



**НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО  
В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ  
(ЭКОЛОГИЯ–2021)**

**SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION  
IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS  
(ECOLOGY–2021)**

*XVII Международная научно-техническая конференция*

*XVII International scientific-and-technical conference*

**Том 1**

**Volume 1**

**Уфа 2021**

**UFA 2021**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Уфимский государственный авиационный технический университет»  
Местное отделение Российского союза молодых ученых в г. Уфе  
Республики Башкортостан  
Общественный совет при Государственном комитете  
Республики Башкортостан по чрезвычайным ситуациям

# НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (ЭКОЛОГИЯ–2021)

*XVII Международная научно-техническая конференция*

Том 1

Научное электронное издание сетевого доступа

© УГАТУ  
**ISBN 978-5-4221-1518-1**  
**ISBN 978-5-4221-1519-8 (Т. 1)**

Уфа 2021

The Ministry of Science and High Education of Russian Federation  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
Ufa State Aviation Technical University  
Local branch of Russian Union of Young Scientists in Ufa  
Republic of Bashkortostan  
Public Council under the National Committee for Emergencies  
of the Republic of Bashkortostan

# SCIENCE, EDUCATION, PRODUCTION IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS (ECOLOGY–2021)

*XVII International scientific-and-technical conference*

Volume 1

Scientific electronic publication of network access

© УГАТУ  
**ISBN 978-5-4221-1518-1**  
**ISBN 978-5-4221-1519-8 (T. 1)**

UFA 2021

УДК 574

Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология–2021) : материалы XVII Международной научно-технической конференции: в 2 томах [Электронный ресурс] / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа : УГАТУ, 2021.

Том 1. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – URL: [https://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/El\\_izd/2021-145.pdf](https://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/El_izd/2021-145.pdf)

Содержатся статьи, включенные в программу XVII Международной научно-технической конференции «Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология–2021)».

### **Организационный комитет конференции:**

#### **Председатель оргкомитета:**

Новиков С. В. – ректор ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ), канд. экон. наук, доцент (г. Уфа, Россия).

#### **Зам. председателя оргкомитета:**

Елизарьев А. Н. – проректор по учебной работе УГАТУ, канд. геогр. наук, доцент, член Общественной палаты Республики Башкортостан, председатель Общественного совета при Госкомитете РБ по чрезвычайным ситуациям (г. Уфа, Россия).

#### **Члены оргкомитета:**

Еникеев Р. Д. – Первый проректор по науке УГАТУ, д-р техн. наук, профессор (г. Уфа, Россия);

Николайкин Н. И. – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Безопасность полетов и жизнедеятельности» Московского государственного технического университета гражданской авиации (г. Москва, Россия);

Фащевская Т. Б. – канд. геогр. наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории региональной гидрологии Института водных проблем РАН (г. Москва, Россия);

Лонгобарди А. – Ph.D, профессор, Департамент строительной инженерии, Университет Салерно (г. Салерно, Италия);

Мазлова Е. А. – д-р техн. наук, профессор кафедры промышленной экологии РГУ им. Губкина, академик РАЕН, эксперт ЮНИДО по экологическим проблемам нефтегазового комплекса (г. Москва, Россия);

Каттани К. – Ph.D, профессор, Департамент экономики, инженерии, общества и бизнеса, Университет Тосканы (г. Витербо, Италия).

#### **Отв. секретарь оргкомитета:**

Афанасьев И. А. – старший преподаватель кафедры безопасности производства и промышленной экологии УГАТУ (г. Уфа, Россия).



При подготовке электронного издания использовались следующие программные средства:

- Adobe Acrobat – текстовый редактор;
- Microsoft Word – текстовый редактор.

*Материалы публикуются в авторской редакции*

Корректор *О. А. Соколова*

Программирование и компьютерный дизайн *О. М. Толкачёва*

Подписано к использованию: 29.09.2021

Объем: 8,69 Мб.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

450008, Уфа, ул. К. Маркса, 12.

Тел.: +7-908-35-05-007

e-mail: rik@ugatu.su

Все права на размножение, распространение в любой форме остаются за разработчиком.  
Нелегальное копирование, использование данного продукта запрещено.

## СЕКЦИЯ 1. «ВОДА И УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ»

*Ишалева Т. А., Ягдарова О. А.*

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

### АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАЛЫХ РЕК ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Аннотация.* В данной статье на примере двух малых рек Чувашской республики представлены результаты мониторинга (2019, 2020) некоторых гидрохимических показателей (нефтепродукты, нитрит ионов и тяжелых металлов) отборов проб воды из р. Цивиль и р. Рыкши. Кроме того, в работе приведено подробное географическое описание расположения р. Цивиль и р. Рыкша на территории Чувашской Республики. Дана оценка экологического состояния изученных рек.

*Ключевые слова:* малые реки, гидрохимические показатели реки, рыбохозяйственный водоем, мониторинг водных объектов, водородный показатель (pH), нитрит ион ( $\text{NO}_2^-$ ), тяжелые металлы, нефтепродукты.

*Ishaleva T. A., Yagdarova O. A.*

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

### ANALYSIS OF SOME HYDROCHEMICAL INDICATORS OF SMALL RIVERS OF THE CHUVASH REPUBLIC

*Abstract.* In this article, using the example of two small rivers of the Chuvash Republic, the results of monitoring (2019, 2020) of some hydrochemical indicators (oil products, nitrite ions and heavy metals) of water sampling from the Tsivil River and the Ryksha River are presented. In addition, the paper provides a detailed geographical description of the location of the Tsivil River and the Ryksha River on the territory of the Chuvash Republic. An assessment of the ecological state of the studied rivers is given.

*Key words:* small rivers, river hydrochemical indicators, fishery reservoir, monitoring of water bodies, hydrogen index (pH), nitrite ion ( $\text{NO}_2^-$ ), heavy metals, oil products.

Малые реки все чаще становятся объектом исследований, так как во многих бассейнах малых рек ведется интенсивная хозяйственная деятельность, что оказывает на них неблагоприятное воздействие. Данная деятельность приводит к изменениям величины и режима стока реки, нарушению его гидрохимического режима, а также к заилению и обмелению и ухудшению качества воды [2].

В настоящее время проблема малых рек связана с тем, что большинство их не входят в программы мониторинга водных объектов, реализуемых экологическими службами, но, не нужно забывать, что именно малые реки играют существенную роль и составляют основу гидрографической сети. Поэтому одним из главных звеньев в системе мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов следует считать оптимизацию системы мониторинга состояния поверхностных вод, которая будет связана с восстановлением гидрохимических наблюдений над малыми реками.

К малым относятся реки длиной менее 100 км со среднегодовыми расходами воды  $\text{м}^3/\text{с}$ , количество которых на территории Российской Федерации составляет около 99 % от общего количества речных водотоков. Малые водотоки имеют большое хозяйственное и рекреационное значение, так как они не только питают крупные реки, повышая их водность, но и придают уникальность их географическому ландшафту. В то же время реки такого типа наиболее чувствительны и восприимчивы к изменениям природной окружающей среды и, конечно, антропогенному воздействию.

Нужно отметить, что для малых рек характерна незначительная самоочищающаяся способность. Процессы естественного самоочищения водных объектов в первую очередь зависят от большого разнообразия загрязняющих веществ, так и от специфических (физико-географических условий и др.) особенностей водотоков. Среди неблагоприятных факторов, влияющих на процессы самоочищения малых рек, особое значение имеет химическое загрязнение водоемов промышленными стоками, сточными водами, биогенными элементами (азотом, фосфором и др.), которые тормозят естественные окислительные процессы в воде и приводят к летальности микроорганизмов. Скорость самоочищения водоема и разложения углеродсодержащих соединений зависит от факторов, которые определяют ее микробиологическую активность (температура, доступ кислорода, питательный режим водной среды). Особенности природных условий (географический ландшафт), развитые промышленные и сельскохозяйственные производства, приводят к возникновению различных природных и техногенных источников поступления тяжелых металлов, пестицидов, канцерогенных веществ, радионуклидов и др. в окружающую природную среду. Таким образом, все это определяет актуальность проводимого исследования, данные результаты могут быть использованы в практической деятельности экологических служб, а также могут повлиять на принятия решений на законодательном уровне региона в области восстановления водных экосистем. Постоянный мониторинг водных объектов является необходимым мероприятием для оценки гидрохимических показателей качества малых рек [2].

Чувашская Республика относится к числу промышленно развитых и сельскохозяйственных регионов, поэтому антропогенное воздействие на водные объекты проявляется, особенно в бассейнах малых рек.

Целью нашего исследования являлось провести оценку гидрохимического анализа малых рек Чувашской Республики на примере р. Цивиль и р. Рыкша.

По территории Чувашской Республики полностью или частично протекает 2356 рек и ручьев, суммарная протяженность которых составляет 8650 км [1].

Река Цивиль является правым притоком Волги и образуется в результате слияния Большого и Малого Цивилей у Цивильска. Река протекает по территории лесостепной провинции Приволжской возвышенности. К наиболее крупным притокам р. Цивиль (сверху к устью) относят: Эскедень, Средний Цивиль, Сорма, Матца, Унга, Малый Цивиль, Большой Цивиль, Рыкша и Кукшум. Длина водотока реки составляет 55 км, а ее водосборная площадь – 4658 км<sup>2</sup> [1]. Бассейн реки, который расположен в центральной части Чувашской Республики, испытывает сильное антропогенное воздействие. Агропромышленная специализация хозяйственной деятельности на водосборе реки привела к интенсивной эрозии прибрежной зоны, а воздействие со стороны животноводства к загрязнению и ухудшению качества воды, вытаптыванию поймы и самого русла реки в ее верховьях. Многочисленные населенные пункты также повлияли на речную систему. В низовье расположены крупные источники загрязнения – очистные сооружения городов Чебоксары и Новочебоксарск. Промышленные предприятия функционируют в двух указанных городах, а также в Канаше, Вурнарах и Цивильске.

Малая р. Рыкша протекает по территории Чебоксарского района Чувашской Республики, является левым притоком реки Цивиль, который характеризуется развитой промышленностью, интенсивным сельским хозяйством и промышленным птицеводством. Исток реки находится 400 м к западу от деревни Митрофанкасы. Далее река протекает на юго-восток до села Абашево, затем на востоке впадает в р. Цивиль в 200 м к востоку от деревни Ердово на границе с Мариинско-Посадским районом. Длина реки составляет 38,2 км, площадь бассейна – 272,8 км<sup>2</sup>, густота речной сети – 0,5 км/км<sup>2</sup>. Средняя ширина реки варьирует от 5 до 20 м. Местами на реке есть незначительные водохранилища до 400 м шириной [1].

Гидрохимический анализ проб воды проводили для более значимых показателей, которые определяют качество и дают эколого-гигиеническую оценку водных объектов. В работе анализировались следующие гидрохимические показатели качества воды: водородный показатель (рН), нитрит ион (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), тяжелые металлы, нефтепродукты. Особое внимание было уделено тяжелым металлам: общее железо, цинк, свинец, никель и марганец, так как они более опасны для обитателей рек (гидробионтов).

Исследования проводились в летний период 2019 и 2020 году с июля по август на территории Чебоксарского района Чувашской Республики. Пробы воды были исследованы в 4 точках отбора как для р. Цивиль, так и для р. Рыкша (рис. 1).



*Рис. 1.* Точки отбора проб на малых реках Цивиль и Рыкша

Отбор проб воды из р. Цивиль проводился в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» [3]. Отобранные пробы воды доставлялись в лабораторию и анализировались разными методами анализа: водородный показатель потенциометрическим методом; нитрит ионы, хром и медь – фотометрическим методом; нефтепродукты спектрофотометрическим методом; атомно-абсорбционным методом анализировались такие показатели как общее железо, цинк, свинец, никель и марганец.

Анализ отобранных проб проводился в лаборатории кафедры экологии Института естественных наук и фармации Марийского государственного университета. Был проведен сравнительный анализ гидрохимического состава проб воды на содержание определяемых показателей в сравнении с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Результаты гидрохимических показателей рек (табл. 1) показал, что содержание в воде нефтепродуктов, нитрит ионов, общего железа, меди, цинка, никеля и марганца было в некоторых точках отбора проб выше ПДК.

## Гидрохимические показатели малых рек

Показатель	Цивиль		Рыкша		ПДК
	2019	2020	2019	2020	
pH	8,05±0,208	7,95±0,208	8,2±0,34	7,9±0,48	6,5-8,5
Нефтепродукты	0,05±0,004	<b>0,055±0,0047*</b>	<b>0,058±0,0258*</b>	<b>0,057±0,0186*</b>	0,05
Нитрит ион	0,07±0,008	0,06±0,023	<b>0,1±0,08*</b>	<b>0,12±0,139*</b>	0,08
Железо общее	<b>0,13±0,027*</b>	<b>0,13±0,047*</b>	<b>0,15±0,047*</b>	<b>0,15±0,056*</b>	0,1
Медь	<b>0,002±0,0002*</b>	<b>0,002±0,0004*</b>	<b>0,002±0,0025*</b>	<b>0,002±0,0008*</b>	0,001
Цинк	<b>0,014±0,0050*</b>	0,009±0,0017	<b>0,015±0,0072*</b>	0,01±0,004	0,01
Свинец	0,004±0,0005	<b>0,02±0,024*</b>	<b>0,014±0,0093*</b>	0,005±0,0014	0,006
Никель	0,01±0,001	0,01±0,002	0,01±0,004	0,01±0,004	0,01
Хром	0,003±0,0059	0,04±0,004	0,03±0,020	0,02±0,013	0,07
Марганец	0,01±0,001	0,009±0,0010	<b>0,03±0,010*</b>	<b>0,02±0,007*</b>	0,01

Примечание. \*превышает предельно допустимые концентрации

Нефтепродукты являются одним из наиболее распространенных и опасных видов загрязнения водных объектов. По результатам наших исследования среднее содержание нефтепродуктов в р. Рыкша в 2019 г. превысило ПДК и составило 0,058 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0258). В 2020 г. в р. Цивиль содержание нефтепродуктов также было выше ПДК и составило 0,055 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0047), а в р. Рыкша – 0,057 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0186), что связано с неконтролируемой хозяйственной деятельностью.

Повышенное содержание в реке нитрит ионов указывало на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного разложения нитратов и нитритов, что привело к загрязнению водного объекта. Превышение предельно допустимых концентраций NO<sub>2</sub><sup>-</sup> в водоеме было отмечено только в р. Рыкша как в 2019, так и в 2020 годах среднее содержание данных ионов в водоеме составляло (0,1 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,08) и 0,12 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,139) соответственно).

Тяжелые металлы относятся к числу распространенных и токсичных загрязняющих веществ. Они широко применяются в различных промышленных производствах, поэтому, несмотря на очистные мероприятия, содержание их в промышленных сточных водах довольно высокое. Проблема накопления тяжелых металлов в водоемах становится все более актуальной, так как они обладают мутагенной и канцерогенной активностью и, попадая в водоем, данные токсиканты растворяются в воде, сорбируются и аккумулируются фитопланктоном, удерживаются донными отложениями, а также находятся в адсорбированной форме на частицах взвеси.

Повышенное содержание общего железа в воде носит в основном природный характер, реже антропогенный. Превышение ПДК общего железа было выявлено как в 2019 г. так и в 2020 г. в обоих водоемах. В р. Цивиль в 2019 и в 2020 годах среднее содержание общего железа составляло (0,13 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,027) и 0,13 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,047) соответственно), а в реке Рыкша в 2019 и в

2020 годах среднее содержание данного элемента составило (0,15 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,047) и 0,15 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,056) соответственно).

Наличие высокого содержания меди в водоеме приводит к ее активному накоплению биологической средой, что в свою очередь может привести к заболеваниям у рыб и потребляющему ее в пищу человеку. Основными источниками поступления ионов меди в природные воды является сточные воды предприятий сельскохозяйственной и химической промышленности и др. Содержание меди в р. Цивиль и р. Рыкша за 2019 и за 2020 года превышало ПДК, и составило в 2019 г. (0,002 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0002) и 0,002 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0025) соответственно), а в 2020 г. (0,002 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0004) и 0,002 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0008) соответственно).

Естественными источниками поступления свинца в поверхностные воды являются процессы растворения эндогенных и экзогенных минералов. Значительное повышение содержания свинца в поверхностных водах связано, в первую очередь, с сжиганием угля, с применением тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в моторном топливе, с выносом в водные объекты со сточными водами некоторых производств. По полученным результатам содержание ионов свинца было выявлено превышение ПДК для рыбохозяйственного значения в р. Цивиль в 2020 г. и в р. Рыкша 2019 г. и составило (0,02 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,024) и 0,014 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0093) соответственно), это обусловлено тем, что на побережье водоема много предприятий.

Естественными источниками поступления марганца в водную среду являются процессы растворения различных минералов, останков животных. Основными источниками поступления меди в поверхностные воды являются, медьсодержащие удобрения и пестициды, попадающие в водоемы со сточными водами в результате сельско-хозяйственной деятельности. Повышенное содержание марганца наблюдалось лишь в р. Рыкша в 2019 г. в 3 раза, а 2020 г. в 2 раза, это связано с тем, что у водоема ведется активная хозяйственная деятельность.

Соединения цинка могут присутствовать в водах в растворенной и взвешенной формах. Повышенное содержание цинка оказывает вредное воздействие на гидробионты. В 2019 г. было выявлено незначительное повышение ПДК среднего содержания цинка в р. Цивиль и р. Рыкша (0,014 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0050) и 0,015 мг/дм<sup>3</sup> (p=0,0072) соответственно).

В результате гидрохимического исследования изменения содержания основных загрязняющих веществ в воде показало значительное увеличение в летний период 2019–2020 гг. (июнь – август) таких показателей, как нефтепродукты, нитрит ионы, общее железо, медь, цинк. Показатели никеля и марганца были больше ПДК, но в незначительной мере. Содержание остальных измерений были ниже предельно допустимых концентраций.

Таким образом, можно предположить, что река Цивиль и река Рыкша на территории Чувашской Республики в 2019–2020 гг. испытывала разную антропогенную нагрузку в зависимости от гидрологического режима реки и сбросов сточных вод. Проведенные гидрохимические исследования

свидетельствуют о неравномерности распределения загрязняющих веществ как на р. Цивиль так и на р. Рыкша.

Малые реки тесно связаны с ландшафтом водосбора, поэтому они более чувствительны к изменениям, происходящим в его пределах. Особенно заметны эти изменения на территориях населенных пунктов, где характерна высокая антропогенная деятельность, так как малые реки активно вовлечены в хозяйственную деятельность в пределах городов. В то же время малые водотоки вместе с прилегающими территориями имеют высокое экологическое, и рекреационное значение для населенных пунктов, так как представляют собой источник водоснабжения, зону отдыха и т.д. Поэтому задачи связанные с сохранением и восстановлением малых рек необходимо решать в комплексе с мероприятиями по благоустройству водоохраных зон и прибрежных полос, состояние которых сказывается на экологическом состоянии самих водных объектов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арчиков Е. И. География Чувашской Республики / Е. И. Арчиков, З. А. Трифонова. – Чебоксары : Чуваш. кн. изд-во, 2002 – 159 с.
2. Десятков Д. Ю. Некоторые морфометрические параметры р. Большой Цивиль, Чувашской Республики / Д. Ю. Десятков, М. В. Суин, И. В. Данилова // Природа Европейской России : исследования молодых ученых : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Чебоксары : Риком-Дизайн, 2007 – С. 145–148.
3. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. – М. : Госстандарт, 2010 – 20 с.

*Киреева И. Ю., Диоманде Т.*

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Астрахань, Российская Федерация

## **СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ НА СТРАН АФРИКИ**

*Аннотация.* В работе проведен анализ экологических проблем нехватки качественной питьевой воды на Африканском континенте и возможные пути решения данной проблемы.

*Ключевые слова:* вода, экология, проблемы, загрязнение, очистка, санитария, гигиена.



*Kireeva I. U., Diomande T.*

Astrakhan State University of Architecture and construction, Astrakhan, Russian Federation,

## **SOCIO-ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF SUPPLYING QUALITY DRINKING WATER IN AFRICA**

*Abstract.* In work the analysis of the environmental problems of the lack of quality drinking water on the African continent and possible solutions to this problem.

*Key words:* Water, ecology, problems, pollution, cleaning, sanitation, hygiene.



*Fig. 1.* Children near well in a village in Burkina Faso (Antoine BOUREAU/AFP)

In Africa, while the continent has more than 5 trillion cubic meters of groundwater, but about 320 million people do not have access to drinking water that meets basic hygiene standards. However, without this natural resource, maintaining a good lifestyle is impossible.

In the face of this overwhelming fact, social tensions are rising and the health of Africans is deteriorating in these dry, isolated, poor geographical areas abandoned by local politicians. The goal of the research is to analyze literary data on the problem of providing quality drinking water for the inhabitants of the African continent. The subject of the study is the problem of the shortage of drinking water in Africa.

