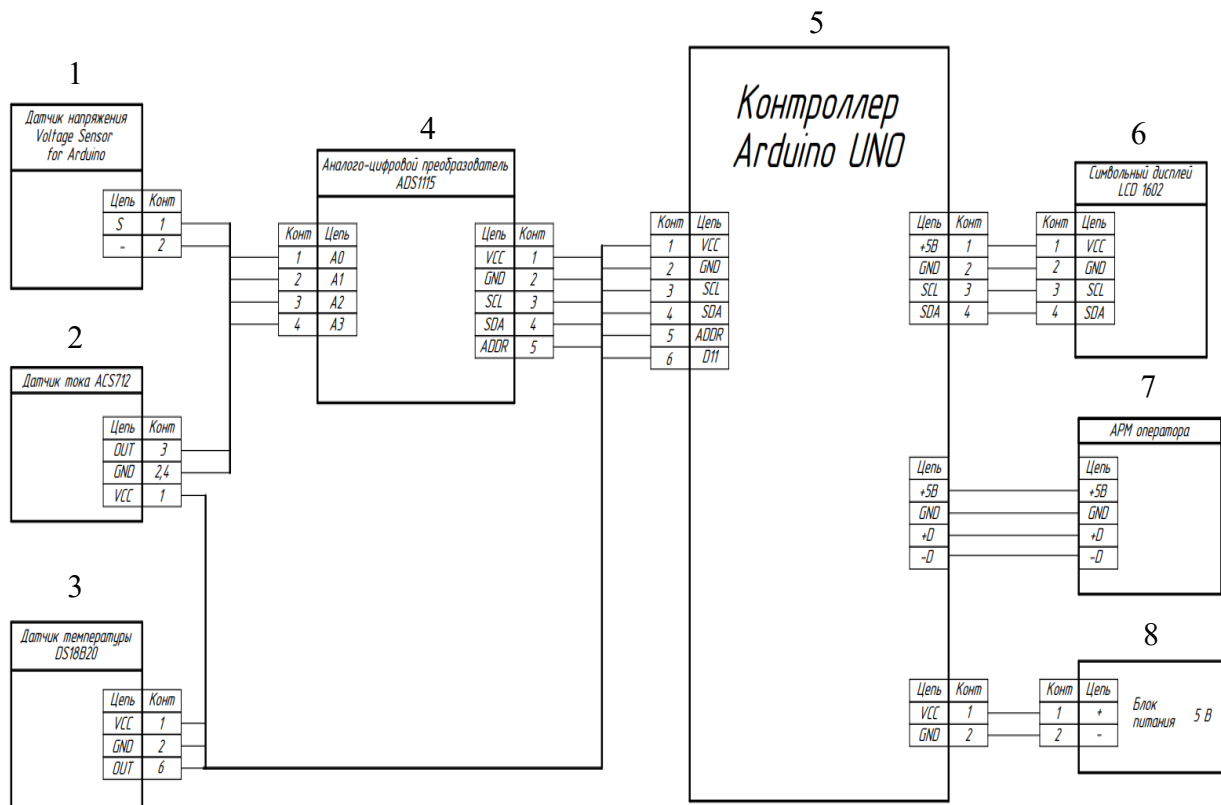


Рис. 4. Электрическая принципиальная схема подключения элементов системы контроля: 1 – датчик напряжения; 2 – датчик тока; 3 – датчик температуры; 4 – АЦП; 5 – контроллер; 6 – LCD-дисплей; 7 – управляющий компьютер; 8 – блок питания

Экспериментальное апробирование разработанной системы контроля

Разработанная и собранная система контроля была апробирована в составе автоматизированной исследовательской технологической установки для электролитно-плазменных процессов, изготовленной в СНИЛ ПЭО ДВТ филиала УУНиТ в г. Кумертау. При апробировании системы контроля образцы из алюминиевого сплава Д16Т размером 20x25x5 мм обрабатывали методом плазменно-электролитического оксидирования в водном растворе электролита объемом 5 л, содержащем 1 г/л КОН, 2 г/л $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и 2 г/л Na_2SiO_3 при

температуре 15 °С при постоянном напряжении обработки 550 В в течение 12 минут. В ходе ПЭО осуществлялась потоковая запись мгновенных значений тока и напряжения с частотой дискретизации 125 кГц, а также температуры электролита с периодом регистрации 1 с.

На рис. 5 представлены графики изменения напряжения, тока и температуры электролита, записанные с помощью системы контроля в ходе процесса ПЭО. Анализ рис. 5 показывает, что при ПЭО в вольтостатическом режиме с ростом оксидного покрытия его сопротивление увеличивается, а ток уменьшается, поскольку ПЭО-обработка проводится при постоянном напряжении.