Research methods-analysis, synthesis, analogy. Thus, poor water quality can lead to 70-80% of diseases on the continent, a large part due to diarrheal diseases such as cholera, which are one of the main causes of infant mortality [1]. In rural areas, women and girls spend an average of two to four hours a day on water supply, with water supply points sometimes far from villages. Thus, more than 20% of rural households are more than an hour from the source of drinking water. To meet their needs, some people resort to such dangerous expeditions as sump in rivers, lakes,

swamps and even puddles... water treatment is also poorly developed on the continent, as 70% of the inhabitants of sub-Saharan Africa are not connected to any wastewater treatment network: they are simply discharged into the natural environment, polluting the environment and increasing health risks.



*Fig. 2.* Photo Edward Echwalu, Archives Reuters

Lack of infrastructure in a context of rapid urbanization. Africa suffers mainly from the lack of a distribution and sanitation infrastructure, which would allow people to have access to safe drinking water. It also suffers from obsolescence, degradation of existing facilities and malfunctions in their management. According to the African development Bank, Africa is expected to spend 11.5 billion euros each year on the construction or strengthening of its distribution and sanitation infrastructure [4]. Modern wells are made with large means for reaching the tablecloth at great depth, as well as rural wells, pasture wells, garden wells. Sometimes these are very simple wells, simple holes in the ground, a few meters deep, barely fixed at their limit. They stop deep when the rock becomes too hard to be sharpened. They simply use the surface layer provided during the rainy season. Therefore, they are rarely in the water all year round and are regularly pumped or cured when you only collect dirt [2].



*Fig. 3.* A village well (Voix d'Afrique N°94)

It also suffers from obsolescence, degradation of existing facilities and malfunctions in their management. This shortage of equipment has serious consequences for health, the economy and society. Infrastructure development is a major challenge for health, human development, food security and industrial production.

Although the paid water supply is increasing in some cities, it only applies to a minority of city dwellers who are able to pay a subscription. Water prices remain too low and tariffs too low for African water services to afford to build and maintain infrastructure that meets the objectives set. Especially since the losses of water in the distribution networks are enormous, on average of the order of 50%.

Financing, coordination and joint management. To provide water to large cities, the first difficulty is to find financing. Especially since investments in this area do not bring short-term benefits and maintenance of facilities is expensive. In this regard, the African Water Resources Association (EWA) believes that water supply and sanitation should be a priority in budgets and international cooperation. It also calls for the adoption of regulations aimed at ending the lawlessness of urban development. "There needs to be coordination between real estate construction and technical infrastructure," explains Sylvain Usher, Secretary General of the AAE [6].

Coordinated management of international watersheds is also a major challenge. The Senegal River, for example, flows through Guinea, Mali and Senegal. Dependence among states is therefore high and the sharing of water resources is becoming a crucial issue. Thus, the scarcity and irrational use of this precious resource crystallizes tensions and conflicts on the continent, not only between countries, but also between cities and regions of the country. The ability of actors to jointly manage water resources is therefore crucial.

Conditions adapted to local conditions: In Africa, from country to country or within the country, the quantity and quality of infrastructure and water supply networks can vary considerably. Each new project must be based on local realities and particularities, excluding any pre-designed scheme or system, "explains Patrick Couzinet, CEO of Veolia Water Technologies Africa.

The 2018 edition of the United Nations global water development report, presented at the 8th World water Forum [3], highlights the potential of "nature-based solutions" to address key water management challenges. These solutions use or simulate natural processes to improve water availability (soil moisture retention, groundwater replenishment) and water quality (natural and built wetlands, coastal buffer zones), as well as to reduce risks related to water disasters and climate change (restoration of floodplains, green roofs). All problems are technically feasible and sometimes result from inadequate management practices and lack of funding.

The three pillars of solving Africa's water problems are progressivity, diversity and solidarity. Progressiveness means that there is no need to want and build everything at once. In both irrigated agriculture and access to drinking water, past experience has shown that large turnkey projects have not yielded satisfactory results for several years. It is best to slowly and gradually begin to establish sustainable networks until there are inequalities between districts or districts at the preliminary

stage. It should not be forgotten that it also took several decades for the countries of the North to ensure universal access to water and sanitation. Variety, or in other words, "one size is not suitable for everyone." There will be no single model for technical decisions and management models. The" water stories "vary from country to country and therefore differentiated management methods will be needed to solve specific problems on a case-by-case basis. This therefore necessarily involves the participation of the populations concerned. Solidarity, finally. Of course, this solidarity must take place at the international level, particularly with regard to the financing of local projects. But it is also organized locally, as mutual aid in water access traditionally exists in almost all African cultures [5].

According to the report, while success and failure in improving water and sanitation conditions are virtually non-existent, these solutions fit into the Sustainable Development Goals, providing social, economic and environmental benefits, including support for human health, food and energy security, growth and development.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А.Н. Оценка воздействия... By Martin Lozniewski (Web writer specializing in the environment, politics and the Eurafrican economy)., cop23: poor water management causes a lot of ink to flow in Bonn. - Les Echos, 2017.
2. Mr Thierry Helsen (hydrogeologist based in Bamako). Drinking Water in Africa. - Blog Toubabou in Bamako Liberation, Voix d'Afrique N°94.1983.
3. laure M., A third of the African population deprived of drinking water : what structural solutions ? – Notre-planete.info, 2018.
4. laure M., A third of the African population deprived of drinking water : what structural solutions ? – Notre-planete.info, 2018.
5. Writing. Editorial Board, Water in Africa: A source of Problem. –AFRIMAG-2014.
6. laure M., A third of the African population deprived of drinking water : what structural solutions ? – Notre-planete.info, 2018.

*Ляпота Т. Л.*

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, г. Новочеркасск, Российская Федерация

## О СТАДИЯХ РАБОТЫ ЭРЛИФТНОГО РЫБООТВОДА

*Аннотация.* В работе рассматривается применение эрлифтного подъемника в качестве рыбоотвода для рыбозащитных сооружений в целях повышения процента выживаемости защищенной молоди рыб, отводимой из зоны влияния водозаборных сооружений. Приводятся характерные стадии работы эрлифтного подъемника и рассматриваются соответствующие

зависимости для нахождения его производительности в оптимальном интервале работы.

*Ключевые слова:* эрлифтный рыбоподъемник, рыбоотводящее устройство, молодь рыб, производительность.

*Lyapota T. L.*

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russian Federation

## ABOUT THE STAGES OF AIRLIFT FISHERIES

*Abstract.* The paper considers the use of an airlift as a fish outlet for fish protection structures in order to increase the percentage of survival of protected fish fry removed from the zone of influence of water intake structures. The characteristic stages of the airlift operation are given and the corresponding dependencies are considered to find its performance in the optimal operating interval.

*Key words:* airlift fish hoist, fish lead aside the device, young fishes, productivity fish hoist.

Применение эрлифтного подъемника в качестве принудительного рыбоотводящего устройства в составе рыбозащитного сооружения дает возможность существенно повысить продуктивность процесса рыбозащиты водозаборных сооружений при защите и отводе молоди рыб [1], [2].

Эрлифтный рыбоподъемник не содержит механические детали, совершающие движения, в нем не наблюдаются значительные изменения давления, а пузырьки воздуха и образующиеся из них струи, поднимаясь вверх, позволяют создать направленный поток водо-воздушной смеси.

И, таким образом, эрлифтный подъемник соответствует главному требованию – предотвращению травмирования и, как следствие, гибели защищаемой молоди рыб. Процент выживаемости молоди рыб, которая была отведена с помощью эрлифтного рыбоподъемника, достигает значения 97,3 – 100% [3].

В эрлифте, как и в других насосах, происходят постоянные, сменяющие друг друга, стадии заполнения и вытеснения жидкости. Поэтому его можно считать насосом непрерывного действия. Подъемная труба может быть разделена условно на область заполнения и рабочую область.

Следовательно, в подъемнике одна часть изменения давления должна создавать расширение воздуха, которая, выполняя работу, в свою очередь, создает движение водо-воздушной смеси (включая преодоление местных гидравлических сопротивлений и сопротивлений по длине проводящего тракта), а другая часть расходуется на заполнение трубы и поддерживает в ней требуемый уровень.

На основании приведенного принципа функционирования эрлифта, следует, что давление расширения газа в начальной стадии в рабочей зоне подъемника, поддерживает обеспечение необходимого процесса заполнения



подъемной трубы, учитывая гидравлические потери в ней. При возрастании расхода воздуха в подъемнике меняются условия, при которых формируются потоки водо-воздушной смеси, а, значит, и стадия его работы.

Главной функциональной характеристикой эрлифтного насоса в случае, когда коэффициент погружения воздухораспределительного устройства (форсунки) имеет постоянное значение, а также постоянное поперечное сечение подъемной трубы и статическую высоту подачи жидкости, будет связь между объемной подачей жидкости и объемным расходом воздуха.

Указанную характеристику можно установить опытным путем и представить ее графически. Так как площадь поперечного сечения подъемной трубы эрлифтного подъемника для использования в составе рыбозащитного сооружения, как правило, достаточно велика, то практически затруднительно иметь значение данной характеристики для всего диапазона значений расхода жидкости ( $Q_f$ ) в зависимости от расхода воздуха ( $Q_g$ ).

На начальном этапе рассмотрим график функциональной характеристики эрлифтного насоса, имеющего подъемную трубу относительно небольшого поперечного сечения (рис. 1).

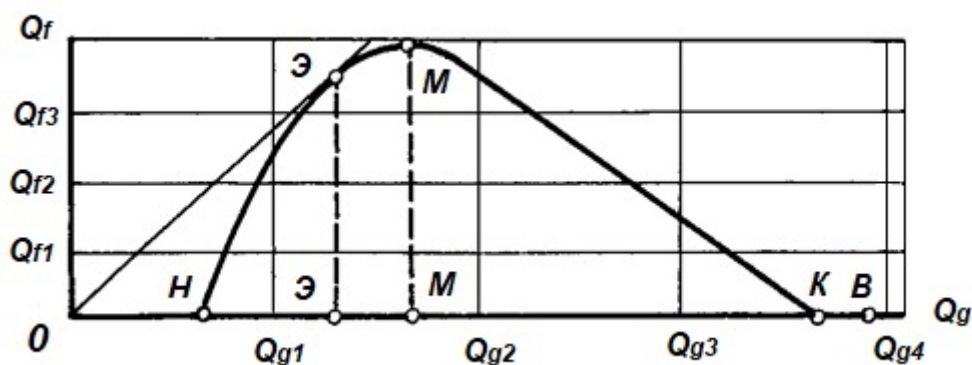


Рис. 1. Рабочая характеристика эрлифтного насоса

На графике функциональной характеристики возможно выделить пять основных стадий работы:

- начальная (Н), при которой жидкость поднимается до устья подъемной трубы, но не изливаясь из него;
- экономичная (Э) – соответствует наименьшему расходу воздуха на единицу изливающейся жидкости;
- максимальная (М) – наблюдается, когда подаваемый расход воздуха обеспечивает самый большой расход жидкости;
- конечная (К) – происходит прекращению подачи жидкости;
- вытеснения (В), когда по поперечному сечению трубы поднимается только воздух.

Другие стадии в диапазоне между начальной и конечной являются промежуточными.

Эрлифтный рыбоотвод, включающий подъемную трубу, относительно небольшой длины (не более 3м), в которой объемный расход воздуха остается почти постоянным по ее высоте и имеющий коэффициент погружения форсунки равный единице ( $K \approx 1$ ) (рис. 2), стадии работы в основном соответствуют изображенному на рисунке 1.

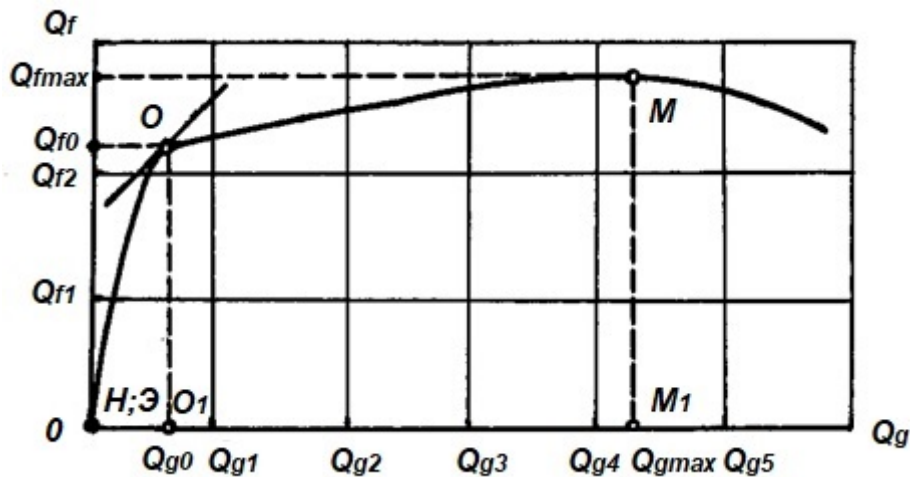


Рис. 2. Функциональная характеристика эрлифтного рыбоподъемника

Начальная (Н) и экономичная (Э) стадии совпадают и лежат в начале функциональной характеристики. Максимальная стадия функционирования подъемника находится на вершине характеристики. Однако, необходимо иметь в виду, что на функциональной характеристике достаточно определенно выделяется точка (О), которая позволяет характеризовать оптимальную стадию работы подъемника. Указанная точка (О) располагается там, где происходит касание прямой, проведенной под углом  $45^0$  к графику производительности в месте его перегиба.

Производительность на оптимальной стадии функционирования эрлифтного рыбоподъемника также можно определить, применяя уравнение, выведенное на основе результатов, полученных в ходе проведения экспериментов

$$Q_{opt,f} = \left( 0.169 + 0.804 \frac{Q_{gmax}}{Q_{fmax}} \right) Q_{fmax}$$

где  $Q_{fmax}$  - максимальная производительность подъемника,  $m^3/c$ ;

$Q_{gmax}$  - максимальный расход воздуха,  $m^3/c$ .

Чтобы обеспечить оптимальную производительность рыбоподъемника, объемный расход воздуха может быть вычислен по следующей зависимости

$$Q_0'' = 0.251 Q_0' - 0.366 \cdot 10^{-3}$$

Оптимальная стадия функционирования эрлифтного рыбоподъемника, в соответствии с результатами экспериментальных данных, отличается

уменьшением его производительности на 13-21%, а расходом воздуха - до 84%, в сравнении с максимальной стадией работы.

Таким образом, функционирование эрлифтного подъемника на оптимальной стадии можно признать рациональным, особенно, если возможность подачи большего количества воздуха ограничена.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ // ГАРАНТ (garant.ru), 2021. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – НПП «Гарант-Сервис», 2021. – Режим доступа: <https://bast.garant.ru/>.
2. О животном мире: Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ // ГАРАНТ (garant.ru), 2021. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – НПП «Гарант-Сервис», 2021. – Режим доступа: <https://bast.garant.ru/>.
3. Ф3 // ГАРАНТ (garant.ru), 2021. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – НПП «Гарант-Сервис», 2021. – Режим доступа: <https://bast.garant.ru/>.
4. Петрашкевич В. В. Концепция защиты рыб на водозаборах // Гидротехническое строительство. 2008. № 10. С. 42-48.

*Малкова М. А., Кантор Е. А.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

### **ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТРИГАЛОГЕНМЕТАНОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ВОДОЗАБОРОВ РАЗНЫХ ТИПОВ**

*Аннотация.* В работе проведена оценка содержания тригалогенметанов в питьевой воде водозаборов поверхностного и инфильтрационного типов за разные промежутки времени.

*Ключевые слова:* тригалогенметаны, питьевая вода, качество воды, анализ временных рядов, аддитивная модель.

*Malkova M. A., Kantor E. A.*

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

### **ASSESSMENT OF THE TRIGALOGENOMETHANES CONTENT IN DRINKING WATER IN DIFFERENT TYPES OF WATER INTAKE**

*Annotation.* The work evaluates the content of trihalomethanes in drinking water of water intakes of surface and infiltration types for different periods of time.

*Key words:* trihalomethanes, drinking water, water quality, time series analysis, additive model.

Обеззараживание воды входит в комплекс мероприятий, проводимых для предупреждения и ликвидации инфекционных болезней. Хлорирование



является наиболее распространенным и надежным методом обеззараживания воды [1,2]. Существенным недостатком этого метода является образование продуктов хлорирования – галогенорганических соединений [3], - большая часть которых приходится на тригалогенметаны (ТГМ) [3-5]. В эту группу соединений относят хлороформ  $\text{CHCl}_3$  (ТХМ), бромдихлорметан  $\text{CHBrCl}_2$  (БДХМ), дибромхлорметан  $\text{CHBr}_2\text{Cl}$  (ДБХМ) и бромформ  $\text{CHBr}_3$  (ТБМ). Предшественниками образования ТГМ являются как антропогенные, так и природные вещества [1].

Известно, что компоненты ТГМ могут оказывать негативное влияние на здоровье населения. Эти соединения обладают полиморфизмом токсического действия и способностью вызывать отдаленные эффекты, в том числе канцерогенез [1,2].

Допустимые концентрации ТГМ питьевой воде в различных странах регламентируется по-разному. В Российской Федерации установлены следующие нормативы содержания ТГМ в питьевой воде: хлороформа не более 60, бромдихлорметана, дибромхлорметана – не более 30, бромформа – не более 100  $\text{мкг/дм}^3$ . Кроме того, совокупное содержание этих веществ ограничивается коэффициентом суммации, величина которого не должна превышать единицы [5,10].

Нами проведена оценка содержания ТГМ (1995-2016 гг.) в питьевой воде поверхностного (ПВ) и инфильтрационных водозаборов (ИВ1 и ИВ2), питанием для которых служит р. Уфа. Начиная с 2000 года, трибромметан в составе питьевой воды не фиксировался. Соотношение между соединениями, входящими в ТГМ, получено как среднеарифметическое содержания отдельных компонентов за разные промежутки времени (табл.1) [8,9].

*Таблица 1*

Средние величины ( $\text{мкг/дм}^3$ ) и соотношение концентрации ТГМ в РЧВ ИВ1, ПВ и ИВ2 за разные периоды

Водозабор	Периоды			Соотношение
	1995-2002	1995-2006	1995-2016	
	Хлороформ			
ИВ1	7,5	8,3	7,2	0,91 : 1,00 : 0,87
ПВ	23,2	25,2	26,3	0,88 : 0,96 : 1,00
ИВ2	4,3	4,5	5,1	0,86 : 0,88 : 1,00
	Бромдихлорметан			
ИВ1	3,6	3,6	2,9	1,00 : 0,99 : 0,82
ПВ	4,5	4,2	3,8	1,00 : 0,95 : 0,83
ИВ2	1,8	1,6	1,5	1,00 : 0,88 : 0,84
	Дибромхлорметан			
ИВ1	1,4	1,3	1,1	1,00 : 0,99 : 0,82
ПВ	0,7	0,6	0,5	1,00 : 0,85 : 0,64
ИВ2	0,7	0,6	0,5	1,00 : 0,84 : 0,73

Преобладающим по концентрации веществом является хлороформ. По результатам расчетов установлено (табл.1), что с удлинением исследуемого периода наблюдается тенденция, связанная со снижением содержания компонентов ТГМ на всех водозаборах, кроме хлороформа в составе питьевой воды ПВ и ИВ2.

Для дифференцирования временного ряда на детерминированную и случайную составляющие использован метод анализа временных рядов [6-9]. Найдено, что изменения концентраций ТГМ в течение года носят неустойчивый характер, поэтому для выделения детерминированных составляющих применена аддитивная модель (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение компонент временного ряда концентраций ТГМ в РЧВ для ИВ1, ПВ и ИВ2 за разные периоды, % (Обозначения:  $tr_t+c_t$  – тренд-циклическая компонента;  $s_t$  – сезонная компонента,  $\varepsilon_t$  – случайная компонента)

Компонента	Период								
	1995-2002			1995-2006			1995-2016		
	Инфильтрационный водозабор ИВ1								
	ТХМ	БДХМ	ДБХМ	ТХМ	БДХМ	ДБХМ	ТХМ	БДХМ	ДБХМ
$tr_t+c_t$	3,7	9,2	17,1	1,2	8,3	15,6	0,0	7,8	14,3
$s_t$	27,9	10,1	11,1	13,7	6,7	10,1	2,2	2,9	9,3
$\varepsilon_t$	68,4	80,7	71,8	85,1	85,0	74,3	97,5	89,3	76,4
Поверхностный водозабор ПВ									
$tr_t+c_t$	3,1	14,2	16,2	3,1	16,1	16,1	1,2	12,5	14,3
$s_t$	56,2	37,6	12,1	53,1	34,8	11,1	42,2	33,7	9,4
$\varepsilon_t$	40,7	48,2	71,6	43,7	49,1	72,8	56,6	53,8	76,3
Инфильтрационный водозабор ИВ2									
$tr_t+c_t$	0,3	20,0	7,9	0,2	19,4	7,3	0,0	17,1	6,2
$s_t$	42,2	8,1	4,7	41,1	7,2	4,2	37,3	6,3	3,2
$\varepsilon_t$	57,6	71,9	87,5	58,7	73,5	88,5	62,7	76,6	90,6

Декомпозиция временного ряда показывает, что, как и ранее [5,8,9], в расширенном периоде основной вклад в изменение элементов ряда вносится случайными колебаниями (табл.2). Кроме того, с расширением периода выявлено снижение доли детерминированной компоненты для всех компонентов ТГМ.

Заметный вклад сезонной компоненты наблюдается на водозаборе ПВ (для ТХМ и БДХМ) и ИВ2 (для ТХМ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малкова М.А., Хузиахметова А.А., Жигалова А.В., Егорова Н.Н., Вожаева М.Ю., Кантор Е.А. Сопоставление качества питьевой воды по содержанию тригалогенметанов с заболеваемостью населения. // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 3. С. 145.
2. Malkova M.A., Vozhdaeva M.Y., Kantor E.A., Melnitskii I.A. Comparison of drinking water quality in terms of relative concentrations and carcinogenic risks of trihalomethanes // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019. С. 52052.
3. Вожаева М.Ю., Цыпышева Л.Г., Кантор Л.И., Кантор Е.А. Влияние хлорирования на состав ограниченно-летучих органических загрязнителей воды / Журнал прикладной химии. 2004. Т. 77. № 6. С. 952-955.
4. Вожаева М.Ю., Цыпышева Л.Г., Кантор Л.И., Кантор Е.А. Эффективность сочетания масс-селективного и атомно-эмиссионного детектирования при хроматографическом анализе качества воды / Масс-спектрометрия. 2005. Т. 2. № 3. С. 229-235.
5. Малкова М.А., Кантор Е.А., Вожаева М.Ю., Белолипцев И.А. Некоторые статистические характеристики содержания тригалогенметанов в питьевой воде инфильтрационного водозабора // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 3. С. 141-148.
6. Малкова М.А., Кантор Е.А., Вожаева М.Ю. Прогнозирование концентрации тригалогенметанов в питьевой воде // Успехи современного естествознания. 2018. № 4. С. 133-138.
7. Малкова М.А., Белолипцев И.И., Вожаева М.Ю., Кантор Е.А. Оценка качества питьевой воды в период 2005-2016 гг. методом ранжирования временных периодов и содержания тригалогенметанов по степени их влияния на загрязненность питьевой воды / Башкирский химический журнал. 2018. Т. 25. № 2. С. 99-102.
8. Васильева А.И. Влияние хлорирования на качество воды в присутствии некоторых природных и техногенных примесей: Дисс. к.х.н. – Уфа, 2008. – 202 с.
9. Харабрин С.В. Экологический мониторинг тригалогенметанов в питьевой воде и воде водоисточника (на примере поверхностного и инфильтрационного водозаборов г. Уфы): Дисс. ... канд. техн. наук - Уфа, 2004. – 163 с.
10. Полещук М.И., Куликова В.В. Определение эффекта суммации загрязняющих веществ // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 6. URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19319> (дата обращения: 14.04.2021)

*Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России в сфере научной деятельности, номер для публикаций FEUR - 2020 - 0004*

*«Решение актуальных задач и исследование процессов в нефтехимических производствах, сопровождающихся течениями многофазных сред»*

*Милюткин В. А.,<sup>1</sup> Толпекин С. А.,<sup>1</sup> Бородулин И. В.,<sup>2</sup> Агарков Е. А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Самара, Р.Ф.

<sup>2</sup>ООО «Эковолга», г. Самара, Российская Федерация

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИИ В ВОДОЕМЕ – СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАДов**

*Аннотация.* Без системное, неуправляемое развитие сине-зеленых водорослей-цианобактерий в водоемах при их «цветении» серьезным образом нарушает экологию водной среды. Существующие технологии альголизации водоемов при замене вредных для человека и животных сине-зеленых водорослей-цианобактерий на полезные-зеленые-хлореллу, позволяют решать как экологические проблемы-удаления из водоема цианобактерий, так и создавать условия для эффективного производства биологически-активных для питания человека-добавок из зеленых водорослей-хлореллы.

*Ключевые слова:* экология, водоросли, альголизация, разведение, технологии, технические средства, сбор, переработка, питание, БАДы.

*Milyutkin V. A.,<sup>1</sup> Tolpekin S. A.,<sup>1</sup> Borodulin I. V.,<sup>2</sup> Agarkov E. A.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Samara State Agrarian University, Samara, R.F.

<sup>2</sup>ООО "Ekovolga", Samara, Russian Federation

## **RESTORATION OF ECOLOGY IN A WATER BODY-CREATION OF OPTIMAL CONDITIONS FOR OBTAINING Dietary Supplements**

*Annotation.* Without systemic, uncontrolled development of blue-green algae-cyanobacteria in water bodies during their "blooming" seriously violates the ecology of the aquatic environment. The existing technologies for the algolization of water bodies when replacing cyanobacteria with chlorella allow solving both environmental problems and creating conditions for the effective production of biologically active additives from green algae-chlorella.

*Key words:* ecology, algae, algolization, breeding, technologies, technical means, collection, processing, nutrition, dietary supplements.

Сине-зеленые водоросли, имеющие в своем составе большое количество веществ полезных для здоровья человека, широко используются для функционального питания в качестве биологически-активных добавок БАДов [1,2] и производятся в малых объемах как в искусственных условиях в фотобиореакторах, аквариумах, различного рода емкостях, в специальных автоматизированных установках, а в большом количестве в естественных природных условиях в промышленных установках и водоемах.

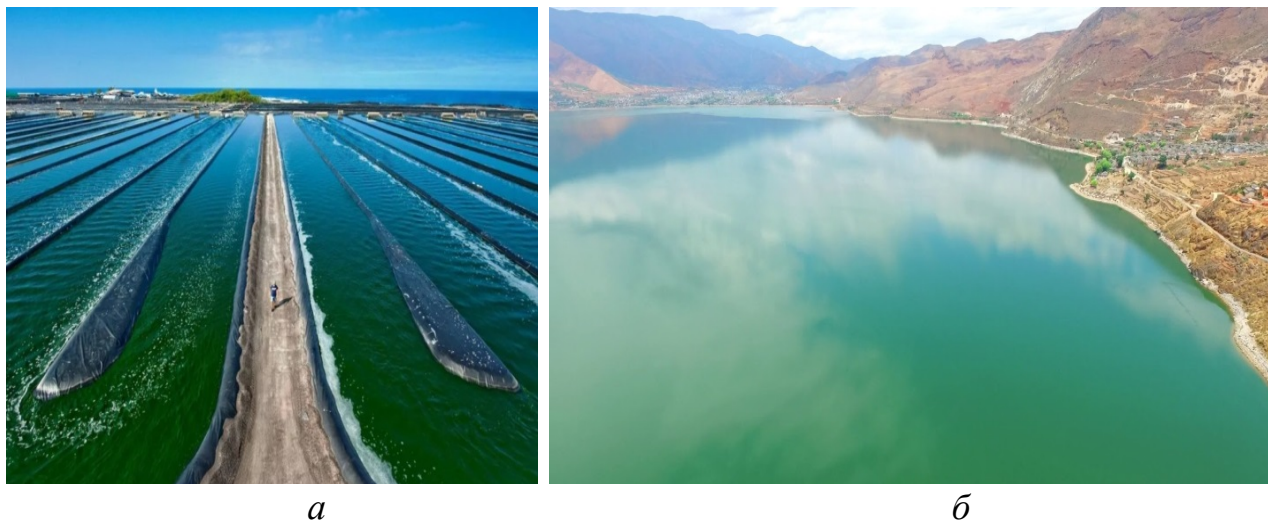
Начало промышленного производства водорослей принадлежит японцам, которые в 60-х годах 20-го века стали воспроизводить хлореллу. Затем в 70-х годах в Мексике в районе озера Тексоко. После этого очень многие страны начали культивировать хлореллу: Бразилия, Чили, Коста-Рика, Куба, страны Латинской Америки, Центральной и Восточной Африки, Китай, Франция, Индия, Израиль, Испания, Таиланд, США, Россия. Существуют различные методики производства водорослей. Наиболее распространенные из них: в открытом бассейне, водоеме-дешево с большим выходом продукции. То есть разведение хлореллы возможно в различных условиях при наличии воды, света и тепла.

Целью исследований является аналитический обзор способностей технологий борьбы в водоемах с сине-зелеными водорослями-цианобактериям и производства зеленых водорослей-хлореллы для продуктов функционального питания-БАДов с разработкой конструкций технических средств для сбора водорослей и подготовки их к хранению-сушке.

С учетом заинтересованности населения биодобавками к питанию БАД - концентраты хлореллы предлагается большое их количество разными фирмами производителями для приобретения в фармацевтических сетях-аптеках. Для этого хлореллу выращивают как в небольших объемах в домашних условиях, так и в установках различной конструкции и технологий для производства крупных партий с подготовкой (сушкой и расфасовкой) для употребления в лечебных и профилактических целях.

Полноценное питание в жизни человека в большей степени определяет как его личное здоровье, так и здоровье нации. В связи с чем наряду с важностью необходимого для организма макросостава продуктов питания, большую роль играет использование в пище натуральных пищевых продуктов, сбалансированных по микронутриентам и содержащие биологически активные вещества (БАВ), биологически активные добавки (БАД) различного спектра действия. В настоящее время диетологами настоятельно рекомендуется использование фармакологических свойств многих биокомпонентов различных водорослей и в первую очередь хлореллы. Наряду с малообъемным производством водорослей для индивидуального пользования с учетом большого спроса на хлореллу, их производят и добывают в мире в массовых установках и природных водоемах. Особенно поражает производимыми объемами зеленых водорослей - как всегда Китай, использующий для эффективного и масштабного производства и заготовки зеленых водорослей значительный по площади природный водоем-озеро Ченхай (рис.1) Доля всех мировых продаж спирулины и хлореллы составляет на сегодняшний день от 2/3 до 3/4. Доля рынка, которую занимает Россия, мала и ее не рассматривают отдельно. Это результат того, что на территории России сложнее организовать предприятие в данном направлении, поскольку некомфортные климатические условия (низкая температура и малое количество света) обуславливают необходимость их культивирования в специальном оборудовании - в биореакторах, а не в резервуарах на открытом пространстве,

что увеличивает затраты на производство. По этой причине на рынке микроводорослей в России функционирует около 10 основных предприятий: ООО «АГРО – ВИКТОРИЯ»; НПО «Биосоляр МГУ»; ООО «Спирулина-С»; ООО НПК «ДЕЛО»; ООО НПО «Альго-биотехнология»; ООО «Альготек»; ГК «Эко Все»; ООО «Водорослевые Технологии»; ООО «Энерготехнопром»; ООО «Соликс БиоСистемз Восток».



*Рис. 1.* Выращивание водорослей в крупных промышленных установках-а), крупнейшее в мире озеро Ченхай по производству зеленых водорослей (Китай)

И все-таки благоприятным фактором для производства зеленых водорослей в России является огромное количество природных и искусственных водоемов. Однако многие открытые водоемы заселены сине-зелеными водорослями – цианобактериями, не обладающими полезными свойствами для человека – более того являющимися вредными для окружающей среды: чистоты воды «цветение», уменьшения кислорода при их гниении и гибель рыбы, аллергическое действие на человека при контакте (купании, потреблении воды и т.д.). Российский ученый Богданов разработал технологию замещения опасных и ядовитых водорослей – цианобактерий в частности на очень ценные и полезные-хлореллу с помощью альголизации водоемов [3]. При этом ряд коммерческих организаций для этого промышленно производят штамм хлореллы с их реализацией заинтересованным лицам. В тоже время группой ученых сравнительно давно разработана технология мелиорации открытых водоемов от приносящих вред сине - зеленых водорослей-цианобактерий альголизацией, то есть самостоятельной, естественной, природной заменой цианобактерий на хлореллу определенного штамма. То есть при вынужденных мелиорациях большого количества открытых водоемов в России при имеющихся неограниченных возможностях по доступной среде для производства полезных зеленых водорослей, в тоже время с необходимостью приведения и поддержания водоемов в экологически безопасном состоянии, необходимо разрабатывать для

высокопроизводительного сбора водорослей специальные технологии и технические средства. Самарский ГАУ совместно с АО «Эковолга» и Международной академией аграрного образования - МААО (Поволжский филиал) более 10 лет создают технологии и технические средства для сбора синезеленых водорослей-цианобактерий с целью управления интенсивностью их распространения с одновременной мелиорацией водоемов [4-10]. Данные технические средства и технологии успешно могут применяться и при промышленном сборе, переработке, сушке для длительного хранения, заготовке хлореллы. В частности к некоторым наиболее адаптированным для данной проблемы видов работ следует отнести новые технологии и технические средства на уровне патентов на изобретения: I-II - сбор сине-зеленых водорослей из верхнего слоя водоема и водотока (0...1,0 м) для производство биотоплива III поколения (дополнительное использование водорослей); III - сбор, сушка для длительного хранения зеленых водорослей -хлорелла, для производства БАДов и длительного хранения водорослей, IV -сбор донных отложений для органических удобрений (рис.2). Данные технические решения, имея новизну, полезность и эффективность, для запуска в производство требуют обязательной технической доработки и дополнительных исследований по оптимизации параметров рабочих органов и машин в целом в зависимости от собираемых водорослей.

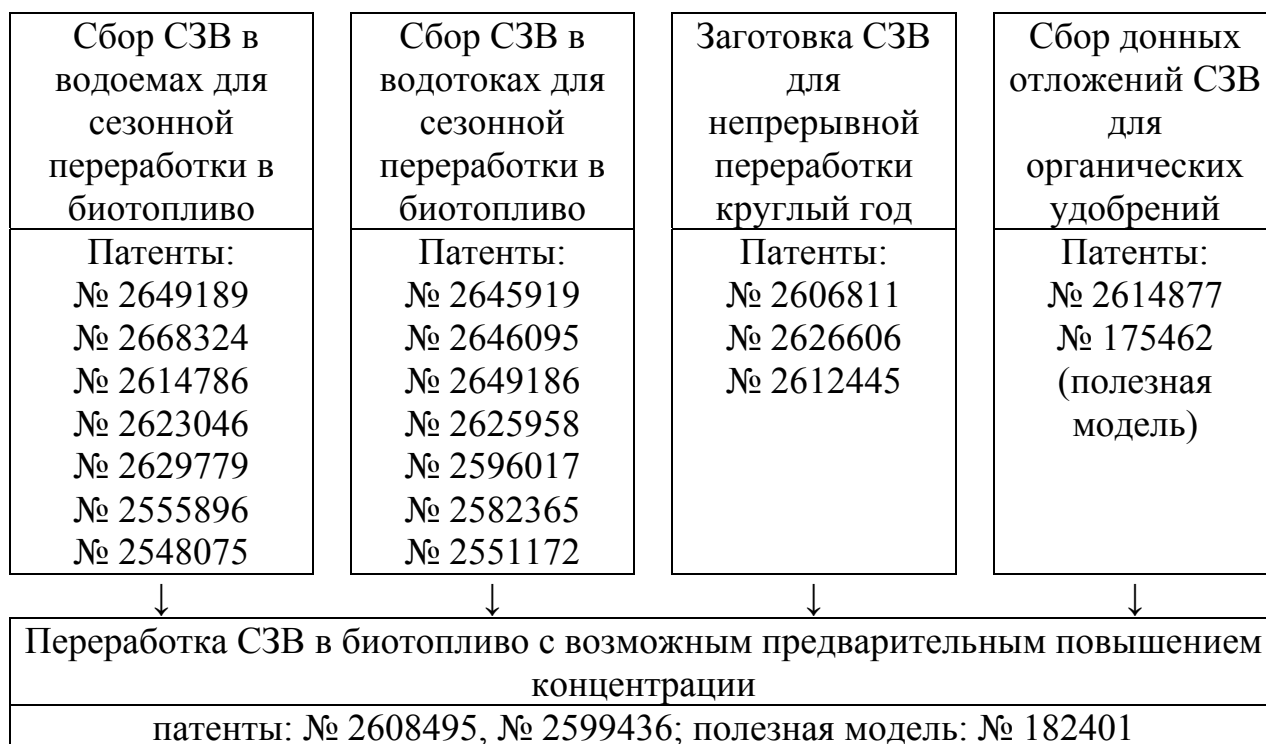
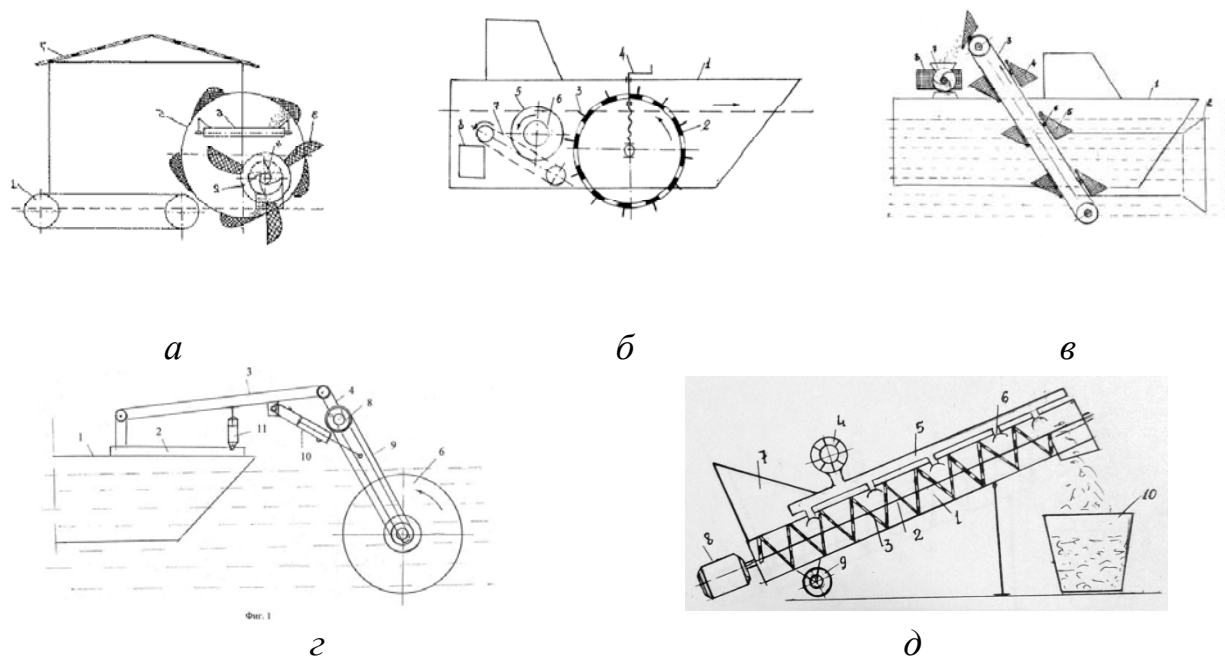


Рис. 2. Техничко-технологические способы и устройства сбора, заготовки и переработки сине-зеленых водорослей

В качестве примеров приводим наиболее эффективные конструкции разработанных нами агрегатов для сбора водорослей при промышленном их раз-

ведении в природных водоемах - Рис.3: а)-самоходный, автономно действующий агрегат для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей [5]; б)-устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей [6]; в)-агрегат для очистки водоемов от водорослей [7]; г)- устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей [8]; и их заготовки с сушкой сразу после сбора для длительного хранения: д)-сушилка для сине-зеленых водорослей [9].