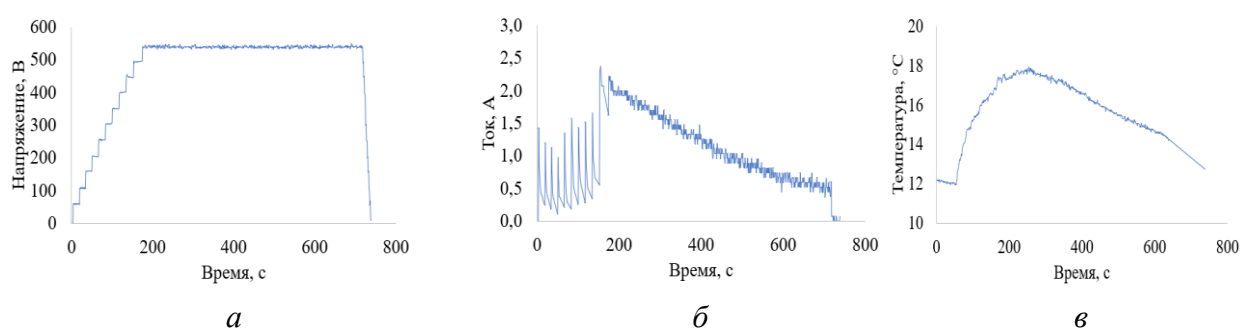


Рис. 5. Графики изменения напряжения (а), тока (б) и температуры электролита (в) в зависимости от длительности процесса ПЭО алюминиевого сплава

Экспериментальное апробирование системы контроля на других напряжениях обработки также показала свою работоспособность, как при нанесении толстослойных, так и тонкослойных покрытий.

Заключение

Таким образом, разработана и протестирована система контроля технологических параметров электролитно-плазменных процессов. Система контроля с относительно невысокой погрешностью позволяет осуществлять потоковую запись мгновенных значений напряжения и тока с частотой дискретизации 125 кГц, а также температуры электролита с периодом регистрации 1 с. Разработанная система контроля в дальнейшем может быть использована в контуре обратной связи при создании АСУ ТП ЭПО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атрощенко В.В., Ганцев Р.Х. Автоматическое управление и диагностика технологических процессов электрообработки. – М.: Машиностроение, 2000. – 203 с.
2. Саушкин Б.П. Физико-химические методы обработки в производстве газотурбинных двигателей. – М.: «Дрофа», 2002. – 655 с.
3. Суминов И.В., Белкин П.Н., Эпельфельд А.В. и др. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. – М.: Техносфера, 2011. Т. 1. – 464 с.
4. Парфенов Е.В., Невьянцева Р.Р., Горбатков С.А., Ерохин А.Л. Электролитно-плазменная обработка: моделирование, диагностика, управление: монография. – М.: Машиностроение, 2014. – 380 с.
5. Parfenov E.V., Yerokhin A., Nevyantseva R.R. et al. Towards smart electrolytic plasma technologies: An overview of methodological approaches to process modelling / Surface and Coatings Technology. – 2015. – Vol. 269. – P. 2-22.
6. Parfenov E.V., Yerokhin A.L., Matthews A. Frequency response studies for the plasma electrolytic oxidation process / Surface and Coatings Technology. – 2007. – Vol. 201. – P. 8661-8670.

© Шевцов А.А., Лазарев Д.М., 2024

УДК 519.71

Силин И.П., Гаврилов В.Ф.

Уфимский университет науки и технологий, филиал в г. Кумертау, отделение СПО «Авиационный технический колледж»

Науч. рук. доцент *Зайцева А.А.*

Silin I.P., Gavrilov V.F.

Ufa University of Science and Technology branch in Kumertau, department of SVE «Aviation Technical College»

**СИНТЕЗ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
МНОГОДВИГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТА
ПО КОМПЛЕКСУ ВНУТРИДВИГАТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ**

**SYNTHESIS OF AN INTEGRATED CONTROL SYSTEM
FOR A HELICOPTER MULTI-ENGINE POWER PLANT ACCORDING
TO A COMPLEX OF INTRA-ENGINE PARAMETERS**

Аннотация: Развитие беспилотной техники, является приоритетным направлением в РФ, что подтверждается утвержденным Владимиром Путиным перечнем поручений по вопросам развития беспилотных авиационных систем (от 30 декабря 2022 г. № Пр-2548).

Применение БПЛА — это быстрый и безопасный способ инспекции нефтегазопроводов, который позволит сэкономить, время и ресурсы при осмотрах, повысить оперативность в поисках неисправностей газопроводов, точность и детальность информации о состоянии газопроводов, благодаря возможности съемки в высоком разрешении и применения дополнительного навесного оборудования.

Abstract: The development of unmanned vehicles is a priority in the Russian Federation, which is confirmed by the list of instructions approved by Vladimir Putin on the development of unmanned aircraft systems (dated December 30, 2022, No. Pr-2548).

The use of UAVs is a fast and safe way to inspect oil and gas pipelines, which will save time and resources during inspections, increase efficiency in the search malfunctions of gas pipelines,

accuracy and detail of information about the condition of gas pipelines, due to the possibility of shooting in high resolution and the use of additional attachments.

Ключевые слова: нефтегазопровод, беспилотник, инспекция.

Key words: oil and gas pipeline, drone, inspection

Осмотр воздушных линий электропередачи связан с рядом проблем: высокие временные затраты и риски поражения электрическим током, трудоемкий процесс осмотра, затрудненный труднодоступным расположением линий, а также значительные затраты на выезд и работу бригады. Экспериментальные исследования показали, что использование квадрокоптера вместо классического пешего метода позволяет сократить затраты на обследование одного километра ВЛ на 58,7%, главным образом за счет экономии временных ресурсов (на 62,5% быстрее) и транспортных расходов. Также уменьшается количество людей, необходимых для проведения инспекции - с четырех до двух человек.