*Рис. 3.* Технические устройства для сбора и переработки сине-зеленых водорослей; патенты: а)2612445, б)2582365, в)2596017, г)2555896, д)2606811

Таким образом в связи с высокой востребованностью населением планеты и России биологически-активных добавок БАД и веществ БАВ для функционального питания на растительной природной основе, в частности из водорослей-хлорелла, промышленной, масштабной возможностью их производства в России и Мире, трудоемкостью их сбора, целесообразно использование инновационных (запатентованных) технологий и технических средств [4-10]. Данные технологии и технические средства разрабатывались в основном для экологиче-ской мелиорации водоемов от сине-зеленых водорослей-цианобактерий, однако учитывая близкие физико-механические свойства зеленых водорослей (хлорелла) и сине-зеленых (цианобактерии), данные научные разработки эффективны как при мелиорации водоемов, так и при заготовке хлореллы.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егорова Е.Ю., Школьникова М.Н. Продукты функционального назначения и БАД к пище на основе дикорастущего сырья//Пищевая промышленность. 2007. № 11. - С. 12-14.
2. Гудвилович И.Н., Боровков А.Б. Биологическая ценность БАД на основе спиролины// Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2012. № 105. С. 130-133.
3. Богданов Н.И. Планктонная хлорелла - приоритетные направления использования. В сборнике: Экологические проблемы промышленных городов. Сборник научных трудов по материалам 9-й Международной научно-практической конференции. Под редакцией Е.И. Тихомировой. 2019. С. 369-372.
4. Милюткин В.А., Бородулин И.В., Кнурова Г.В. Экологическое обеспечение открытых водоемов с разработкой технических средств сбора сине зеленых водорослей//В книге: Современные проблемы экологии. Тезисы докладов XIV Международной научно-технической конференции. Изд.-во. «Инновационные технологии. - Тула. - 2016. - С. 72-75.
5. Самоходный, автономно действующий агрегат для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей. Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф. Патент на изобретение RU 2612445 С, 09.03.2017. Заявка № 2016107549 от 01.03.2016.
6. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей. Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В. Патент на изобретение RU 2582365 С2, 27.04.2016. Заявка № 2014131847/13 от 31.07.2014.
7. Агрегат для очистки водоемов от водорослей. Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н., Бородулин И.В. Патент на изобретение RU 2596017 С1, 27.08.2016. Заявка № 2015120313/ 13 от 28.05.2015.
8. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей. Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В. Патент на изобретение RU 2555896 С1, 10.07.2015. Заявка № 2014106482/05 от 20.02.2014.
9. Сушилка для сине-зеленых водорослей. Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф., Антонова З.П. Патент на изобретение RU 2606811 С, 10.01.2017. Заявка № 2015134194 от 13.08.2015.
10. Способ утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ. Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А. Патент на изобретение RU 2608495 С, 18.01.2017. Заявка № 2015132501 от 04.08.2015.

*Сафарова В. И., Шайдулина Г. Ф., Хатмуллина Р. М., Фатьянова Е. В.*  
ГБУ РБ Управление государственного аналитического контроля, г. Уфа,  
Российская Федерация

## **ПОВЕДЕНИЕ МАРГАНЦА В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ МАЛЫХ РЕК ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

*Аннотация.* В работе проведено обсуждение природных и техногенных факторов, влияющих на поведение марганца в экосистемах малых рек Южного Урала. Показано, что поверхностные природные воды горнорудного региона содержат марганец в повышенных концентрациях. При этом повышение концентрации этого элемента в воде может быть связано как с техногенными, так и природными причинами.

*Ключевые слова:* марганец, водорастворимые формы, малые реки, донные отложения, пойменные почвы.

*Safarova V. I., Shaidulina G. F., Khatmullina R. M., Fatyanova E. V.*  
GBU RB Department of State Analytical Control, Ufa, Russian Federation

## **MANGANESE BEHAVIOR IN AQUATIC ECOSYSTEMS OF THE SOUTH URAL REGION SMALL RIVERS**

*Annotation.* The paper discusses natural and technogenic factors affecting the behavior of manganese in the ecosystems of the Southern Urals small rivers. It is shown that the surface natural waters of the mining region contain manganese in high concentrations. At the same time, the increase in the concentration of this element in water can be associated with both technogenic and natural causes.

*Key words:* manganese, water-soluble forms, small rivers, bottom sediments, floodplain soils.

Марганец – широко распространенный в природе элемент, имеющий несколько степеней окисления, изменяющихся в разных природных условиях. Чаще всего в водных экосистемах марганец присутствует в 2- и 4-валентном состоянии. Эти две формы соединений марганца имеют разную растворимость в воде, поэтому переход этого элемента из одного состояния в другое в условиях природных водоемов способствует протеканию двух основных процессов:

- накоплению в донных отложениях нерастворимых в воде соединений 2- и 4-валентного марганца,
- переходу в воду двухвалентного марганца в виде сульфатных, хлоридных солей или других водорастворимых соединений.

Поведение марганца в водных экосистемах регулируется, в основном, изменениями значений водородного показателя или окислительно-восстановительного потенциала. Формы нахождения марганца в воде и донных отложениях озер и водохранилищ, а также механизмы обмена марганцем между

этими средами достаточно подробно изучены в работах Мартыновой М.В. [1-4]. Поведение марганца в водных системах рек изучено в меньшей степени.

Территория Южного Урала характеризуется наличием большого числа крупных месторождений полиметаллических руд. Гидросфера региона образована, в основном, озерами, пересыхающими ручьями и малыми реками, являющимися начальными элементами водосбора крупных рек: Обь и Урал. В малых реках, расположенных в зонах влияния горнорудных предприятий, наблюдается частая смена физико-химических условий. Этому способствуют как техногенные (сброс сточных вод горно-обогатительных комбинатов, поверхностный сток с загрязненных площадок и т.д.), так и природные (смена гидрологических режимов в водоемах) причины. Следует отметить, что, в отличие от техногенного воздействия, которое можно и нужно исключать или минимизировать до допустимого уровня, природные явления невозможно исключить. Однако их необходимо прогнозировать и учитывать при проведении мониторинга природных вод и трактовке полученных данных.

В последнее время наблюдается неблагоприятная ситуация, связанная со значительным повышением концентрации марганца в воде малых рек Башкирского Зауралья, являющихся реципиентами сточных вод промышленных предприятий. При этом традиционно единственной причиной загрязнения воды в реках считается поступление в них сточных вод горно-обогатительных комбинатов.

В то же время длительный мониторинг малых рек и сточных вод, сбрасываемых в эти реки, свидетельствует о том, что концентрация марганца в сточных водах зачастую в разы меньше, чем в речной воде, отобранной ниже места сброса. В данном случае источником поступления марганца в воду являются донные отложения реки, обогащенные марганцем и другими тяжелыми металлами. Процесс накопления техногенно загрязненных донных отложений в малых реках продолжается длительное время, что характерно для территории Южного Урала – одного из центров горнорудной промышленности России.

Результатом этого накопления является также постепенное изменение гидрологических условий в реках: заполнение русел рек мелкодисперсными осадками, уплотнившимися со временем. Это приводит к уменьшению площади поперечного профиля русла и, соответственно, к снижению транспортирующей способности речного потока, переносящего рыхлые осадки ниже по течению.

Таким образом, эффективная очистка сточных вод, сбрасываемых в малые реки, не всегда обеспечивает нормальное экологическое состояние водного объекта. Некоторые малые реки Южного Урала, накопившие огромное количество техногенных илов и утратившие за длительное время способность к самоочищению, требуют радикальной реабилитации с полным удалением загрязненных донных отложений.

Однако даже выполнение всех весьма дорогостоящих природоохранных мероприятий не всегда бывает достаточным для сохранения низкого значения концентрации марганца ( $0,01 \text{ мг/дм}^3$  и менее) в воде. Во время весеннего

половодья, осенних дождевых паводков, когда поймы рек на достаточно длительное время заливаются водой, концентрация марганца в речной воде увеличивается независимо от наличия техногенных источников его поступления. Это происходит потому, что при затоплении пойменных почв, содержание марганца в которых достигает 1500 мг/кг и более, создаются восстановительные условия, способствующие восстановлению 4-валентного марганца до 2-валентного с образованием водорастворимых соединений этого элемента. Эффект природного загрязнения речной воды марганцем неоднократно наблюдался в воде затопляемых участков рек, удаленных от техногенных источников более, чем на 10 км, и далее.

Таким образом, при выявлении источников загрязнения природных вод марганцем необходимо не только рассматривать техногенные, но и природные факторы, приводящие к росту концентрации водорастворимых форм марганца.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынова М.В. Железо и марганец в пресноводных отложениях: [монография] / М. В. Мартынова; Российская акад. наук, Ин-т водных проблем. – Москва, 2014. - 213 с.
2. Мартынова М.В. О причинах периодического появления высоких концентраций марганца в Москворецких водохранилищах // Водные ресурсы. - 2011. - Т. 38, № 5. - С. 631-632.
3. Мартынова М.В. О содержании марганца в илах Можайского водохранилища // Водные ресурсы. - 2012. - Т. 39, № 2. - С. 212-217.
4. Мартынова М.В. Обмен соединениями марганца между донными отложениями и водой // Водные ресурсы. - 2014. - Т. 41, № 2. - С. 180-190.

*Шпока Д. А.*

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь

## **МНОГОЛЕТНИЕ РЕЖИМЫ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ НА Р. ДНЕПР – Г. ОРША**

*Аннотация.* В условиях современного потепления климата и постоянно возрастающей антропогенной нагрузки на водные объекты, необходим мониторинг и анализ динамики процессов формирования весеннего половодья, с целью минимизации негативных последствий.

*Ключевые слова.* Водный объект, уровень воды, весеннее половодье

*Shpoka D.A.*

Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus

## **MULTI-YEAR SPRING FLUID REGIME ON THE R. DNEPR – ORSHA**

*Annotation.* Under the conditions of modern climate warming and constantly increasing anthropogenic load on water bodies, it is necessary to monitor and analyze the dynamics of the processes of spring flood formation in order to minimize negative consequences.

*Keywords.* Water body, water level, spring flood

Введение.

В условиях современного потепления климата и постоянно возрастающей антропогенной нагрузки на водные объекты, необходим мониторинг и анализ динамики процессов формирования весеннего половодья, с целью минимизации негативных последствий.

Материалы и методы исследования.

В ходе исследований использовались данные гидрологического режима весеннего половодья р. Днепр в створе г. Орша за период с 1946 по 2015 гг.

Тенденция изменения водного режима оценивалась с помощью линейных трендов, значимость которых определялась стандартными статистическими методами [1].

Река Днепр – первая по величине и водности река, протекающая по территории Беларуси, с площадью водосбора в исследуемом створе – 18000 км<sup>2</sup> и длиной – 550 км.

Для оценки влияния современного потепления на водный режим реки исходный период с 1946 по 2015 гг. разбит на два интервала с 1946 по 1987 гг. до начала современного потепления климата, с 1988 по 2015 гг. собственно период потепления.

Обсуждение результатов.

Хронологический ход максимальных расходов и уровней воды весеннего половодья р. Днепр – г. Орша представлен на рис. 1.

Как видно из рис. 1 наблюдается статистически значимая тенденция уменьшения как максимальных расходов так и уровней, однако скорость изменения расходов составляет 75,3 м<sup>3</sup>/с в 10 лет, а скорость уменьшения уровней воды составляет 40,6 см в 10 лет. Полученные тенденции аппроксимированы линейными трендами и имеют следующий вид, для расходов  $Q = -7,53 \cdot t + 15779$ ,  $r = 0,51$  и уровня  $H = -4,06 \cdot t + 8513$ ,  $r = 0,55$  [2].

Изменение водного режима коснулось и взаимосвязи расхода и уровня  $H = f(Q)$ . Уменьшилась теснота связи и скорость изменения уровня от расхода, что и подтверждается на графиках (рис. 2, 3).

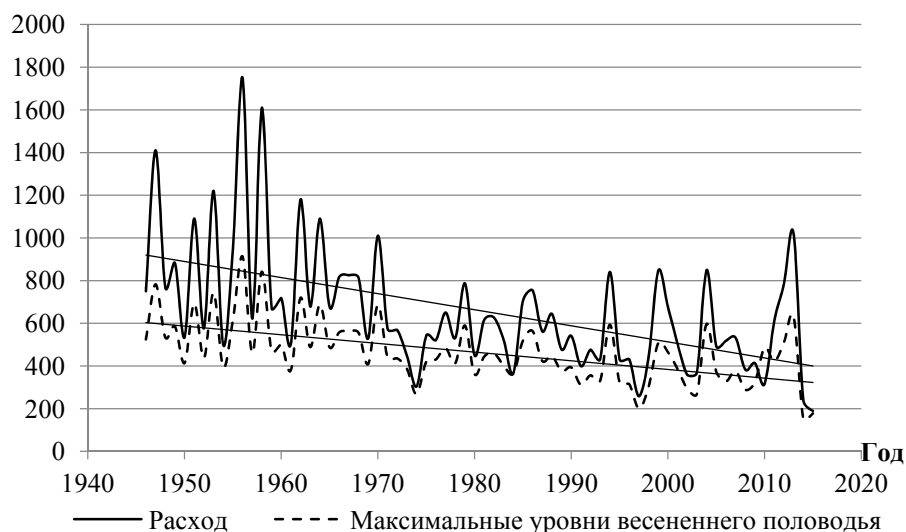


Рис. 1. Хронологический ход максимальных расходов и уровней воды весеннего половодья р. Днепр – г. Орша

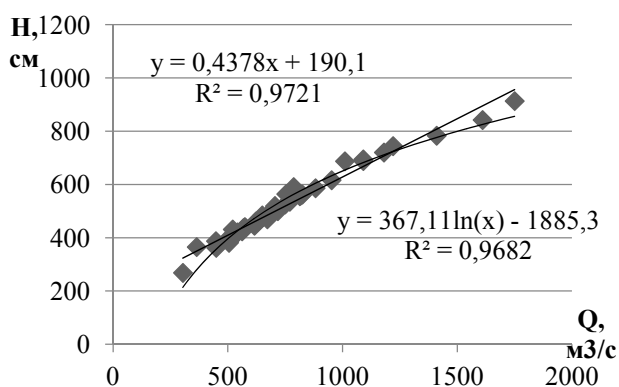


Рис. 2. Взаимосвязь максимальных расходов воды и уровней воды в период с 1946 по 1987 гг.

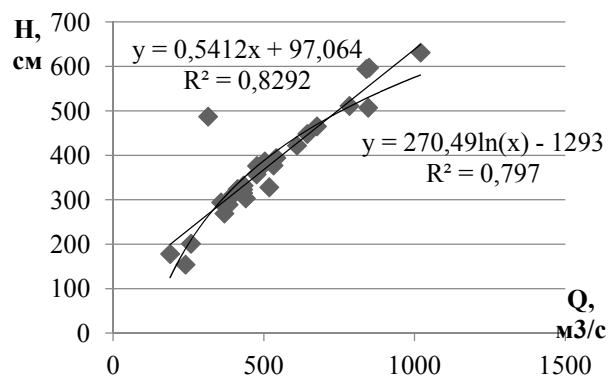


Рис. 3. Взаимосвязь максимальных расходов воды и уровней воды в период с 1988 по 2015 гг.

#### Выводы.

Таким образом, современное потепление климата вызвало не только уменьшение максимальных расходов и уровней воды, но и изменило их взаимосвязь.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валуев, В.Е. Статистические методы в природопользовании. Уч. пособие для студ. высш. учеб. завед. по спец. «Мелиорация и водное хозяйство» / В.Е. Валуев [и др.] – Брест : Брестский политехнический институт, 1999. – 252 с.

2. Логинов, В.Ф. Весенние половодья на реках Беларусь: пространственно-временные колебания и прогноз / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, Ан.А. Волчек – Минск : Беларуская навука, 2014. – 244 с.
3. Волчек, А.А. Оценка колебаний максимальных уровней воды рек бассейна Припяти на территории Беларуси / А.А. Волчек, И.Н. Шпока, Д.А. Шпока // Вестник Брестского государственного технического университета : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. Вып. 2 (120)'2020. – Брест, 2020. – С. 27-31.

## **СЕКЦИЯ 2. «БИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ (ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ, РАДИОЭКОЛОГИЯ)»**

*Асатрян А. А., Воскобойникова И. В.*

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова  
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,  
г. Новочеркасск, Российская Федерация

### **РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА В РАЗВИТИИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Аннотация.* В статье рассматривается экологическая составляющая изучаемого субъекта РФ (Ростовская область) в качестве основополагающего звена в становлении региона и страны, в целом. Именно от состояния окружающей природной среды напрямую зависит устойчивое развитие хозяйственной сферы, так как по-прежнему большую часть ресурсов человек получает благодаря природе.

*Ключевые слова:* экология, экономика, социально-экономическая политика, Южный федеральный округ, устойчивое развитие, экологический фактор, природные ресурсы, экологические зоны.

*Asatryan A. A., Voskoboynikova I. V.*

Novocherkassk Engineering Meliorative Institute after A.K. Kortunov,  
FSBEI HE «Donskoy State Agrarian University», Novocherkassk, Russian  
Federation

### **THE ROLE OF THE ENVIRONMENTAL FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE ROSTOV REGION**

*Abstract.* The article considers the environmental component of the studied subject of the Russian Federation (Rostov region) as a fundamental link in the formation of the region and the country as a whole. It is the state of the natural environment that directly affects the sustainable development of the economic sphere, since people still receive most of the resources thanks to nature.

*Key words:* ecology, economy, socio-economic policy, Southern Federal District, sustainable development, environmental factor, natural resources, ecological zones.

Реализация социально-экономической политики напрямую связано с комплексным решением ряда важнейших задач, которые обусловлены территориальными особенностями организации хозяйства представленного региона. Именно данный аспект формирует важнейшую концепцию, направленную на экологическую составляющую в качестве приоритетного направления устойчивого развития общества.



Данная тема актуальна, поскольку в связи с исчерпаемостью ресурсов, растущими общественными потребностями людей, вмешательством человека в природу, бурным развитием техники и производства. Большинство средств, необходимых для развития экономики региона человек берёт из природы. Ростовская область обеспечивает техническими средствами и продуктами питания не только Южный федеральный округ, но и всю страну. Так, объектом исследования выступает обстановка окружающей среды Ростовской области [3].

Проявление экологического фактора изучаемого региона выражается в перераспределении природных ресурсов и географическом расположении территориально разделенных экологических зон (рис. 1).

Южный регион относится к Восточно-Европейской равнине. По административно-территориальному расположению является частью Северо-Кавказского экономического округа. Область занимает площадь 0,6 % от всей территории Российской Федерации, что составляет 100,8 тыс. кв. км [1]. Значительная часть территории входит в состав Нижнедонецкой, Донецкой и Южно-Егернинской провинций почвообразующих областей. Центральная часть представлена холмами, которые образовались в результате длительного процесса геоморфологических преобразований. В основу почвенных террас легли понтические известняки – ракушечники. Распространены террасы следующих параметров: ширина до 300 м, высота – 43 м над уровнем моря. Территории представлены североприазовскими черноземами, мощность гумусовых горизонтов которых составляет 95 см. Для североприазовских мощных и среднемощных черноземов характерно равномерное и постепенное падение содержания гумуса вниз по профилю при его количестве и пахотном слое от 4,0 до 5,5 %. Верхняя часть почвенного разреза характеризуется темно-серой окраской с бурыми оттенками, которая постепенно светлеет и сменяется серо-бурой. Физические свойства почв вполне благоприятные. Они отличаются высокими значениями водо- и воздухопроницаемости (58 %).

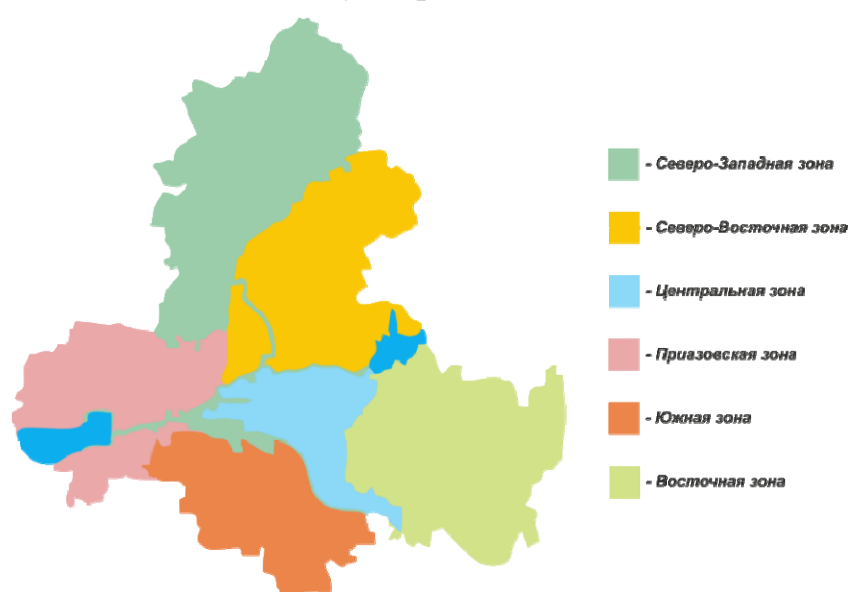


Рис. 1. Схема территориального деления на экологические зоны

Субъект имеет благоприятный умеренно-континентальный климат (рис. 2). Исходя из характеристики климата по многолетним данным определим, что: 1) среднегодовая температура воздуха в городе  $8,6^{\circ}\text{C}$ , среднемесячная многолетняя температура самого холодного месяца  $-6,1^{\circ}\text{C}$  (январь), самого теплого –  $+23,2^{\circ}\text{C}$  (июль); 2) максимальная среднегодовая температура воздуха составляет  $38^{\circ}\text{C}$ , максимальная температура воздуха –  $+38^{\circ}\text{C}$  (июль, август); 3) минимальная среднегодовая температура воздуха составляет  $-33^{\circ}\text{C}$ , минимальная температура воздуха –  $-33^{\circ}\text{C}$  (январь); 4) осадки выпадают неравномерно (в весенне – летний период), максимальное количество осадков составляет 60 мм (в июне и июле), а минимальное – 30 мм (в сентябре). Годовое количество осадков составляет 497 мм; 5) самыми влажными месяцами являются январь и декабрь (87 %), самыми засушливыми – июль и август (56%). Годовая влажность составляет 72%.

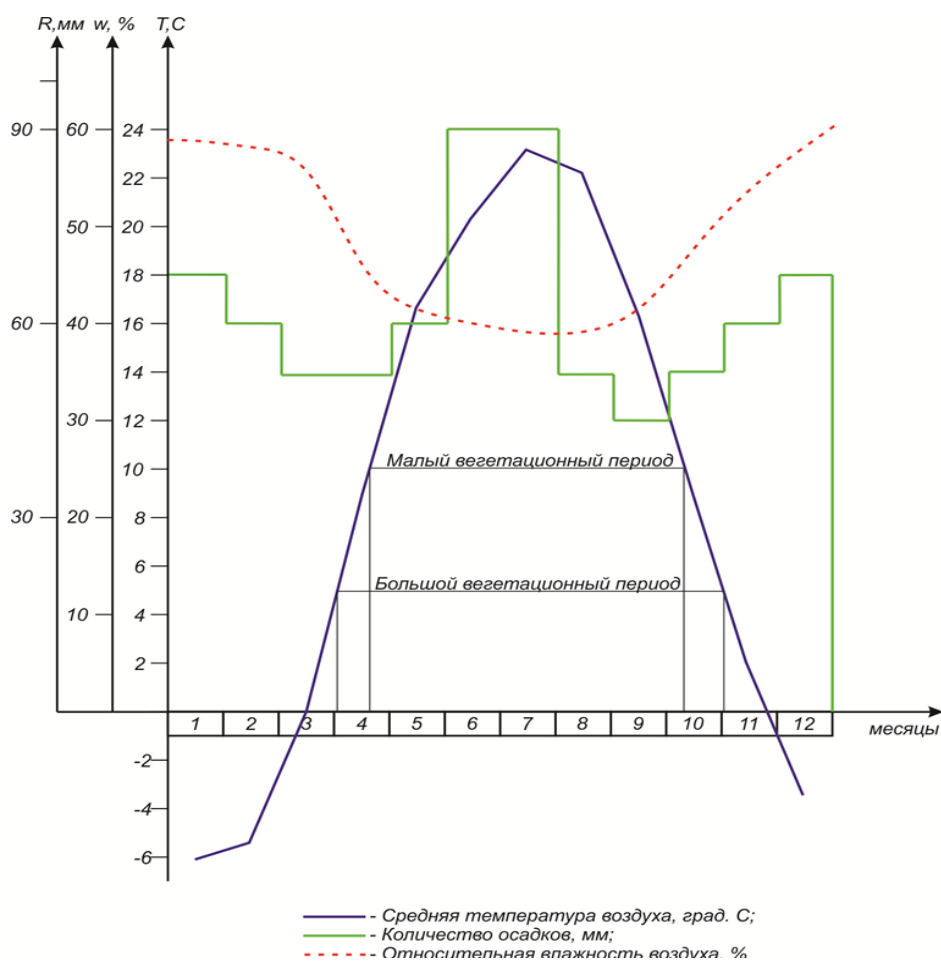


Рис. 2. Климатограмма, построенная по многолетним показателям г. Ростова-на-Дону

Гидрология и гидрография изучаемого субъекта относится к северной части Азово-Кубанского артезианского бассейна. Территория характеризуется водоносными и водоотводящими горизонтами, которым отводится практическая роль хозяйственно-питьевого водоснабжения. Причиной этому является

хаотичное положение на различных уровнях литосферных плит. Строение и расположение плит обусловлено лито-фациальными особенностями и историей геологического развития [6].

Природа Ростовской области сочетает в себе разнообразные природные компоненты в различном процентном соотношении. Так, регион богат степными просторами, которые плавно перетекают в поймы рек Дона и побережья Азовского моря. Именно эти места являются наиболее благоприятными для разведения ценных видов животных и промысловых пород рыб. Территория Южного федерального округа располагается в степной зоне, однако, малая часть ее переходит в полупустыни. Известно, что лишь на 5,6 % земельного фонда естественно произрастают леса. Большая часть территории используется в качестве сельскохозяйственных угодий, что во много определяет занятую сферу экономического влияния – сельскохозяйственную продукцию [7].

Ростовская область производит более 20 % сельскохозяйственной продукции, которая ориентирована в реализацию на внутреннем рынке страны. Малые и большие вегетационные периоды, определяющие условия выращивания зерновых и плодовых культур, создают возможность производства до 65 % валовой продукции отрасли растениеводства. Ее развитие основывается на внедрении энергосберегающих технологий и использовании новых сортов и гибридов выращиваемых культур. Также, Правительство Ростовской области ведет экономическую политику, направленную на повышение эффективности аграрного сектора [2].

Рекреационные ресурсы представлены курортами локального значения для летнего отдыха с запасами высококачественных минеральных вод, а также широкими возможностями развития международного туризма [4].

На Дону традиционно развито животноводство. В этой отрасли хозяйства специализируются по молочному и мясному направлению, свиноводству, овцеводству, коневодству и птицеводству. Славу донскому краю составила и рыбная отрасль (рукотворные пруды – везде есть рыба) [6].

Географическое положение региона оказывает решающую роль в формировании экономики региона. В первую очередь в том, что благодаря почвам и климату возможно развитие сельского хозяйства, обеспеченность полезными ископаемыми и их активная добыча позволяют развивать промышленность, а красота природы и давность культурных традиций способствуют притоку туристов и развитию отдыха в регионе. Стоит отметить, что благодаря выгодному географическому положению и развитой инфраструктуре развивается экономика региона, наблюдаются следующие тенденции: рост темпов производства, увеличение посевных площадей, внедрение инновационных технологий, приток инвестиций [5].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеенко, В.Н. География Ростовской области: учебник / В.Н. Алексеенко, Мартынова М.И. – Ростов-на-Дону: Терра, 2005. – С. 250.
2. Асатрян А.А., Дальченко Е.А. Реализация экологического подхода в рамках экономического развития региона на примере Ростовской области / Будущее науки-2020: Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции (21-22 апреля 2020 года), в 5-х томах, Том 1, Юго-Зап. гос. ун-т., Курск: Юго-Зап. гос. ун-т., 2020. – С. 510.
3. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. – М. 1997. – С. 400.
4. Исследование экологических проблем городов Ростовской области и пути их решения: монография / Л. З. Ганичева [и др.]. 2014. – С. 156.
5. Мельник Л.Г. «Экономические проблемы воспроизводства природной среды». – М. 2001. – С. 346.
6. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2018 г. // Экологический вестник Дона. 2019. – С. 364.
7. Храбовченко В.В. Экологический туризм. Учебно-мет. пособие. М. 2002. – С. 275.

*Кулак Л. В., Малькова И. С., Белякин С. К.*

Курганский государственный университет, г. Курган, Российская Федерация

### **ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ БЕЗДОМНЫХ ЖИВОТНЫХ**

*Аннотация.* В работе проведен анализ ситуации безопасности, связанной с наличием в городах и городских поселениях множества бродящих животных. Рассмотрено состояние проблемы, действующее законодательство, опыт решения проблемы обеспечения безопасности бездомных животных в России и в мире. Предложен более оптимальный по гуманности к бездомным животным, защите человека и остального животного мира метод регулирования их численности.

*Ключевые слова:* бездомные животные, опасность бешенства, метод ОСВВ.

*Kulak L. V., Malkova I. S., Belyakin S. K.*

Kurgan State University, Kurgan, Russian Federation

### **PROBLEMS OF REGULATING THE NUMBER OF HOMELESS ANIMALS**

*Annotation.* The paper analyzes the security situation associated with the presence of many roaming animals in cities and urban settlements. The state of the problem, the current legislation, and the experience of solving the problem of

ensuring the safety of stray animals in Russia and in the world are considered. A more optimal method of regulating the number of stray animals and protecting humans and the rest of the animal world is proposed.

*Key words:* stray animals, rabies risk, OSVV method.

Бездомные животные – это собаки, кошки или другие домашние животные, которые живут стаями или поодиночке на улицах, в подъездах, в парках.

Бездомные животные обречены на голод, скитания и болезни (бешенство, глисты, блохи, лишай, ушные вши и т.д.). Большинство людей не обращают внимания или делают вид, что ничего не замечают, но эта проблема остается в нашей жизни. Даже сами по себе, уличные животные составляют множество проблем для людей: они могут покусать человека, распространить различные опасные заболевания и т.д. Однако в том, что появляются бездомные животные, виноваты также и люди. Люди не задумываясь, избавляются от заведенных ими питомцев и выбрасывают их на улицу. При спаривании собаки с волком родившийся детеныш становится угрозой для населения. Эти гибриды не испытывают чувства страха перед человеком и очень агрессивные, а это приводит к нападению таких животных. Человек может получить укусы или даже быть загрызенным до смерти [1].

Полностью проблему бездомных собак (БС) удалось решить только в единичных странах Северо-Западной Европы (Норвегия, Швейцария, Австрия, Финляндия, Германия и др.) путем ликвидации их среды обитания (повышен уровень благоустройства, нет доступных пищевых отходов) и контроля содержания домашних собак.

В остальных странах мира (Китай, США, ЮАР, Канада, Индия, Великобритания, Франция, Болгария, Испания, Турция, Израиль и др.), включая Россию, присутствие БС на улице и связанных с ними рисков (укусы, болезни, порча имущества), неизбежно [3].

С конца 90-х годов в стране введена практика отлова и стерилизации бездомных животных с дальнейшим выпуском на свободу. Такая практика не только не решает проблему, но и позволяет ей разрастаться с каждым годом все больше и больше. Эта псевдогуманность позволяет использовать выделенные бюджетные средства для коррупционных схем. Так, к примеру, в 2011 году в первой десятке самых затратных статей бюджета города Москвы, находилась статья на расходы по осуществлению программы по отлову, стерилизации, выпуску и содержанию. Расходы составили 780 млн рублей, но проблема так и не была решена.

Из года в год выделяются огромные деньги на борьбу с бездомными животными, но проблема только разрастается. Данная проблема является актуальной, поскольку в России за 11 лет с 2000 по 2010 год бродячими собаками был убит 391 человек. Это значит, что в год погибает порядка 35 человек, а в месяц — три человека. При этом статистика не учитывает людей, умерших впоследствии укуса и болезней, переданных бродячими животными. Среди погибших много детей. С 2011 года эту статистику вести перестали.

Бродячие собаки являются переносчиками инфекций. От 40 до 100 процентов бродячих животных, в зависимости от региона, являются переносчиками смертельно опасных заболеваний. При этом данные заболевания бродячие животные передают как людям, так и диким зверям. Влияние бродячих собак на экологию крайне губительно. К примеру, бродячими собаками была уничтожена последняя в Москве популяция барсуков. Осенью 2004 года зайцы-беляки полностью исчезли из нескольких городских лесных массивов, так как они были уничтожены местными бродячими собаками. Бродячие животные создают огромную угрозу для исчезающих видов.

Цена жизни каждой стаи бродячих собак – сотни замученных ими животных, тем не менее, усыпление бродячих собак без страданий и боли категорически отвергается как крайне жестокая процедура.

Причиной всему, принятие Федерального Закона 498-ФЗ “Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации”, который в рамках стратегии ОСВВ (отлов-стерилизация-вакцинация-возврат) узаконил повсеместное обитание бродячих собак на любых даже природоохранных территориях.

Бродячие собаки неприкосновенны абсолютно на всех территориях России независимо от целевого назначения этих территорий.

Бродячих собак разрешено только отлавливать, стерилизовать, вакцинировать и выпускать в окружающую среду. За их уничтожение предусмотрено уголовное наказание по статье 245 УК РФ до 5 лет лишения свободы.

Такая ситуация входит в противоречие с нормами Конституции РФ, Гражданского кодекса РФ, Земельного кодекса РФ, Градостроительного кодекса РФ и других средообразующих федеральных законов и нормативно-правовых актов, требующих от собственника территории обеспечить охрану, целевое назначение и экологическую безопасность территории [2].

В условиях обременения стаями бродячих собак невозможно выполнить вышеуказанные требования охраны, целевого назначения, экологической безопасности на подавляющем большинстве территории, как внутри городов и населенных пунктов (школы, детсады, больницы, стадионы, проезжие части и тротуары и т.д.), так и в природоохранных зонах.

Обременение территорий стаями бродячих собак нарушает конституционные права граждан на благоприятную окружающую среду и санитарно-эпидемиологическое благополучие, а также другие права, в частности право на свободу передвижения, в том числе для маломобильных граждан (закрепленное в Конвенции ООН), о чем свидетельствует статистика укушенных и загрызенных бродячими собаками насмерть граждан России.

В России на данный момент проживает более 660 тысяч бездомных собак, но эта цифра не учитывает животных города Москвы. Меньше всего собак оказалось на улицах Чукотского автономного округа – всего 150, в Еврейской автономной области – 450, в Ненецком округе — 300. Больше всего бездомных

собак в Татарстане, там 24,5 тысяч таких животных. В лидерах также Краснодарский край — 24 тысячи особей, и Башкортостан – 22,5 тысяч [6].

Проблема бродячих собак остро стоит во всех городах России. Не составляет исключения и Курганская область. Эта проблема рассматривается с разных позиций:

1. Санитарно – эпидемиологических. Нередкие случаи заражения бродячими собаками инфекционными заболеваниями, как человека, так и владельческих собак. Самое опасное заболевание, передаваемое бродячими животными – бешенство. Оно не лечится, а приводит к смерти. По данным Курганской областной ветеринарной лаборатории в течение 2020 года вирус бешенства подтверждался в трех районах области: в Лебяжьевском, Мишкинском, Сафакулевском [5].

2. Психологических. Люди испытывают неприятные ощущения от присутствия бродячих собак на улицах города: страх, агрессию, проявляемую людьми в отношении бродячих животных. Собаки голодные, грязные, часто с кровоточащими ранами, отмороженными лапами и т.д. Это вызывает у людей чувство безразличия, а чаще всего жалости к животным, испытывающим сильные боли при движении.

3. Безопасности. Серьезные травмы получают люди при нападении бродячих собак. В Курганской области в первом квартале 2021 года на 330 человек напали животные. 183 человека укусили собаки (34 — дети). В 2020 году от укусов (ослюнения) животными в регионе пострадали 2387 человек [5]. Это очень серьезная проблема, которая требует незамедлительных мер, способствующих хотя бы частичному решению этого вопроса. Бродячие собаки также могут являться причиной дорожно -транспортных происшествий.

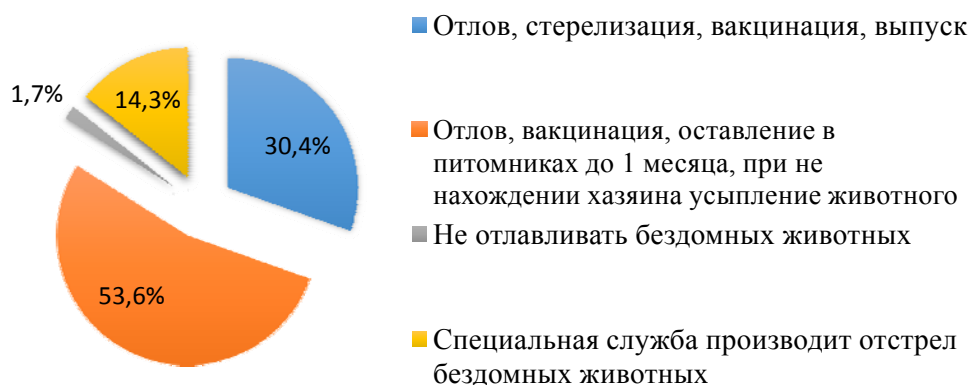
4. Экологических. Ущерб, наносимый бродячими собаками городской фауне значителен. Собаки нападают на домашних кошек, которых хозяева выпускают на прогулки. Часты случаи нападения на стаи птиц: голубей, ворон, галок. Бродячие собаки вынуждены заниматься охотой из-за сокращения кормовых участков. Пожалуй, единственным положительным моментом охоты бродячих собак в городе является охота на крыс, которые бывают конкурентами для собак у мусорных бацков [4].

Нами был проведен социологический опрос среди населения Курганской области. В опросе приняло участие 56 человек, возраст варьировался от 16 до 54 лет. В ходе исследования были получены интересные данные. К бездомным животным население Курганской области относится с жалостью. Процентный показатель составил 76,8%, 16,1% жителей относится отрицательно и 7,1% - безразлично. Так же население области считает бездомных животных опасными (85,7%), а не опасными считаю лишь 14,3% людей. Из всего числа опрошенных 96,3% считают, что бездомные животные являются источниками распространения вируса бешенства. Это объясняется тем что, ежегодно в различных районах области подтверждается бешенство.

Существующий на данный момент метод ОСВВ (отлов, стерилизация, вакцинация, выпуск) население Курганской области считает малоэффективным,

процентный показатель составил 50,1%, 35,7 считают метод ОСВВ эффективным, 7,1% - неэффективным и 7,1% - не знаю. Исходя, из полученных показателей можно сделать вывод, что метод ОСВВ недостаточно проработан и не со всеми задачами справляется. Метод работает, но не избавляет животных от заражения болезнями при выпуске на волю, которые в дальнейшем составляют угрозу для людей.

В целях безопасности, в первую очередь для человека, мы предложили свой метод и 53,6% опрошенных согласились с нашим предложением: бездомных животных следует отлавливать, проводить вакцинацию и потом оставлять в питомниках на протяжении одного месяца, а после если животное не обрело хозяев, то его следует усыпить. Таким образом, на улицах городов, поселков, деревень не будут бегать стаи бродячих животных, которые могут нанести вред людям, домашним питомцам и другим биологическим видам.



*Рис. 1. Какой способ сокращения численности бездомных животных вы считаете наиболее приемлемым?*

Из всего количества опрошенных взять бездомных животных могут 48,2%, 32,1% людей не хотят взять к себе, а 19,6% - не знают смогли бы они взять бездомного животного к себе домой или нет. Эти данные объясняются тем, что большинству населения области небезразлична судьба бездомных животных. Поэтому, в целях принятия и осуществления нашего метода, в Курганской области необходимо строительство нескольких питомников для передержки животных. С этим согласно 96,7% населения.

В результате проведенных исследований мы пришли к следующим выводам:

- 1) численность бродячих собак увеличивается из-за равнодушия людей и несоблюдения правил содержания животных;
- 2) открытие приютов для собак позволит уменьшить количество бездомных животных;
- 3) количество бездомных животных необходимо сокращать предложенным нами методами;



4) проведение постоянной разъяснительной работы среди населения способствует повышению спроса на бездомных животных.

Таким образом, это позволит сократить численность бездомных животных на улицах городов, поселков, деревень. Люди смогут находиться в безопасности и не бояться за своих близких, которые могут стать жертвами нападения бездомных животных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахманов А.И., Проблемы отношения к бесхозным животным / А.И. Рахманов. – М., 2001. – 140 с.
2. Рахманов А.И., Проблемы содержания домашних собак и отлов бесхозных животных в городах / А. И. Рахманов. – М.: ООО Фирма "РЕИНФОР", 2006. – 137 с.
3. Рыбалко В. Н., Обзор мирового опыта решения проблемы бездомных животных / В. Н. Рыбалко. – М., 2008.– 19 с.
4. Пояганов Г. Б. Экологические, экономические и биоэтические проблемы регулирования численности безнадзорных животных в мегаполисах / Г. Б. Пояганов. – М., 2006. – 12 с.
5. Область 45. Информационно- деловой портал [Электронный ресурс]. <https://oblast45.ru/publication/37427> (Дата обращения: 20.04.2021).
6. Православный портал о благотворительности [Электронный ресурс]. <https://www.miloserdie.ru/news/v-rossii-podschitali-vseh-bezdomnyh-sobak/> (Дата обращения: 20.04.2021).

*Гальченко С. В., Чердакова А. С.*

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань, Российская Федерация

## **ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ ЦИНЕРАРИЕЙ СЕРЕБРИСТОЙ (*CINERARIA SILVERDUST L.*)**

*Аннотация.* В статье представлены результаты экспериментальных исследований по изучению способности цинерарии серебристой (*Cineraria Silverdust L.*) к биологическому поглощению тяжелых металлов из почвы. В качестве критериев оценки рассматривались коэффициент биологического поглощения ( $A_x$ ) и коэффициент транслокации ( $G$ ) для четырех металлов: свинца, цинка, меди, кадмия.