Таблица 1

Модель	Время полета	Радиус полета	Скорость полета	Дополнительное оборудование	Условия эксплуатации	Стоимость
DJI Phantom 3 Professional	около 33 мин	2 км	16	Держатель для смартфона или планшета, пропеллеры (4 пары) аккумулятор Li-Po, зарядное устройство	Допустима температура воздуха 0°...40°С.	110 т.р. + доп. оборудование
Xiaomi Mi Drone 4K	27 мин	2 км	18	Держатель для смартфона или планшета, 3-х	Допустима температура	32 т.р. + доп. оборудование

				осевой гироскопический подвес камеры на электродвигателях	а воздуха 0°...40°С.	
DJI Mavic Air Fly More Combo	17-21 мин	2 км	19	FPV система с возможностью подключения камеры, 3-х осевой гироскопический подвес камеры на электродвигателях	Допустима температура воздуха 0°...40°С.	468 т.р.
DJI inspire 1 V2.0	18 мин	2 км	22	Держатель для смартфона или планшета, 3-х осевой гироскопический подвес камеры на электродвигателях	Допустима температура воздуха 0°...40°С.	106,5 т.р. + доп. оборудование
Геоскан	15 мин	2 км	36	FPV система с возможностью подключения камеры, 3-х осевой гироскопический подвес камеры на электродвигателях	Допустима температура воздуха - 15°...30°С.	90 т.р. + доп. оборудование

Наш БПЛА	до 25 мин	до 3 км	20	Допустима я температур а воздуха - 20°...30°С.	150 т.р.
-------------	--------------	------------	----	--	----------

В таблице 1 приведены характеристики некоторых БПЛА, которые можно использовать для инспекции нефтегазопроводов, а также наш новый БПЛА, который имеет несколько преимуществ перед аналогами. Он может летать дольше и поднимать больше груза - до 5 кг. Это позволяет устанавливать на него дополнительное оборудование для инспекции трубопроводов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение беспилотных летательных аппаратов, в частности квадрокоптеров, для осмотра воздушных линий электропередач является перспективным и экономически выгодным подходом. Использование квадрокоптеров позволяет значительно сократить временные и финансовые затраты на проведение инспекций, а также минимизировать риски, связанные с поражением электрическим током и трудоемкостью процесса осмотра. В результате экспериментальных исследований было установлено, что применение квадрокоптера вместо классической пешей инспекции одного километра воздушных линий электропередачи дает экономию в размере 58,7% за счет сокращения временных затрат (на 62,5% быстрее), транспортных расходов и уменьшения количества необходимого персонала

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материаловедение: учеб. для студентов вузов / В.С. Кушнер, А.С. Верещака, А.Г. Схиртладзе, Д.А. Негров, О.Ю. Бургонова.; под ред. В.С. Кушнера. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008. – 232 с.
2. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. В 2-х т. / И.В. Суминов, П.Н. Белкин, А.В. Эпельфельд и др. – М.: Техносфера, 2011. – 512 с.

3. Жуков С.В., Кантаева О.А, Суминов И.В и др. Исследование физикомеханических свойств, структуры и фазового состава покрытий, полученных методом микродугового оксидирования // Приборы. – 2008. – № 4. – С. 28-32.

4. Руднев В.С. Многофазные анодные слои и перспективы их применения // Защита металлов. – 2008. – Т. 44, № 3. – С. 283-292.

© Силин И.П., Гаврилов В.Ф., 2024

УДК 377.6

Таушкин А.А.

Уфимский университет науки и технологий

Науч. рук. преподаватель СПО *Матвиенко Т.В.*

Уфимский университет науки и технологий

Taushkin A.A.

Ufa University of Science and Technology

**ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД
К ПРЕПОДАВАНИЮ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

**AN INNOVATIVE APPROACH TO THE TEACHING OF ELECTRICAL
ENGINEERING DISCIPLINES**

Аннотация: к проблемам преподавания электротехнических дисциплин в современных условиях относятся: сокращение аудиторных часов за счет увеличения часов самостоятельного изучения предмета; малоэффективная методика преподавания; морально и технически устаревшее оборудование. Для устранения проблем необходимо полностью перестроить традиционную методику преподавания электротехнических дисциплин.

Ключевые слова: инновационные методы, компьютеризация, имитационный тренажер, мультимедийное приложение, игровые платформы.

Abstract. The problems of teaching electrical engineering disciplines in modern conditions include: reduction of classroom hours by increasing the hours of self-study of the subject; ineffective teaching methods; morally and technically outdated equipment. To eliminate the problems, it is necessary to completely rebuild the traditional methodology of teaching electrical engineering disciplines.

Keywords: innovative methods, computerization, simulation simulator, multimedia application, gaming platforms.