*Ключевые слова:* фиторемедиация почв, коэффициент биологического поглощения, тяжелые металлы, урбанизированные территории

## PHYTOREMEDIATION OF URBAN SOILS WITH SILVER CINERARIA (*CINERARIA SILVERDUST* L.)

*Abstract.* The article presents the results of experimental studies to study the ability of *Cineraria Silverdust* L. for biological absorption of heavy metals from the soil. The biological absorption coefficient (Ax) and the translocation coefficient (G) for four metals: lead, zinc, copper, cadmium were considered as assessment criteria.

*Key words:* phytoremediation of soils, coefficient of biological absorption, heavy metals, urban areas

Одной из наиболее важных экологических проблем современности является проблема загрязнения всех компонентов окружающей среды, в том числе и почв, такими опасными токсикантами как тяжелые металлы (далее – ТМ). Особенно остро данная проблема стоит в крупных промышленных городах, где сконцентрированы основные источники поступления ТМ в экосистемы [2,5].

В последние десятилетия все больше исследователей указывают на перспективность применения в целях восстановления загрязненных ТМ почв фиторемедиационных технологий [3,4,7].

Фиторемедиация представляет собой целый комплекс методов очистки почв с использованием зеленых растений. В настоящее время в рамках фиторемедиационных технологий применяются различные методологические подходы, но наибольшее распространение среди них получил метод фитоэкстракции, основанный на способности ряда видов растений интенсивно поглощать из почвы и накапливать в своей фитомассе ТМ [4]. Высокий интерес к данному методу обусловлен его неоспоримыми экологическими и экономическими достоинствами, среди которых: безопасность для окружающей среды, технологическая простота и доступность, низкая стоимость, эстетическая привлекательность и др. Данное обстоятельство в последние годы служит причиной интенсификации научного поиска новых видов растений-аккумуляторов ТМ. Однако практически все отечественные и зарубежные исследования в данном аспекте нацелены на поиск растений для ремедиации почв агроландшафтов и включению их в севооборот. Для указанных целей применяются дикорастущие растения и сельскохозяйственные культуры, такие как тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), горчица белая (*Sinapis alba* L.), редька масличная (*Raphanus sativus* L.) и др. [3,4,7-9].

На урбанизированных территориях, где зачастую формируются целые геохимические аномалии содержания в почвах ТМ, применять для ремедиации

предлагаемые растения не представляется возможным. При этом ремедиационный потенциал декоративных цветочных культур, широко используемых для озеленения и благоустройства городских территорий, остается в настоящее время практически не изученным.

Одной из наиболее распространенных декоративных цветочных культур, применяемых в практике озеленения городов Российской Федерации, является цинерария серебристая (*Cineraria Silverdust* L.) (рис.1). В этой связи нами была изучена способность данной культуры к биологическому поглощению ТМ из почвы, и оценены перспективы ее использования для ремедиации загрязненных городских почв.



Рис. 1. Цинерария серебристая (*Cineraria Silverdust* L.) [фото авторов]

Для проведения исследований были заложены мониторинговые площадки в различных функциональных зонах города, существенно отличающихся уровнем антропогенной нагрузки: в селитебной – внутри жилого микрорайона, в транспортной – вдоль автомагистрали, в промышленной – в зоне воздействия промузла. С каждой из указанных площадок были отобраны пробы почвы, а также пробы надземной и подземной фитомассы произрастающей на ней цинерарии серебристой (*Cineraria Silverdust* L.). Во всех почвенных и растительных образцах атомно-адсорбционным методом определялось валовое содержание ТМ – свинца, меди, цинка и кадмия, как наиболее приоритетных загрязнителей городских почв.

В качестве критерия оценки ремедиационного потенциала цинерарии серебристой (*Cineraria Silverdust* L.) по отношению к ТМ использовался коэффициент биологического поглощения ( $A_x$ ), расчет и интерпретация

которого осуществлялись по формуле и шкале, предложенной А.И. Перельманом [6]:

$$A_x = K_p / K_n,$$

где  $K_p$  – содержание ТМ в фитомассе;

$K_n$  – содержание ТМ в почве.

С целью оценки закономерностей и направленности миграции ТМ в организме цинерарии серебристой (*Cineraria Silverdust* L.) для каждого анализируемого металла рассчитывался коэффициент транслокации (G):

$$G = C_n / C_p,$$

где  $C_n$  – концентрация ТМ в надземной фитомассе;

$C_p$  – концентрация ТМ в подземной фитомассе.

На начальном этапе исследований была проведена оценка содержания ТМ в почвах мониторинговых площадок. Установлено, что во всех анализируемых функциональных зонах города отмечается превышение фоновых концентраций свинца, цинка и кадмия. Содержание меди было ниже регионального фонового уровня. Превышений ПДК (ОДК) анализируемых ТМ в пробах почв не выявлено.

Расчет и анализ значений коэффициента биологического поглощения ( $A_x$ ) ТМ цинерарией серебристой (*Cineraria Silverdust* L.) показал ее избирательность в накоплении в фитомассе того или иного металла (рис. 2).

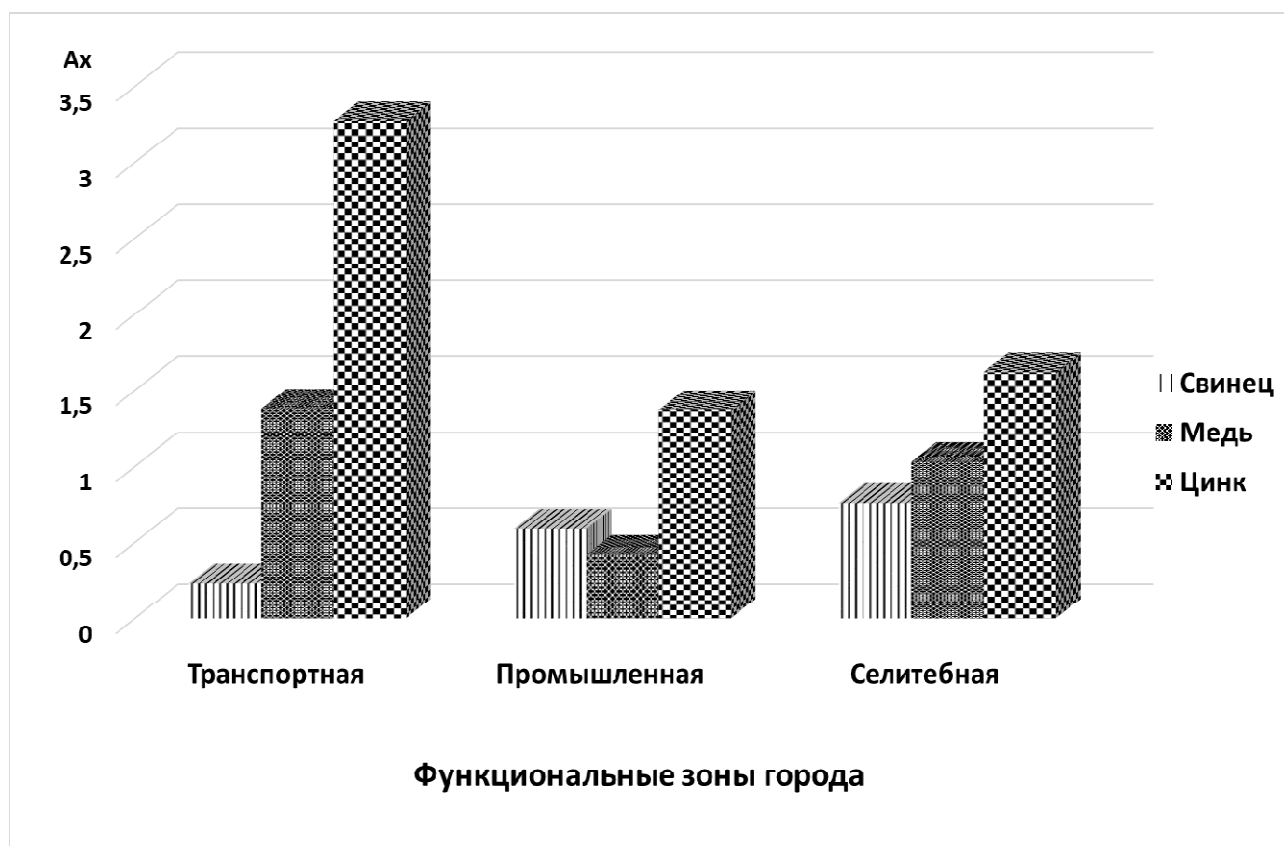


Рис. 2. Значение коэффициента биологического поглощения ( $A_x$ ) ТМ Цинерарией серебристой (*Cineraria Silverdust* L.)

Анализ полученных значений  $A_x$ , в соответствии с классификацией рядов биологического поглощения (табл. 1), предложенной А.И. Перельманом [6], показал, что для цинерарии серебристой (*Cineraria Silverdust* L.) свинец относится к элементам слабого накопления и среднего захвата ( $A_x = 0,1-1,0$ ), а цинк и медь ( $A_x = 1,0-10,0$ ) к элементам сильного накопления. Кадмий по отношению к изученному растению относится к элементам слабого захвата ( $A_x = 0,01 - 0,1$ ).

Таблица 1

Классификация рядов биологического поглощения (по А.И. Перельману)

№ п/п	Группы элементов по интенсивности биологического поглощения	Значение коэффициента биологического поглощения ( $A_x$ )
1.	Энергичного накопления	10-100
2.	Сильного накопления	1,0-10
3.	Слабого накопления и среднего захвата	0,1-1,0
4.	Слабого захвата	0,01-0,1
5.	Очень слабого захвата	0,001-0,01

В максимальной мере цинерарией серебристой (*Cineraria Silverdust* L.) накапливаются цинк и медь, значения  $A_x$  для данных металлов составляет 3,3 и 1,4 соответственно. Преимущественность поглощения данных элементов по сравнению с другими ТМ характерна для многих видов растений, что видимо связано с высокой биофильностью и физиологической ролью указанных металлов (участие в биосинтезе ферментов, витаминов, ростовых веществ и т.д.) [1]. Накопление свинца в фитомассе было существенно меньшим, значение  $A_x$  для него составило 0,4. По нашему мнению, данное обстоятельство обусловлено тем фактом, что свинец не играет значительной физиологической роли, а, наоборот, является токсикантом для растений и лишь захватывается ими наряду с другими рассеянными элементами. На основании вышеизложенного можно предположить, что в процессах поглощения цинерарией серебристой (*Cineraria Silverdust* L.) ТМ из почвы ведущую роль играет именно физиологическое значение элемента. При увеличении концентрации цинка и меди в городской почве будет наблюдаться их более активный «вынос» данной культурой.

У большинства видов растений распределение ТМ в органах происходит весьма неравномерно, и определяется видовой принадлежности растений и их физиологическими особенностями.

С целью оценки интенсивности миграции и распределения каждого из исследуемых ТМ между надземными и подземными органами у цинерарии серебристой (*Cineraria Silverdust* L.) нами был проведен расчет коэффициента транслокации (G). Установлено, что исследуемые тяжелые металлы неодинаково распределяются по организму растения. Так, свинец преимущественно накапливается в надземной фитомассе цинерарии

серебристой (*Cineraria Silverdust* L.). Данная культура обладает выраженным барьером для миграции свинца на границе «надземная фитомасса – подземная фитомасса» ( $G = 6,9$ ). Цинк более-менее равномерно распределен между надземной и подземной частями растения ( $G = 1,2$ ), а медь немного в большем количестве накапливается в корневой системе цинерарии серебристой (*Cineraria Silverdust* L.), чем в надземной ( $G = 0,8$ ). Что касается кадмия, то достоверных результатов получить не удалось из-за слишком низкой концентрации данного металла в органах растения.

Таким образом, проведённые исследования позволили установить, что цинерария серебристая (*Cineraria Silverdust* L.), используемая для создания клумб и цветников во многих городах, проявляет неодинаковые ремедиационные свойства по отношению к различным ТМ. Наиболее активно растение накапливает в своих органах цинк. Исходя из того, что коэффициент биологического поглощения цинка у цинерарии серебристой (*Cineraria Silverdust* L.) достаточно высок ( $A_x = 3,3$ ), считаем, что растение обладает хорошими ремедиационными свойствами по отношению к данному загрязнителю городских почв.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений: моногр. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2011. 368 с.
2. Гальченко С.В. Оценка влияния техногенных выбросов на экологическое состояние урбанизированных систем (на примере города Рязани): дис. ... канд. биол. наук. Рязань, 2002. 160 с.
3. Кирейчева Л.В., Ильинский А.В., Яшин В.М. К вопросу фиторемедиации почв, загрязненных комплексом тяжелых металлов // Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 4. С. 8-13.
4. Копчик Г.Н. Современные подходы к ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) // Почвоведение. 2014. № 7. С. 851-868.
5. Ляпкало А.А., Гальченко С.В. Эколого-гигиенические аспекты загрязнения почвы г. Рязани тяжелыми металлами // Гигиена и санитария. 2005. №1. С. 8.
6. Перельман А.И. Геохимия: Учеб. для геол. спец. вузов. –2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш.шк., 1989. 528 с.
7. Проценко Е. П., Неведров Н. П., Зубкова Т. А. Селективная фиторемедиация почв Курской области // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2017. № 2. С. 32-38.
8. Phytoremediation of Heavy Metals: A Green Technology / P. Ahmadpour, F. Ahmadpour, T. M. M. Mahmud, Arifin Abdu, M. Soleimani, F. H. Tayefeh // African Journal of Biotechnology. 2012. Vol. 11. № 76. PP. 715-733.

9. Phytoremediation Potential of Fast-Growing Energy Plants: Challenges and Perspectives / G. Rungwa, H. Arpa, A. Sakulas, D. Timi Harakuwe // Pol. J. Environ. Stud. 2020. Vol. 29. №. 1. PP. 505-516.

*Гальченко С. В., Чердакова А. С.*

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань, Российская Федерация

### **НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ДЕКОРАТИВНЫМИ ЦВЕТОЧНЫМИ КУЛЬТУРАМИ**

*Аннотация.* В статье приводятся результаты полевых и экспериментальных лабораторных исследований, направленных на оценку накопления свинца в надземных и подземных органах декоративных бархатцев (*Tagetes*) и амаранта (*Amaranthus*), используемых для озеленения городов.

*Ключевые слова:* бархатцы (*Tagetes*), амарант (*Amaranthus*), коэффициент биологического поглощения, тяжелые металлы, фиторемедиация почв.

*Galchenko S. V., Cherdakova A. S.*

Ryazan State University named S. A. Yesenin, Ryazan, Russian Federation

### **ACCUMULATION OF HEAVY METALS WITH DECORATIVE FLOWER CROPS**

*Abstract.* The article presents the results of field and experimental laboratory studies aimed at assessing the accumulation of lead in the aboveground and underground organs of ornamental marigolds (*Tagetes*) and amaranths (*Amaranthus*) used for urban greening.

*Key words:* marigolds (*Tagetes*), amaranth (*Amaranthus*), coefficient of biological absorption, heavy metals, phytoremediation of soils.

Возрастающее загрязнение почв тяжелыми металлами (далее – ТМ) является одной из важнейших экологических проблем современных городов. Техногенные выбросы многих промышленных предприятий и автотранспорта содержат в значительных количествах ТМ, которые депонируют в городской почве, оказывают негативное воздействие на природные компоненты урбозкосистемы, нарушают естественные процессы их восстановления и представляют опасность для здоровья городских жителей.

В настоящее время существуют различные способы восстановления почв загрязненных ТМ: химические, физические, физико-химические и др. Однако большинство из них экономически затратны, технологически сложны и способны выступать источником вторичного загрязнения компонентов окружающей среды. На наш взгляд, в аспекте детоксикации почв урбанизированных территорий весьма перспективны фиторемедиационные



технологии, основанные на использовании зеленых растений-аккумуляторов ТМ, которые способны активно накапливать данные загрязнители в своей фитомассе. Применение фиторемедиационных технологий не требует привлечения высококвалифицированного персонала, специального оборудования и использования дорогостоящих химических реагентов. Необходимо только высадить «нужные» растения в загрязненную почву, а в конце вегетационного сезона – утилизировать. [1,3].

Известно, что разные виды растений обладают неодинаковой способностью накапливать тяжелые металлы в фитомассе, что связано с наличием у них различных биохимических механизмов, препятствующих поступлению опасных токсикантов в организм. В последние десятилетия активно ведется научный поиск растений-аккумуляторов ТМ, способных накапливать их в фитомассе [2,3,6-8]. Однако в данном аспекте внимание как отечественных, так и зарубежных исследователей по большей части обращено на изучение дикорастущих и сельскохозяйственных видов, таких как: бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), редька масличная (*Raphanus sativus* L.), горчица белая (*Sinapis alba* L.) и др. [2,3,6-8]. На урбанизированных территориях использовать в качестве фиторемедиаторов предлагаемые виды растений не представляется возможным. Но при этом фиторемедиационный потенциал городских цветочных культур, прочно занимающих свою экологическую нишу в урбоэкосистемах, остается практически не изученным.

В этой связи, нами была исследована способность ряда декоративных цветочных культур к накоплению в фитомассе ТМ.

В качестве объектов исследований рассматривались бархатцы (*Tagetes*) и амарант (*Amaranthus*), которые широко используются для озеленения городских территорий, создания клумб и цветников во многих российских городах.

Полевые исследования проводились в различных функциональных зонах города Рязани (селитебной, транспортной, промышленной и рекреационной), отличающихся неодинаковой техногенной нагрузкой. В рамках проведенных исследований в каждой функциональной зоне были отобраны образцы почвы и произрастающих на ней декоративных растений. Во всех почвенных и растительных образцах атомно-адсорбционным методом определялось содержание кадмия, цинка, свинца и меди – приоритетных загрязнителей городов. Критерием оценки ремедиационного потенциала анализируемых культур выступал коэффициент биологического поглощения ( $A_x$ ) ТМ, расчет и интерпретация которого осуществлялись по формуле и шкале, предложенной А.И. Перельманом [4]:

$$A_x = K_p / K_n,$$

где  $K_p$  – концентрация металла в декоративных растениях;

$K_n$  – концентрация металла в почве.



Расчет и оценка значений коэффициента биологического поглощения ( $A_x$ ) цветочными культурами ТМ показала их избирательность в накоплении того или иного металла и позволила составить биогеохимический ряд поглощения для каждого из исследуемых растений:

- бархатцы (*Tagetes*) –  $\text{Cu}^{2+}$  (0,50) >  $\text{Zn}^{2+}$  (0,50) >  $\text{Pb}^{2+}$  (0,33) >  $\text{Cd}^{2+}$  (0,07);
- амарант (*Amaranthus*) –  $\text{Zn}^{2+}$  (1,21) >  $\text{Pb}^{2+}$  (0,93) >  $\text{Cu}^{2+}$  (0,54) >  $\text{Cd}^{2+}$  (0,07).

Установлено, что бархатцы и амарант различаются по способности накапливать ТМ даже при одной и той же их концентрации в почве. Высокая биофильность и физиологическая роль меди и цинка для растений обуславливают их высокое содержание в тканях и органах как *Tagetes*, так и *Amaranthus*. Что касается техногенного свинца, то наибольшим потенциалом к его накоплению обладает амарант ( $A_x = 0,93$ ), хотя и бархатцы также способны к аккумуляции опасного загрязнителя ( $A_x = 0,33$ ). Кадмий практически не поглощается анализируемыми растениями из почвы. У обеих культур значения коэффициента биологического поглощения данного элемента достаточно низкое – 0,07.

В фокусе рассматриваемой проблемы особую актуальность и значимость приобретают вопросы, связанные с детоксикацией городских почв загрязненных свинцом, что объясняется рядом причин. Во-первых, объемы поступления данного металла в почвы урбоэкосистем весьма значительны за счет атмотехногенных выпадений. Во-вторых, для свинца характерна четко выраженная тенденция к аккумуляции в поверхностном слое почвы, так как данный элемент удерживается гумусовыми веществами и слабо мигрирует в почвенном профиле [8]. В-третьих, свинец характеризуется высокой токсичностью и способностью накапливаться в организме человека.

Ввиду указанных причин на следующем этапе исследований анализировалось влияние высоких концентраций свинца в почве на фитомассу *Tagetes* и *Amaranthus*, а также распределение данного ТМ в их надземных и подземных органах. В условиях вегетационного эксперимента искусственно моделировалось загрязнение серой лесной почвы свинцом в дозе 1,5 и 3,0 ОДК, то есть 195,0 мг/кг и 390 мг/кг, соответственно [5]. Контролем в эксперименте служила почва, отобранная с территории городского парка, рассматриваемая в качестве урбанизированного фона. Повторность на всех вариантах – четырехкратная.

При анализе результатов вегетационного эксперимента выявлено, что высокое валовое содержание свинца в почве вызывает уменьшение фитомассы *Tagetes*. Так, при смоделированном загрязнении почвы свинцом в концентрации 1,5 и 3,0 ОДК наблюдается снижение фитомассы бархатцев по сравнению с контролем на 33,3% и 41,3 % соответственно.

*Amaranthus*, напротив, проявил толерантные свойства по отношению к свинцу в почве. На всех вариантах эксперимента с внесением загрязнителя в почву не выявлено достоверного изменение фитомассы по сравнению с контролем.

Анализ содержания свинца в надземной и подземной частях декоративных растений показал наличие у бархатцев хорошо выраженного биохимического барьера на границе «корневая система – надземная фитомасса». Накопление свинца происходило в основном в подземной части растения, а в надземной – практически не изменялось, независимо от содержания элемента в почве (табл. 1).

Таблица 1

Содержание свинца в фитомассе декоративных культур, мг/кг

Содержание свинца в почве, мг/кг	Бархатцы ( <i>Tagetes</i> )		Амарант ( <i>Amaranthus</i> )	
	Надземная фитомасса	Подземная фитомасса	Надземная фитомасса	Подземная фитомасса
39,0 (контроль)	8,0±0,1	12,6±0,3	5,2±0,2	32,0±0,1
195,0	8,3±0,1	48,3±0,2	24,2±0,3	34,1±0,3
390,0	8,4±0,2	101,8±0,5	29,3±0,5	79,1±0,2

У амаранта исследуемый загрязнитель также накапливается в основном в корневой системе. При этом как в надземной, так и подземной фитомассе данной культуры наблюдалось увеличение концентрации свинца при возрастании его содержания в почве.

Таким образом, проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- декоративные цветочные культуры, в частности бархатцы и амарант, используемые для озеленения городов, также, как и дикорастущие виды обладают неодинаковой способностью накапливать ТМ в своих органах;

- у исследуемых растений четко выражен биохимический барьер на границе «подземная фитомасса – надземная фитомасса»;

- результаты полевых и вегетационных исследований позволяют отнести декоративный амарант к числу аккумуляторов ТМ, что указывает на перспективность применения данной культуры в целях фиторемедиации загрязненных городских почв.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальченко С.В. Оценка влияния техногенных выбросов на экологическое состояние урбанизированных систем (на примере города Рязани): дис. ... канд. биол. наук. Рязань, 2002. 160 с.
2. Кирейчева Л.В., Ильинский А.В., Яшин В.М. К вопросу фиторемедиации почв, загрязненных комплексом тяжелых металлов // Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 4. С. 8-13.

3. Копчик Г.Н. Проблемы и перспективы фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) // Почвоведение. 2014. № 9. С. 1113–1130.
4. Перельман А.И. Геохимия: Учеб. для геол. спец. вузов. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1989. 528 с.
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/400274954/> (дата обращения: 22.04.2021)
6. Фиторемедиация городских почв, загрязненных тяжелыми металлам, декоративными цветочными культурами / Гальченко С.В., Мажайский Ю.А., Гусева Т.М., Чердакова А.С. // Вестник РГУ им. С.А. Есенина. 2015. № 4 (49). С. 144-153
7. Phytoremediation of Heavy Metals: A Green Technology / P. Ahmadpour, F. Ahmadpour, T. M. M. Mahmud, Arifin Abdu, M. Soleimani, F. H. Tayefeh // African Journal of Biotechnology. 2012. Vol. 11. № 76. PP. 715-733.
8. Phytoremediation Potential of Fast-Growing Energy Plants: Challenges and Perspectives / G. Rungwa, H. Arpa, A. Sakulas, D. Timi Harakuwe // Pol. J. Environ. Stud. 2020. Vol. 29. №. 1. PP. 505-516.

*Гудзенко Е. О., Сивцов С. А.*

Музей-заповедник М. А. Шолохова, ст. Вешенская, Российская Федерация

### **МЕМОРИАЛЬНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ УСАДЬБЫ М. А. ШОЛОХОВА: ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР И ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ**

Аннотация. В работе приведен исторический обзор мемориальных насаждений Усадьбы М.А. Шолохова в станице Вешенской; дана оценка современного состояния деревьев и кустарников.

Ключевые слова: Мемориальные насаждения, деревья, кустарники, исторический обзор, современное состояние, оценка состояния.

*Gudzenko E. O., Sivtsov S. A.*

M. A. Sholokhov Museum-Reserve, Veshenskaya Station, Russian Federation

### **MEMORIAL PLANTINGS OF THE ESTATE OF M. A. SHOLOKHOV: HISTORICAL OVERVIEW AND ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE**

*Abstract.* The paper presents a historical overview of the memorial plants of the Estate of M.A. Sholokhov in the village of Veshenskaya; an assessment of the current state of trees and shrubs is given.

*Keywords:* Memorial plants, trees, shrubs, historical review, current state, state assessment.

Усадьба Михаила Александровича Шолохова, где он жил и работал с 1949 по 1984 год, расположена в станице Вешенской Шолоховского района Ростовской области, климат которого относится к умеренно-континентальному. Зима здесь обычно пасмурная, ветреная и сырая. Часто сильные морозы чередуются с оттепелями в любом месяце. Средняя температура января – от -5,3 °С до -9 °С. Лето ветреное, сухое и жаркое. Средняя температура июля +22 °С – +24 °С. Зимой и особенно весной преобладают восточные и юго-восточные ветры, а с мая по октябрь – западные и юго-западные. Максимум осадков приходится на июнь-июль, летние дожди отличаются ливневым характером. Снег выпадает в ноябре, устойчиво держится с конца декабря до середины марта. Суммарное годовое количество осадков 350-450 мм [1].

Несмотря на то, что почвенные и климатические условия станицы Вешенской создают неблагоприятные условия, ограничивающие культуру древесных растений, Усадьба М.А. Шолохова утопает в зелени.

На территории объекта выделяются две функциональные части: жилая (площадь 0,71 га), представляющая собой мемориальный комплекс, в состав которого, наряду с домом Михаила Александровича, входят и другие постройки, непосредственно связанные с жизнью и деятельностью писателя, многочисленные посадки деревьев и кустарников, сделанные им самим и членами его семьи, а также «Сад памяти М.А. Шолохова» (площадь 0,34 га) в юго-западной части Усадьбы, где похоронены Михаил Александрович и его жена Мария Петровна.

Структура Усадьбы соответствует ее современному функциональному назначению.

В жилой части сохраняется мемориально-историческая и природная среда, которая была при жизни М.А. Шолохова, восстанавливаются утраченные посадки, а территория «Сада памяти М.А. Шолохова» характеризуется современным декоративным оформлением [2].

С целью сохранения исторического облика насаждений Усадьбы М.А. Шолохова в рамках настоящих исследований в 2021 году выполнена инвентаризация мемориальных деревьев и кустарников, высаженных писателем и членами его семьи, дана оценка их эстетической привлекательности и экологического состояния.

В соответствии с поставленной целью в задачи исследований входило:

- сбор, обработка и анализ материалов натурных изысканий и исследовательских работ;
- определение мест расположения мемориальных деревьев и кустарников с установлением таксономического состава насаждений;
- оценка эстетического и экологического состояния растений;
- разработка рекомендаций по сохранению мемориальных насаждений.

Деревья и кустарники сажали на Усадьбе с самого начала строительства дома. Рядом с домом сохранилось дерево, посаженное самим писателем – это груша домашняя, которой уже более 65 лет. Березы, сосны и дубы около дома посадил в конце 1950-х – начале 1960-х годов сын писателя Михаил

Михайлович. У входа в дом произрастают береза бородавчатая и ели обыкновенные, посаженные в 1962 году родственниками Михаила Александровича. Справа от входа в дом сохранились кусты сирени обыкновенной темно-, светло-лилового и белого колера, посаженные в 1952 году Марией Петровной [2].

Перед террасой дома в 1960-е годы был разбит розарий. Высаживались разные сорта роз, преобладали сорта красного колера. Восстановлен розарий в 2003-2004 годах следующими сортами роз: 'Gloria Dei', 'Concorde', 'Folklore', 'Queen Elizabeth', 'J.F. Kennedy', 'Norita'. Здесь же две высокие старовозрастные ели, которые в конце 50-х – начале 60-х годов были привезены из Подмосковья и посажены близкими писателя.

У флигеля весной цветут кусты белой и голубоватой сирени обыкновенной, посаженной женой писателя в 50-е годы прошлого века. Чуть позже зацветает прекрасный медонос – сирень венгерская, также посаженная Марией Петровной.

С восточной стороны розария сохранился конский каштан обыкновенный, посаженный в 1973 году сыном писателя Михаилом Михайловичем [2].

Сохранение зеленых насаждений в их мемориальном состоянии – важная и актуальная проблема многих музеев-заповедников. Успешно проводят работы по сохранению и восстановлению мемориальных садов, уходу за старовозрастными деревьями в Государственном мемориальном и природном заповеднике «Музей-усадьба Л.Н. Толстого «Ясная Поляна», Государственном музее-заповеднике С.А. Есенина, Государственном Лермонтовском музее-заповеднике «Тарханы», Государственном мемориальном историко-литературном и природно-ландшафтном музее-заповеднике А.С. Пушкина «Михайловское», Государственном музее истории Санкт-Петербурга и других.

Вопросам сохранения и восстановления мемориальных садов самое пристальное внимание уделяется и в Музее-заповеднике М.А. Шолохова. Создан мини-питомник декоративных и плодовых растений. Отбор черенков производится с плодовых деревьев, которые ранее произрастали на территории Усадьбы М.А. Шолохова. Сажены для восстановления садов выращиваются путем прививки. Они являются основным материалом для воссоздания мемориальных посадок плодовых культур в охранной зоне Музея-заповедника М.А. Шолохова [3].

В 1987 году Центральным лесоустроительным предприятием Парколесоустроительная экспедиция Всесоюзного объединения «Леспроект» разработан Проект организации садово-паркового хозяйства «Усадьба, где жил и работал М.А. Шолохов в 1949-1984 гг.» [4].

Было выявлено более 250 растений различного возраста. Установлено, что при жизни писателя произрастали: груша домашняя (возле дома), груша домашняя (в огороде), тополь пирамидальный (угол дома), березы бородавчатые (у флигеля, гаража), сирень обыкновенная (у флигеля), сирень венгерская (восток розария) и др.

Восстановленные растения этого периода – ясень обыкновенный (угол огорода), яблоня домашняя, груша домашняя (огород), акация белая (вход, западные ворота), клен ясенелистный (вход в «Сад памяти М.А. Шолохова»), береза бородавчатая (вход с западной стороны) (рис. 1).



*Рис. 1.* Мемориальные растения Усадьбы М.А. Шолохова

В рамках настоящих исследований нами проведена инвентаризация мемориальных растений Усадьбы М.А. Шолохова, высаженных Михаилом Александровичем и членами его семьи.

При эстетической оценке деревьев и кустарников использовалась четырехбалльная шкала В.А. Фроловой [5].

Экологическая оценка осуществлялась в соответствии с общепринятой методикой по трехбалльной шкале: 1 – «хорошо» – здоровые растения с правильной кроной, без существенных повреждений; 2 – «удовлетворительно» – здоровые растения, но с неправильно развитой кроной, имеющие повреждения и дупла; 3 – «неудовлетворительно» – растения с неправильно развитой, ослабленной кроной, имеющие существенные повреждения, угрожающие их жизни.

Результаты проделанной работы представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Мемориальные насаждения Усадьбы М.А. Шолохова в станице Вешенской

Вид растения	Место нахождения	Год посадки	Кем посажено	Когда восстановлено	Эстетическая оценка	Экологическая оценка
1	2	3	4	5	6	7
Деревья						
<i>Aesculus hippocastanum L.</i>	огород	1966г.	М.М. Шолохов		1	1
<i>A. hippocastanum L.</i>	север флигеля	1966г.	М.М. Шолохов	1994г.	1	1
<i>A. hippocastanum L.</i>	восточнее розария	1973г.	М.М. Шолохов		1	1
<i>Betula pendula Roth</i>	возле флигеля	конец 1950-х годов	М.М. Шолохов		1	1
<i>B. pendula Roth</i>	возле флигеля	конец 1950-х годов	М.М. Шолохов		2	1
<i>B. pendula Roth</i>	возле флигеля	конец 1950-х годов	М.М. Шолохов	2021г.	1	1
<i>B. pendula Roth</i>	напротив гаража	конец 1950-х годов	М.М. Шолохов		1	1
<i>B. pendula Roth</i>	дорожка, юг Усадьбы	1957 год	С.М. Шолохова		1	1
<i>B. pendula Roth</i>	запад дома	1962г.	М.М. Шолохов	2006г.	1	1
<i>B. pendula Roth</i>	северо-восток дома	1962г.	М.М. Шолохов		2	2
<i>B. pendula Roth</i>	северо-восток дома	1962г.	М.М. Шолохов		1	1
<i>Larix sibirica Ledeb.</i>	на газоне, юг Усадьбы	1980-е годы	С.М. Шолохова		2	2
<i>L. sibirica Ledeb.</i>	на газоне, юг Усадьбы	1980-е годы	С.М. Шолохова		2	2
<i>Malus domestica Borkh.</i>	возле веранды	начало 1950-х гг.	М.А. Шолохов	2000г.	1	1
<i>Padus avium Mill.</i>	дорожка в нижней части Усадьбы	1977г.	М.М. Шолохова		3	2
<i>Picea abies (L.) H. Karst.</i>	розарий	начало 1960-х годов	М.М. Шолохов		1	1
<i>P. abies (L.) H. Karst.</i>	розарий	начало 1960-х годов	М.М. Шолохов		1	1
<i>Pinus sylvestris L.</i>	восток дома	середина 1950-х годов	М.М. Шолохов		2	2

Продолжение табл. 1

<i>P. sylvestris L.</i>	восток дома	середина 1950-х годов	М.М. Шолохов		3	2
<i>P. sylvestris L.</i>	восток дома	середина 1950-х годов	М.М. Шолохов		2	2
<i>Populus pyramidalis Rozier</i>	угол дома, юго-восток	1973г.	М.П. Шолохова	2021г	1	1
<i>Pyrus domestica L.</i>	возле веранды	начало 1950-х гг.	М.А. Шолохов		3	3
<i>Prunus domestica L.</i>	в огороде	1-я половина 1950-х годов	М.М. Шолохов	2000г.	2	1
<i>P. domestica L.</i>	в огороде	1-я половина 1950-х годов	М.М. Шолохов		2	2
<i>Quercus robur L.</i>	возле дома	1962г.	М.М. Шолохов		3	2
<i>Q. robur L.</i>	возле дома	1962г.	М.М. Шолохов		2	2
<i>Q. robur L.</i>	возле дома	1962г.	М.М. Шолохов		3	2
<i>Q. robur L.</i>	к югу от флигеля	1972г.	А.М. Шолохов		2	2
<i>Quercus rubra L.</i>	на газоне, юг Усадьбы	1980г.	М.М. Шолохов		2	1
<i>Q. rubra L.</i>	на газоне, юг Усадьбы	1980г.	М.М. Шолохов	2003г.	1	1
<i>Sorbus aucuparia L.</i>	розарий	начало 1960-х годов	М.М. Шолохов	2001г.	2	2
<i>Tilia cordata Mill.</i>	дорожка, юг Усадьбы	1962г.	С.М. Шолохова		3	2
<i>T. cordata Mill.</i>	дорожка, юг Усадьбы	1962г.	С.М. Шолохова		2	2
<i>T. cordata Mill.</i>	дорожка, юг Усадьбы	1962г.	С.М. Шолохова		2	1
<i>T. cordata Mill.</i>	угол сада	1962г.	С.М. Шолохова		2	1
Кустарники						
<i>Corylus avellana L.</i>	дорожка, юг Усадьбы	1967г.	М.М. Шолохов		1	1
<i>C. avellana L.</i>	дорожка, юг Усадьбы	1967г.	М.М. Шолохов		2	2
<i>Philadelphus coronarius L.</i>	юго-восток дома, возле розария	1960-е годы	М.П. Шолохова		1	1
<i>P. coronarius L.</i>	юго-восток дома, возле розария	1960-е годы	М.П. Шолохова		1	1
<i>Rosa majalis Herrm.</i>	дорожка в нижней части Усадьбы	конец 1980-х годов	С.М. Шолохова		3	2
<i>Syringa vulgaris L.</i>	северо-запад дома, возле огорода	1950-е годы	М.П. Шолохова		1	1



<i>S. vulgaris L.</i>	северо-запад дома, возле огорода	1950-е годы	М.П. Шолохова		1	1
<i>S. vulgaris L.</i>	северо-запад дома, возле огорода	1950-е годы	М.П. Шолохова		2	2
<i>S. vulgaris L.</i>	северо-запад дома, возле огорода	1950-е годы	М.П. Шолохова		2	2
<i>S. vulgaris L.</i>	возле флигеля	конец 1950-х годов	М.П. Шолохова		2	2
<i>S. vulgaris L.</i>	возле флигеля	конец 1950-х годов	М.П. Шолохова		2	2
<i>S. vulgaris L.</i>	юг флигеля	1967г.	М.П. Шолохова		2	2
<i>S. vulgaris L.</i>	юг флигеля	1967г.	М.П. Шолохова		2	2
<i>S. vulgaris L.</i>	юг флигеля	1967г.	М.П. Шолохова		2	2
<i>S. vulgaris L.</i>	юг флигеля	1967г.	М.П. Шолохова		2	2
<i>S. vulgaris L.</i> заменена на 28 кустов <i>S. vulgaris</i> 'Mikhail Sholokhov'	центральная аллея	1947г.	М.П. Шолохова	1987г.	1	1
<i>Syringa josikaea J. Jacq. Ex Reichenb. Fil.</i>	в розарии	1950-е годы	М.П. Шолохова	2003г.	2	2
<i>S. josikaea J. Jacq. Ex Reichenb. Fil.</i>	за розарием	1950-е годы	М.П. Шолохова		2	2
<i>S. josikaea J. Jacq. Ex Reichenb. Fil.</i>	запад дома	1970-е годы	М.П. Шолохова		2	2

По результатам исследования можно сделать вывод, что в настоящее время на территории Усадьбы М.А. Шолохова произрастают 35 деревьев и 47 кустарников, которые можно отнести к мемориальным насаждениям. Большинство из них эстетически привлекательны, находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии. Необходимо отметить, что из 35 деревьев, высаженных в основном в 50-60-х годах прошлого века, всего лишь 8 были пересажены в более поздний период, а из 47 кустарников 29 были утрачены и восстановлены. К наиболее устойчивым можно отнести деревья следующих пород: береза бородавчатая, ель обыкновенная, конский каштан обыкновенный. А из кустарников – сирень венгерскую и обыкновенную, в том числе сорт 'Mikhail Sholokhov' и чубушник венечный. Остальные кустарники находятся в удовлетворительном состоянии.

Среди мемориальных растений преобладает береза бородавчатая и сирень обыкновенная. Единичными экземплярами представлены такие породы как тополь пирамидальный, рябина обыкновенная, роза майская.

Помимо посадок декоративных деревьев и кустарников на территории Усадьбы М.А. Шолохова в 1953 году женой писателя Марией Петровной совместно с ученым-садоводом Андреем Николаевичем Бахаревым были заложены «Верхний» и «Нижний» плодовые сады, которые неоднократно подвергались реконструкции ввиду того, что большая их часть поражалась болезнями (черный рак, парша).

Весной 1994 года в «верхнем» саду, а в 2000 году в «Саду памяти» взамен утраченных были высажены следующие сорта деревьев: яблоня – ‘Антоновка новая’, ‘Спартан’, ‘Жемчужное’, ‘Мельба’, ‘Jonathan’, ‘Ренет Симиренко’; груша – ‘Черномьяска буерачная’, ‘Гвардейская’, ‘Лесная красавица’, ‘Старкримсон’; вишня – ‘Владимирская’. В настоящее время плодовые деревья обоих садов поражены болезнями и вредителями и нуждаются в агротехнических мероприятиях по борьбе с их распространением.

По результатам исследований в качестве мер по сохранению мемориальных насаждений Усадьбы М.А. Шолохова можно рекомендовать следующие:

- осуществлять постоянный уход за растениями, который заключается в санитарной обрезке деревьев и кустарников, регулярном поливе, рыхлении и подкормке удобрениями;

- в садах Усадьбы своевременно проводить агротехнические мероприятия, повышающие зимостойкость деревьев и их сопротивляемость к заболеваниям (санитарная и формовочная обрезка деревьев, регулирование плодоношения, содержание почвы в междурядьях под с черным паром, регулярные поливы и подкормка минеральными и органическими удобрениями, побелка штамбов и скелетных ветвей, защищающая от морозобоин и солнечных ожогов).