Инновационные методы обучения — это использование самых передовых технологий в преподавании и обучении. [4] Институт образовательных технологий Открытого университета Великобритании определил десять образовательных инноваций - 2023, которые могут изменить преподавание и обучение: преподавание с использованием ИИ-инструментов - перемены и в содержании и в форматах занятий; метавселенные для образования - виртуальная реальность, где участники могут делать всё то же самое, что и в реальном мире (в том числе взаимодействовать с другими пользователями), с помощью цифровых аватаров; мультимодальная педагогика - видео и текста, трёхмерных моделей и аудио; учебные программы, в которых учащиеся могут увидеть себя - знакомить учащихся с различными дисциплинами через истории и примеры, близкие им; педагогика заботы в цифровой среде - это перенос практик заботы в онлайн-среду. в этом подходе всё взаимодействие с учащимися основано на эмпатии; подкасты в преподавании - прослушивание подкастов и их создание; обучение через вызов - побуждает исследовать нужную тему, привлекая разные источники; предпринимательское образование - курсы, которые помогают учащимся разного возраста лучше понимать предпринимательство и бизнес-мир; педагогика отношений; педагогика смешанного и гибридного обучения - то, как будет выглядеть занятие или целый курс, формируется под влиянием среды с учётом личных предпочтений учителя, особенностей и пожеланий учащихся, образовательных задач.

В преподавании электротехнических дисциплин существовало несколько проблем: различный уровень начальной подготовки студентов; боязнь техники

студентами; равнодушие студента к самой дисциплине; отсутствие у студента технического склада мышления.

В современных условиях к этим проблемам добавились новые: уменьшение аудиторной нагрузки; расширение разновидностей электротехнических и электронных устройств; техническое переоборудование учебных лабораторий требует больших материальных и временных затрат.

Использование информационных технологий и электронных образовательных ресурсов на всех видах занятий позволит решить проблемы, связанные с сокращением количества аудиторных часов.

Лекции с видеоинформацией или анимацией станут более занимательными и эмоциональными, повысится объем и качество информации.

Компьютеризация лабораторно-практических занятий позволит активизировать деятельность студентов, нагляднее продемонстрировать связь теории с практикой, позволит повысить уровень научности лабораторных экспериментов. Существует множество конструкторов электрических схем, позволяющих имитировать на экране монитора процессы сборки электрических схем, исследовать особенности их работы, проводить измерения электрических величин так, как это делается в реальном эксперименте, минуя боязнь техники. Имитационный тренажер “Электромонтажные работы” позволяет совершенствовать у обучаемых профессиональных навыков и умений. Разработана обучающая система для студентов младших курсов по курсу электричества. Это мультимедийное приложение в форме электронного конструктора, в котором можно собирать различные электрические схемы. Имитационный тренажера “Электромонтажные работы” (VR) – формирует и совершенствует знания и навыки по электромонтажным работам.

Использование игровых обучающих платформ (Рис.1.) [1] станет хорошим способом получения обратной связи от студентов, особенно на этапах закрепления или проверки знаний студентов. Смартфоны станут инструментом, а не помехой на занятиях.



Рис.1. Современные инновации в образовании

На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод: применение информационных технологий оправдано, так как позволяет активировать деятельность студентов, дает возможность повысить качество образования, разнообразить формы межличностного общения всех участников образовательного процесса. Но это требует активного развития кадрового потенциала педагогов (Рис.2.) [3].



Рис.2. Развитие кадрового потенциала педагогов

Результаты использования новых информационных технологий при преподавании специальных дисциплин [2]: повышение уровня знаний студентов; более глубокое усвоение предметов; в центре технологии обучения – студент; в основе учебной деятельности – сотрудничество; активная позиция студента в учебном процессе; формирование мотивации и развитие способности студента к самообразованию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодров А.Н. Инновации в профессиональном образовании / А.Н. Бодров // Профессиональное образование. – 2009. № 8. 9 с.
2. Воронин А.В. Конкурентная стратегия инновационного профессионального образования / А.В. Воронин // Профессиональное образование. – 2006. № 7. – 7 с.
3. Ермакова Л. В режиме инновационного развития / Л.Ермакова // Учитель. – 2008. № 3. 27 с.
4. Пальтов А.Е. Инновационные образовательные технологии: Учебное пособие. – Владим. Гос. ун-т им. А.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018 – 119 с.

© Таушкин А.А., 2024

Федоров С.В., Морозова А.И.

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» в г. Кумертау

Fedorov S.V., Morozova A.I.

Branch of the Ufa University of Science and Technology in Kumertau

**НОВЫЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
БОРТОВЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ
ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ И
УЗЛОВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

**NEW CIRCUIT ENGINEERING SOLUTIONS IN THE DESIGN OF ON-
BOARD MULTICHANNEL MEASURING COMPLEXES FOR THE STUDY
OF ACOUSTIC STRENGTH OF ELEMENTS AND COMPONENTS OF
AVIATION EQUIPMENT**

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос схемотехнического проектирования бортового многоканального измерительного комплекса исследования акустической прочности элементов и узлов авиационной техники. Приведена существующая схема бортового многоканального измерительного комплекса. Недостатком существующей схемы является использование операционного усилителя, что приводит к нелинейной зависимости чувствительности от коэффициента усиления. Влияние внешних резисторов на качественные показатели схемы, а также низкие значения собственных качественных параметров операционного усилителя. Также необходимость аналогового мультиплексора для переключения каналов. В качестве решения данных проблем было предложено применение коммутируемого мультидифференциального операционного усилителя. Система бортового многоканального измерительного комплекса, на основе коммутируемого мультидифференциального усилителя, обеспечивает более точное измерение параметров виброакустической прочности обшивки самолета.

Abstract. The article considers the issue of circuit design of an on-board multichannel measuring complex for the study of the acoustic strength of elements and assemblies of aviation equipment.

The existing scheme of an on-board multichannel measuring complex is presented. The disadvantage of the existing scheme is the use of an operational amplifier, which leads to a nonlinear dependence of sensitivity on gain. The influence of external resistors on the quality of the circuit, as well as low values of the intrinsic quality parameters of the operational amplifier. There is also a need for an analog multiplexer to switch channels. As a solution to these problems, the use of a switched multidifferential operational amplifier was proposed. The system of the on-board multichannel measuring complex, based on a switched multi-differential amplifier, provides a more accurate measurement of the parameters of the vibro-acoustic strength of the aircraft skin.

Ключевые слова: бортовые многоканальные измерительные комплексы, исследования акустической прочности, авиационная техника, коммутируемый мультидифференциальный операционный усилитель.

Keywords: on-board multichannel measuring complexes, acoustic strength studies, aviation technology, switched-on multidifferential operational amplifier.

Введение

Современные информационно-измерительные и управляющие системы и устройства, элементная база которых основывается на компонентах, формируемых методами микроэлектронных групповых технологий, вошли в противоречие с конструкциями и технологиями традиционных датчиков, изготавливаемых индивидуально с использованием значительного числа ручных операций. Значительные габариты, вес, неудовлетворительные надежность и ресурс, а также плохая совместимость традиционных датчиков с современными информационно-измерительными системами зачастую тормозят создание новых изделий и исследования в области новейших технологий. Примерами объектов, в которых затруднено применение традиционных датчиков, являются орбитальные космические станции, межпланетные аппараты, авиационная техника последних поколений, беспилотные летательные аппараты [1, 2].

Значительные возможности по повышению ресурса, надежности и расширению функциональных возможностей могут быть получены при использовании в датчиках физических величин методов и технологий микромеханики и микросистемной техники. Интеграция микромеханических

конструкций чувствительных элементов со схемами обработки, усиления и настройки позволяет качественно улучшить характеристики датчик физических величин. Так, в частности, используя эффект мультичувствительности полупроводниковых структур к различным физическим параметрам, можно реализовать совмещенные датчики, например, давления и температуры, давления и вибраций, газоанализаторы различных газов [3-4].

Микроэлектронные датчики физических величин в настоящее время находят широчайшее применение в различных отраслях науки и техники, в том числе в таких стратегических отраслях, как авиация, космос, вооружение и военная техника [5].

Для дальнейшего преобразования сигнала датчика используются вторичные активные преобразователи, выполненные на базе операционных усилителей (ОУ) (например, инструментальные усилители (ИУ)). Однако они обладают рядом недостатков [6]:

1. сложность (необходимо использовать от трех и более операционных усилителей);
2. низкое значение коэффициента ослабления синфазного входного напряжения;
3. высокое значение напряжение смещения нуля;
4. трудность в обеспечении идентичности каскадов.

Поэтому актуальной задачей, рассматриваемой в данной статье, является проектирование и исследование вторичных преобразователей сигналов микроэлектронных датчиков с улучшенными характеристиками.

Основная часть

Объектом является бортовой многоканальный измерительный комплекс исследования акустической прочности элементов и узлов авиационной техники. Схема бортового многоканального измерительного комплекса исследования акустической прочности элементов и узлов авиационной техники приведена на рис. 1 [4].

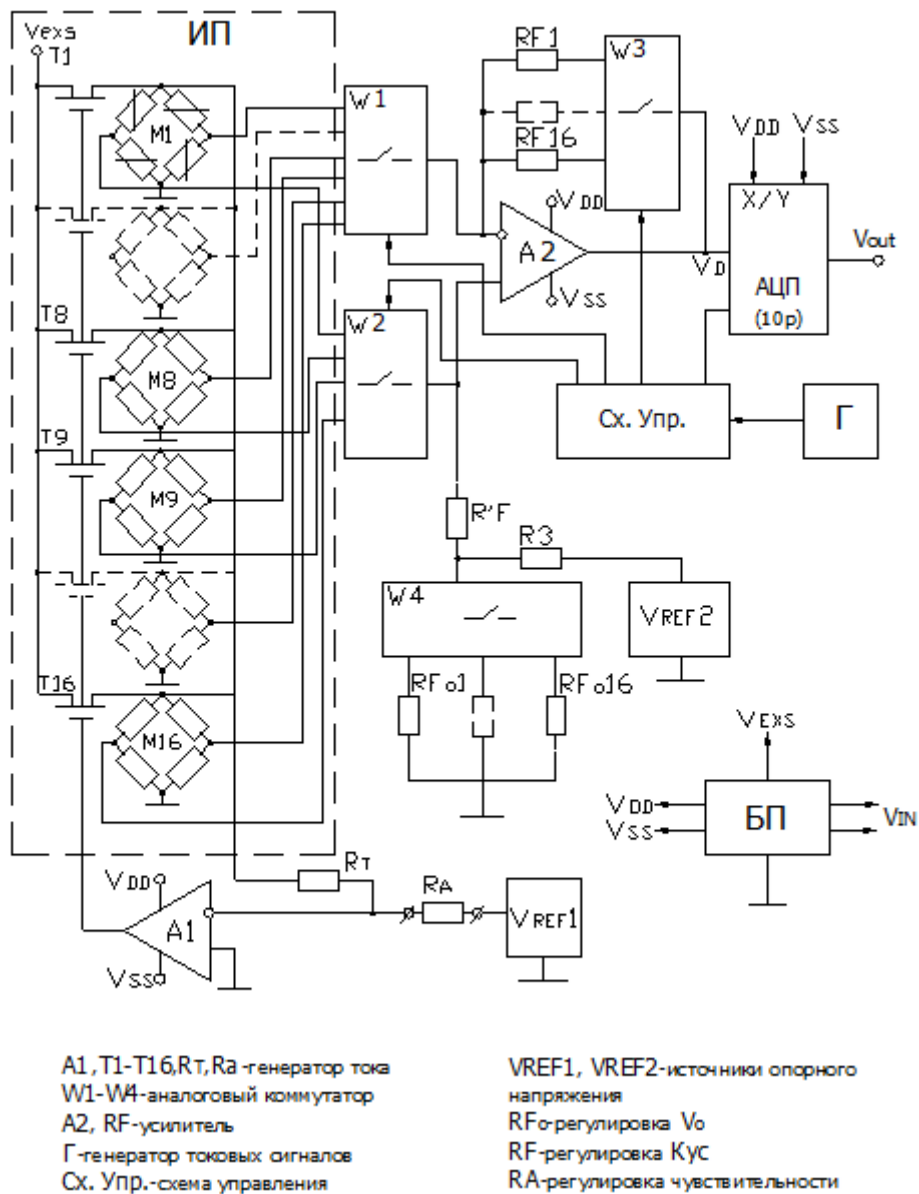


Рис. 1. Схема для измерения виброакустической прочности обшивки самолета

Для измерения деформаций наибольшее распространение получил метод электротензометрии, основанный на тензорезистивном эффекте, т.е. свойстве проводников и полупроводников изменять свое сопротивление при деформировании. При этом в качестве измерительного преобразователя деформации в изменение активного сопротивления применяются тензорезисторы. Схема расположения плоских микроэлектронных датчиков на основе тензорезисторов на элементах многоцелевого самолета при проведении летно-конструкторских испытаний представлена на рис. 2.

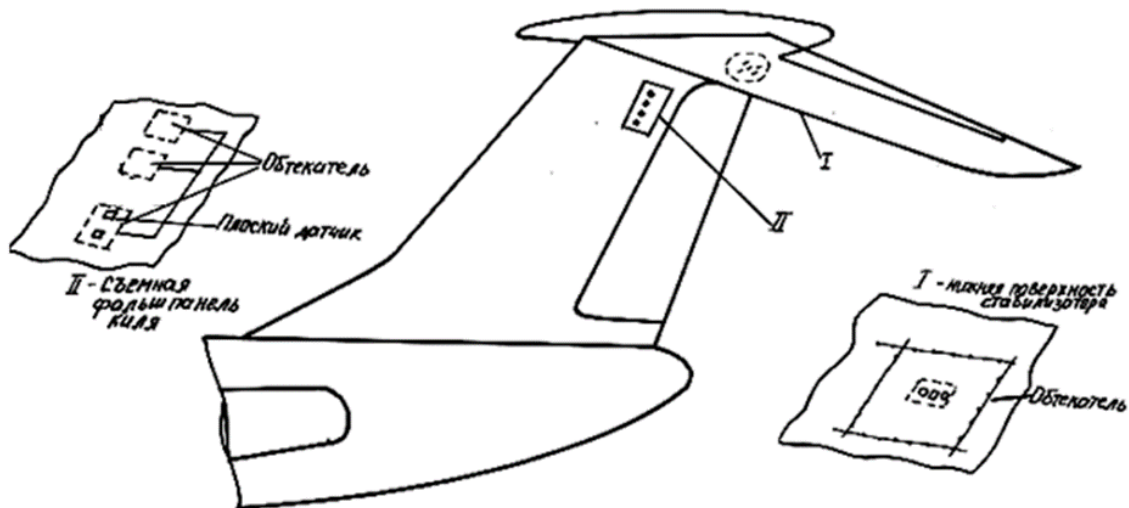


Рис. 2. Схема расположения плоских микроэлектронных датчиков на основе тензорезисторов на элементах многоцелевого самолета при проведении летно-конструкторских испытаний

В качестве измерительного преобразователя в схеме на рис. 1 использована мостовая схема на основе одного ОУ (рис. 3).

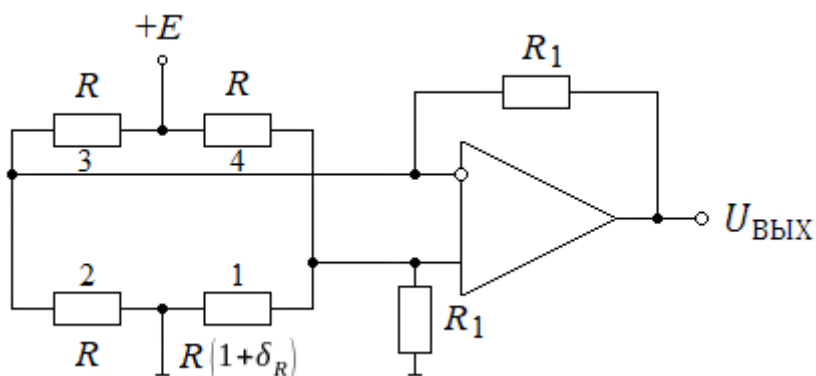


Рис. 3. Активная мостовая схема на основе одного ОУ с повышенной чувствительностью

Выходное напряжение схемы при условии, что чувствительный элемент установлен на позицию 1:

$$U_{\text{вых}}(1) = E \frac{R(1+\delta_R) // R_1}{R + R(1+\delta_R) // R_1} \left(1 + \frac{R_1}{0,5R} \right) - E \frac{R_1}{R}$$

Недостатки существующей системы измерения виброакустической прочности обшивки самолета:

1. Нелинейная зависимость выходного напряжения от изменения сопротивления R_1 , отвечающего за коэффициент усиления ОУ.
2. Максимальная чувствительность системы достигается при $R_1 \gg R$.
3. Низкий собственный коэффициент усиления ОУ.
4. Влияние внешних резисторов на качественные показатели схемы.
5. Высокое значение напряжения смещения ОУ.
6. Низкое значение коэффициента ослабления синфазного сигнала.
7. Необходимость аналогового мультиплексора для переключения каналов.

Для решения указанных выше проблем была разработана схема бортового многоканального измерительного комплекса на основе коммутируемого мультидифференциального операционного усилителя (рис. 4).

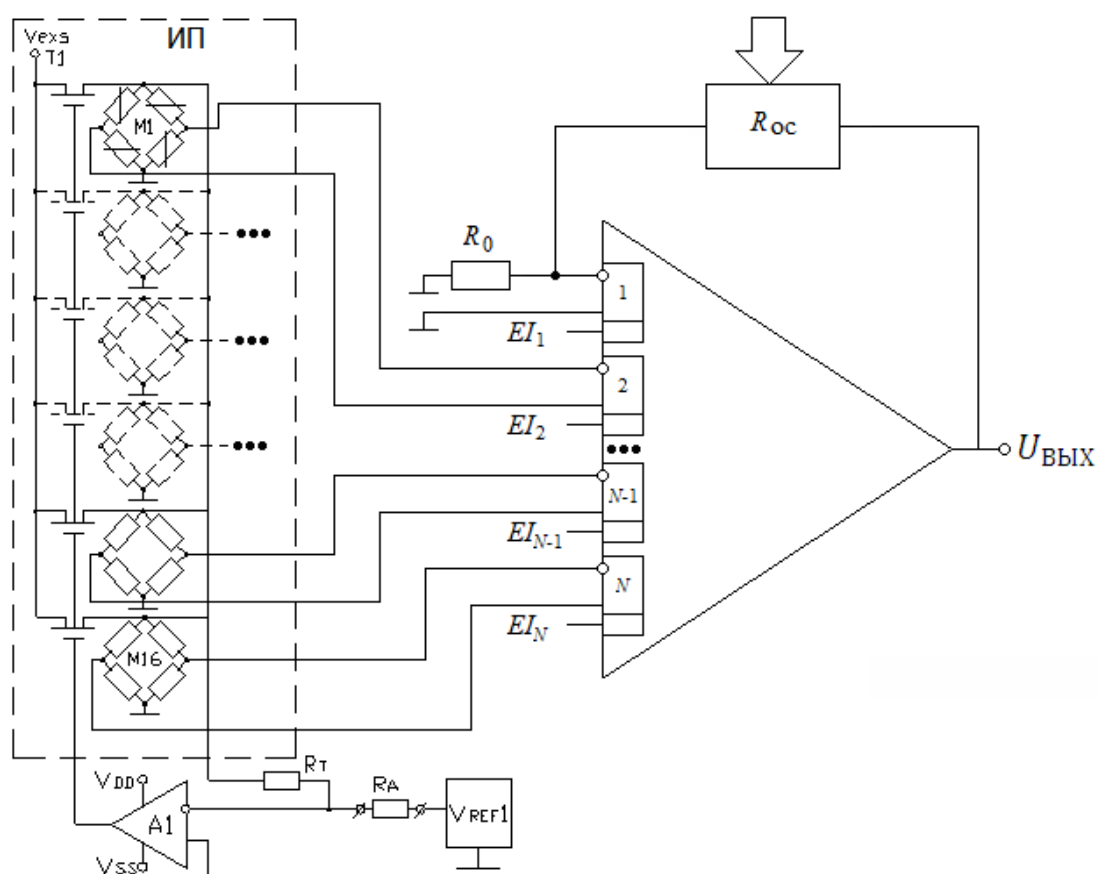


Рис. 4. Система бортового многоканального измерительного комплекса на основе многоканального мультидифференциального усилителя

Одним из важных преимуществ данной системы является возможность цифрового управления его дифференциальным коэффициентом усиления

посредством высокотехнологичной матрицы $R-2R$, что обеспечивает его интеграцию в традиционные порты ввода/вывода. При этом, в отличие от традиционных подходов, здесь необходимо использовать резистивные матрицы $R-2R$ в режиме масштабирования тока (рис. 5) [7].

Выходное напряжение схемы по любому каналу имеет вид

$$U_{\text{ВЫХ}} = \left(1 + \frac{R_{\text{OC}}}{R_0}\right) \frac{E}{4} \frac{\delta_k}{1 + 0.5\delta_k}.$$

Преимущества разработанной системы измерения виброакустической прочности обшивки самолета:

1. Линейная зависимость чувствительности от коэффициента усиления МОУ.
2. Высокий собственный коэффициент усиления ОУ.
3. Низкое значение напряжения смещения ОУ.
4. Высокое значение коэффициента ослабления синфазного сигнала.

Заключение

Таким образом, разработанная система бортового многоканального измерительного комплекса на основе многоканального мультидифференциального усилителя обеспечивает более точное измерение параметров виброакустической прочности обшивки самолета.

Используемый в качестве усилителя коммутируемый мультидифференциальный усилитель обладает более качественными собственными параметрами – высоким собственным коэффициентом усиления, низким значением напряжения смещения и высоким значением коэффициента ослабления синфазного сигнала по сравнению с существующими операционными и инструментальными усилителями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка датчиков физических величин с применением унифицированных чувствительных элементов и измерительных модулей / В.П. Маланин, Д.А. Сергеев, П.Г. Михайлов, А.В. Соколов // Проблемы автоматизации и управления в технических системах: сборник статей Международной научно-технической конференции, Пенза, 23–25 апреля 2013 года / под редакцией М.А. Щербакова. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2013. – С. 233-237. – EDN TCKZYТ.
2. Анализ моделей и базовых конструкций кремниевых чувствительных элементов емкостных датчиков давления / В.П. Маланин, П.Г. Михайлов, Д.А. Сергеев, А.В. Соколов // Проблемы автоматизации и управления в технических системах: сборник статей Международной научно-технической конференции, Пенза, 23–25 апреля 2013 года / под редакцией М.А. Щербакова. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2013. – С. 226-230. – EDN TCKZXZ.
3. Михайлов, П.Г. Контроль и диагностика чувствительных элементов пьезоэлектрических датчиков / П.Г. Михайлов, И.О. Лапшин, В.П. Михайлова // Контроль. Диагностика. – 2010. – № 5. – С. 23-25. – EDN MQFNFN.
4. Михайлов, П.Г. Датчики для ракетно-космической и авиационной техники / П.Г. Михайлов, В.П. Михайлова, И.О. Лапшин // Авиакосмическое приборостроение. – 2010. – № 3. – С. 16-21. – EDN KZVNHD.
5. Датчики теплофизических и механических параметров: справочник в 3-х томах / Е.Е. Багдатыев, В.Д. Бурков, А.В. Гориш [и др.]. Том 1. Книга 1. – Москва : Издательское предприятие редакции журнала "Радиотехника", 1998. – 458 с. – ISBN 5-88070-004-5. – EDN VQVHXL. Михайлов, П.Г. Моделирование и конструирование кремниевых чувствительных элементов емкостных датчиков давления / П.Г. Михайлов, В.И. Лапшин, Д.А. Сергеев // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 5(142). – С. 128-133. – EDN QBKGRJ.
6. Мультидифференциальные операционные усилители напряжений и токов с активной отрицательной обратной связью: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.05 / Пахомов Илья Викторович; [Место защиты: Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т им. М.И. Платова]. – Ростов-на-Дону, 2017. – 208 с.
7. Крутччинский, С.Г. Инструментальные усилители на базе мультидифференциальных ОУ / С.Г. Крутччинский, А.В. Нефедова, Е.И. Старченко // Проблемы разработки перспективных микро- и нанoeлектронных систем (МЭС). – 2008. – № 1. – С. 360-365. – EDN MQJAXJ.

© Федоров С.В., Морозова А.И., 2024

При подготовке электронного издания использовались следующие программные средства:

- Adobe Acrobat – текстовый редактор;
- Microsoft Word – текстовый редактор.

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Научное издание

ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛОДЕЖИ

Материалы

*XXII научно-практической конференции
с международным участием
(г. Кумертау, 15 – 16 апреля 2024 г.)*

Электронное издание сетевого доступа

*За достоверность информации, изложенной в статьях,
ответственность несут авторы.*

Статьи публикуются в авторской редакции

Подписано к использованию 05.08.2024 г.
Гарнитура «Times New Roman». Объем 10,92 Мб.
Заказ 101.

*ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
450008, Башкортостан, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 12.*

Тел.: +7-908-35-05-007
e-mail: ric-bdu@yandex.ru