В заключение необходимо отметить, что мемориальные посадки древесных и кустарниковых пород на Усадьбе М.А. Шолохова нуждаются в охране и сохранении как объект, имеющий большое историческое и культурное значение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климат [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sudopedia.su>.
2. Маликова Е.Н. Усадьба М.А. Шолохова в станице Вёшенской: прошлое и настоящее // Материалы первой научно-практической конференции «Музей-заповедник: «экология и культура» (ст. Вёшенская, 25-26 августа 2004 года). Сборник статей. – 2004. – С. 36-42.
3. Маликова Е.Н., Шевцова А.В. Опыт государственного музея-заповедника М.А. Шолохова в сохранении и реконструкции мемориальных садов // Музей-заповедник: экология и культура: Материалы шестой Международной

научно-практической конференции (станция Вёшенская, 4-6 сентября 2015 года). – Ростов н/Д: ЗАО «Книга». – 2015. – С 212-218.

4. Проект организации садово-паркового хозяйства. Усадьба, где жил и работал М.А. Шолохов в 1949-1984 г.г. ст. Вёшенская. Пояснительная записка. Проектные ведомости «Леспроект». Москва. – 1987. – 40с.
5. Фролова В.А. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов [Текст] / В.А. Фролова // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 2. – 1994 – С. 27-33.

*Картышев О. А.<sup>1</sup>, Николайкин Н. И.<sup>2</sup>, Кошурников Д. Н.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Центр экологической безопасности гражданской авиации, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>МГТУ ГА г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Пермь, Российская Федерация

## **ОПТИМИЗАЦИЯ УЧЕТА ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ТЕХНОСФЕРЫ АЭРОПОРТОВ**

*Аннотация.* Приведена практика проведения работ в техносфере аэропортов по определению зоны воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и оценки риска для здоровья человека при воздействии химических веществ. Раскрыто методологическое несовершенство требований к их установлению без учета специфики эксплуатационной деятельности аэропортов различного класса.

*Ключевые слова:* аэропорт, загрязнение воздуха, техносфера.

*Kartyshev O. A.<sup>1</sup>, Nikolaikin N. I.<sup>2</sup>, Koshurnikov D. N.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Center for Environmental Safety of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>MSTU GA Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>FNC of Medical and Preventive Technologies for Risk Management of Public Health, Perm, Russian Federation

## **OPTIMIZATION OF ACCOUNTING FOR AIR POLLUTION SOURCES IN AIRPORT TECHNOSPHERE**

*Annotation.* The practice of carrying out work in the technosphere of airports to determine the zone of exposure to pollutants in the air and assess the risk to human health when exposed to chemicals is presented. The methodological imperfection of the requirements for their establishment without taking into account the specifics of the operational activities of airports of various classes is revealed.

*Keywords:* airport, air pollution, technosphere

С началом выполнения проектов седьмой подзоны приаэродромной территории (ПТ) расчетным способом определяются границы зоны действия загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферном воздухе, выделяемые от наземных источников выбросов и при движении воздушных судов (ВС) по территории летного поля и траектории взлета и посадки до высоты взлетно-посадочного цикла ИКАО (915 м) [1].

Одновременно проводится оценка риска для здоровья человека при воздействии химических веществ. По сложившемуся алгоритму определения границ воздействия ЗВ в рамках разработки проектов санитарно-защитных зон опасных промышленных предприятий для аэропортов без учета специфики их деятельности принято использовать исходные данные проектов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) или по результатам проведенной инвентаризации источников выбросов ЗВ. Нормативные значения ПДК и ОБУВ загрязняющих веществ, выделяющихся при эксплуатации наземных источников выбросов приводятся согласно СанПиН 1.2.3685-21 [2].

На основании перечня ЗВ, выбрасываемых в атмосферу всеми наземными и воздушными источниками аэропорта, включающего в себя необходимые параметры каждого ЗВ, а именно: наименование ЗВ, регистрационный номер CAS, формула, значение используемого критерия (мг/м<sup>3</sup>), направленность действия, класс опасности и суммарный выброс вещества (г/с, т/год в составе проекта нормативов ПДВ или в составе инвентаризационного перечня источников выбросов) выполняется расчет рассеивания с учетом фоновых концентраций ЗВ в районе аэродрома [2].

В расчетных точках на границе ближайшей жилой застройки определяются значения концентрации ЗВ (мг/м<sup>3</sup>) от суммарных выбросов всех источников. Затем рассматриваются наибольшие ожидаемые концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферного воздуха на границе ближайшей жилой застройки и делается вывод, что по остальным веществам расчет не целесообразен ввиду их ожидаемых сверхмалых концентраций. Последующий анализ загрязнения атмосферы аэропорта на ПТ должен выявить нарушения критериев качества атмосферного воздуха при превышении 1 ПДК (ОБУВ) (для жилой застройки) и 0,8 ПДК (ОБУВ) (для садоводческих товариществ и огородов) согласно п. 70. СанПиН 2.1.3684-21 [3], п. 2.3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [4].

Многолетнее выполнение проектов СЗЗ и седьмой подзоны ПТ выявило избыточность учета всего перечня ЗВ, выбрасываемых в атмосферу наземными аэропортовыми источниками, как при определении зон вредного воздействия ЗВ, так и при расчетах оценки риска для здоровья человека при воздействии химических веществ по результатам оценки хронического аэрогенного воздействия химических веществ, выбрасываемых источниками аэропортов всех классов, когда превышения допустимых значений показателей риска на границе жилой застройки не установлены.

Например, оценка концентрации ЗВ в атмосферном воздухе при эксплуатации наземных и передвижных источников выбросов ЗВ аэропорта и

при движении ВС по траектории взлета, посадки и маневрирования в районе аэродрома аэропортов гражданской авиации в труднодоступных районах Крайнего Севера и приравненных к ним территорий на соответствие СанПиН 1.2.3685-21 [2], показала, что максимально-разовые и среднегодовые концентрации загрязняющих веществ формируются на уровнях ниже референтных концентраций и не окажут влияния на здоровье человека как при разовых операциях выполнения ВПЦ, так и при годовом режиме эксплуатации исследованных аэродромов [6].

В целом из практики рассмотрения аэродромов различного класса, статистика выбросов показывает, что перечень источников выбросов загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА), перечня ЗВ и валового выброса имеют достаточно серьезные различия, что показано в табл.1.

*Таблица 1*

Сводные параметры выбросов аэродромов

№	Наименование аэродрома	Кол-во ИЗА	Кол-во ЗВ	Выброс, т/год
1	Уфа	167	54	926,827
2	Солдатская ташла (Ульяновск)	3	9	0,814
3	Новый уренгой	69	37	725,55
4	Черное	66	48	8,868
5	Мама	11	15	1,098
6	Киренск	11	10	44,761
7	Ербогачен	7	10	15,859
8	Бугульма	16	22	25,812
9	Казань	100	48	126,953
10	Бегишево	44	44	37,047
11	Байкал	57	29	7,909
12	Якутск	56	20	260,849
13	Пулково	251	91	864,840

Однако, указанный выше расчетный алгоритм определения зоны воздействия ЗВ реализуется как для стандартного опасного промышленного предприятия, загрязняющего окружающую среду, без учета специфики эксплуатационной деятельности аэропортов и отсутствия чрезвычайно опасных загрязняющих веществ, что в большинстве случаев избыточно при оценке неблагоприятного воздействия на здоровье и качество проживания населения вблизи аэропортов, ввиду присутствия в перечне аэродромов, преимущественно общераспространённых загрязняющих веществ, содержание которых верифицируется контролем фонового загрязнения.

При выполнении проекта «Оценка риска для здоровья человека при воздействии химических веществ» в качестве первичных сведений также используются данные проекта ПДВ с проведением расчетов рассеивания ЗВ от

суммарных выбросов всех источников и последующим выполнением основных этапов процедуры оценки риска: идентификация опасности, оценка зависимости «доза-ответ», оценка экспозиции и характеристика риска в соответствии с Р.2.1.10.1920-04 [5]. На основании результатов по оценке риска устанавливается возможность или невозможность организации санитарно-защитной зоны или ПТ (в виде седьмой подзоны) по критериям приемлемого или неприемлемого риска здоровью.

Использование данных из ПДВ, инвентаризации само по себе не является правильным, так как это не эпидемиологические исследования конкретного региона, а данные по выбросам за короткий промежуток времени не дают возможности оценить в полной мере воздействие на окружающую среду и выявить все риски. По полной (базовой) схеме должны использоваться результаты мониторинга концентраций химических веществ широкой сети постов наблюдения за состоянием атмосферного воздуха с непрерывным контролем уровней загрязнения в анализируемых объектах окружающей среды и/или данные, полученные на основе моделирования рассеивания загрязнений, за период не менее 3-5 лет.

Обзор практики проведения работ по определению зоны воздействия ЗВ и оценки риска для здоровья человека при воздействии химических веществ в техносфере аэропортов, выполняемых без учета специфики эксплуатационной деятельности аэропортов, показывает методологическое несовершенство применения одинаковых требований к аэропортам как к опасным промышленным предприятиям, выявило избыточность учета всего перечня ЗВ, выбрасываемых в атмосферу наземными аэропортовыми источниками и необходимость установления правил определения зоны воздействия ЗВ в составе седьмой подзоны ПТ аэропортов различного класса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Doc 9889, Руководство по качеству воздуха в аэропортах. ИКАО, 2011, URL: [https://www.icao.int/publications/Documents/9889\\_cons\\_en.pdf](https://www.icao.int/publications/Documents/9889_cons_en.pdf). С. 1 – 210.
2. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;
3. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»;
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»;
5. Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. 2004.

[Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200037399> (дата обращения: 15.02.2021 г.).

6. Картышев О.А., Дмовский И.Г., Аверкиев А.А., Кошурников Д.Н. Особенности оценки неблагоприятного воздействия на окружающую среду при эксплуатации аэропортов местных воздушных линий // Научный вестник ГосНИИ ГА: сборник научных трудов. № 34 (345) / главный редактор доктор технических наук, профессор Л. Н. Елисов. - науч. изд. - Москва: ГосНИИ ГА, 2021. – с. 59-67.
7. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. 2001. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901787814> (дата обращения: 19.02.2021 г.).

*Картышев О. А.*

Центр экологической безопасности гражданской авиации, г. Москва, Российская Федерация

## **ОЦЕНКА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНОСФЕРЕ АЭРОПОРТОВ**

*Аннотация.* Рассматриваются вопросы создания методологии обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере аэропортов, в основу которой может быть положен известный отечественный и зарубежный опыт проведения исследований и процедуры оценки воздействия вредных факторов на человека при эксплуатации наземных и воздушных объектов воздушного транспорта, разработки методического аппарата по расчету этого воздействия, обоснования и применения специальных мероприятий по его снижению.

*Ключевые слова:* Безопасность жизнедеятельности, методология, аэропорт, техносфера

*Kartyshev O. A.*

Civil Aviation Environmental Safety Center, Moscow, Russian Federation

## **ASSESSMENT OF LIFE IN THE AIRPORT TECHNOSPHERE**

*Abstract.* The issues of creating a methodology for ensuring the safety of life in the technosphere of airports, which can be based on the well-known domestic and foreign experience in conducting research and procedures for assessing the impact of harmful factors on humans during the operation of ground and air objects of air transport, the development of a methodological apparatus for calculating this impact, substantiation and the use of special measures to reduce it.

*Key words:* Life safety, methodology, airport, technosphere

Проводимые в последние годы работы по разработке проектов установления приаэродромных территорий (ПТ) аэропортов позволяют формировать границы зон техносферного пространства, находящихся под воздействием вредных факторов шума, загрязнения атмосферного воздуха (ЗВ) и электромагнитного излучения (ЭМИ) при эксплуатации наземных и воздушных объектов воздушного транспорта (ВТ).

Для этого выполняются расчёты размеров зон вредного воздействия, а также проводится оценка риска для здоровья человека от химического и шумового факторов воздействия [1]. Анализ выполненных проектов ПТ аэропортов, опубликованных на сайте Росавиации ([www.favt.ru](http://www.favt.ru)) показал, что при оценке размеров зон концентрации ЗВ в атмосферном воздухе и шумового воздействия аэропортов разработчиками применяются принципиально разные подходы для построения разнообразных, часто не отвечающих действительности, расчетных контуров.

Для упорядочивания оценки условий труда в техносфере аэропортовой территории и условий проживания населения в техносфере ПТ аэропортов требуется разработка понятного механизма выявления вредного воздействия при эксплуатации объектов ВТ и проведения оценки вредного воздействия по каждому фактору с предложением конкретных мероприятий для его снижения на персонал аэропорта и населения, который может быть представлен в виде методологии обеспечения безопасности жизнедеятельности (БЖД) в техносфере аэропортов при эксплуатации объектов ВТ.

Методическое решение С.В.Беловым задачи создания методологии обеспечения БЖД обуславливает наличие знания взаимосвязи нахождения предмета исследований в системах «человек — источник опасности» и «человек — среда обитания» как части системного подхода к решению сложных комплексных проблем в области исследования [2]. Рассматриваемая область исследований при эксплуатации объектов ВТ включает в себя ряд взаимосвязанных научных и практических направлений обеспечения БЖД в техносфере аэропортов, оперирующих едиными факторами и критериями воздействия на здоровье человека в зонах его пребывания.

В настоящий момент времени практическая деятельность специалистов аэропортовых служб по обеспечению БЖД в техносферном пространстве аэропортовой и приаэродромной территории при эксплуатации объектов ВТ ограничивается проведением работ по соблюдению условий (охраны) труда на рабочих местах персонала аэропортов, аттестации рабочих мест и контрольными мероприятиями по оценке факторов вредного воздействия при эксплуатации объектов ВТ, что является недостаточным, особенно в части разработки и предупреждения вредного воздействия для обширного техносферного пространства аэропорта, например, летного поля.

Тоже касается и вредного воздействия на население, проживающего в окрестностях аэропортов, когда операторы аэропортов не усматривают свою ответственность, например, за воздействие АИШ, запахи авиационного керосина



при переливе топлива на складах горюче-смазочных материалов или при заправке ВС.

В основу создания методологии обеспечения БЖД при эксплуатации объектов ВТ может быть положен известный отечественный и зарубежный опыт проведения исследований и процедуры оценки воздействия вредных факторов на человека при эксплуатации объектов ВТ, разработки методического аппарата по расчету этого воздействия, обоснования и применения специальных мероприятий по снижению вредного воздействия в техносфере аэропортов.

Одна из аксиом БЖД гласит: «Защита человека от опасностей технически достижима за счет снижения потоков от их источника, уменьшения времени воздействия источника и объекта, увеличения расстояния между ними и применения защитных мер» [2]. Указанная аксиома позволяет ее применить для практических решений в области обеспечения БЖД человека в техносфере объектов ВТ.

В первую очередь это касается обеспечения возможности получения объективной и систематизированной информации, касающейся явлений и процессов, а также закономерностей взаимосвязей в системе «человек – источник опасности» в техносферном пространстве аэропортовой и приаэродромной территории. В этой системе воздействие вредных факторов на здоровье человека в зонах его пребывания определяется совокупностью и уровнями воздействия вредных факторов, а также длительностью нахождения человека в этих зонах.

Содержательный подход к исследованию проблемы создания методологии по обеспечению БЖД в техносфере аэропортов при эксплуатации объектов ВТ требует обращения к анализу оценки вредного воздействия источников АШ, ЗВ и ЭМИ, выявления совокупности их воздействия на исследуемую территорию [3], а также обобщения проверенных в практике рациональных форм организации деятельности по формированию базы исходных данных для проведения расчетов, обращения к опыту выполненных работ и данным наблюдений автора, по итогам которых можно определить порядок формирования (выбора) критериев оценки достоверности результатов исследования по выделению на аэропортовой и приаэродромной территории зоны воздействия каждого вредного фактора.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научный вестник ГосНИИ ГА, 2021, № 34. Особенности оценки неблагоприятного воздействия на окружающую среду при эксплуатации аэропортов местных воздушных линий О.А. Картышев, И.Г. Дмовский, А.А. Аверкиев, Д.Н. Кошурников, с.59-67.
2. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С.

В. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2016. – 702 с.

3. Научный вестник ГосНИИ ГА, 2019, № 28. Оценка качества проживания населения вблизи существующих и реконструируемых аэродромов, М.О. Картышев, О.А. Картышев, с.114 -123

*Либерман Я. Л.<sup>1</sup>, Савин А. Ю.<sup>2</sup>, Кожушко Г. Г.<sup>3</sup>, Горбунова Л. Н.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Российская Федерация

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Российская Федерация

<sup>3</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Российская Федерация

<sup>4</sup>Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация

## **ТРУБНЫЕ ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Аннотация.* Эффективным средством улучшения санитарно-гигиенических условий труда персонала предприятий, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности при транспортировании сыпучих грузов ленточными конвейерами, является выполнение их трубными – снабженными механизмами сворачивания ленты в трубу, сразу же после размещения на ней груза и разворачивание трубы в ленту непосредственно перед разгрузкой конвейера. Приведена принципиальная схема трубного конвейера и перечислены особые требования, предъявляемые к лентам.

*Ключевые слова:* ленточный конвейер, трубный конвейер, окружающая среда, экологическая безопасность, сыпучий груз.

*Liberman Ya. L.<sup>1</sup>, Savin A. Yu.<sup>2</sup>, Kozhushko G. G.<sup>3</sup>, Gorbunova L. N.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation

<sup>2</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation

<sup>3</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation

<sup>4</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

## **PIPE BELT CONVEYORS AS AN EFFECTIVE MEANS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY**

*Abstract.* An effective means of improving the sanitary and hygienic working conditions of enterprise personnel, protecting the environment and ensuring environmental safety when transporting bulk cargo by belt conveyors is to perform them with pipe-equipped mechanisms for folding the belt into a pipe, immediately after placing the cargo on it and unfolding the pipe into the belt immediately before unloading the conveyor. The schematic diagram of the pipe conveyor is given and the special requirements for the belts are listed.

*Key words:* belt conveyor, pipe conveyor, environment, environmental safety, bulk cargo.

Уже более ста лет для транспортировки сыпучих материалов широко используются ленточные конвейеры. Это одно из самых простых, относительно недорогих и надежных транспортных средств, применяемых в горнодобывающей промышленности, в строительстве и производстве стройматериалов, в химической промышленности, в машиностроении (в литейных цехах), в металлургии и энергетике (для транспортирования твердого топлива и пр.). Вместе с тем, работа таких конвейеров при перемещении сыпучих материалов сопровождается такими негативными явлениями, как повышенное пылеобразование, а в ряде случаев и выделение содержащихся в грузе газов. В результате происходит существенное загрязнение окружающей среды и насыщение её продуктами, вредными для человека, увеличение вероятности пожаров и/или взрывов из-за электризации и самовозгорания транспортируемых материалов. Во избежание просыпания последних и для уменьшения пылеобразования и газовой выделений в атмосферу груз на конвейерной ленте стремятся несколько «зафиксировать» – ограничить возможность его движения поперек ленты, что чаще всего осуществляется путем придания ленте желобчатого профиля, или подвергают увлажнению, для чего над конвейером устанавливают водораспылители. Однако такие методы обычно недостаточно эффективны. Так, увлажнение груза влечет за собой налипание его на ленту, а это требует установки на конвейер специальных очистных устройств, удорожает его и снижает долговечность ленты. Более эффективным средством предотвращения попадания пыли и газов в атмосферу от сыпучих материалов, перемещаемых ленточными конвейерами, является выполнение их трубными – снабженными механизмами сворачивания ленты в трубу, сразу же после размещения на ней груза и разворачивание трубы в ленту непосредственно перед разгрузкой конвейера [1]. Пыль и газы, в этом случае, во время транспортирования груза остаются внутри трубы, а на разгрузочной станции отсасываются вытяжным устройством и направляются в воздухоочистный агрегат [2, 3, 4].

Принципиальная схема трубного конвейера в сравнении с традиционным ленточным конвейером показана на рис. 1.

На рис. 1, б изображен конвейер, у которого свернуты в трубу несущая и возвратная части ленты. Это делает его максимально отделенным от окружающей среды, сообщаясь с ней только на приводной и натяжной станциях. Такое устройство конвейера улучшает санитарно-гигиенические условия труда персонала, защищает окружающую среду от негативного воздействия наилучшим образом, но лента при этом испытывает весьма значительные нагрузки, изгибающие её в поперечном направлении. Поэтому существуют конвейеры и со сворачиваемой в трубу только несущей частью ленты. Нагрузка на ленту в таком случае получается меньше, хотя, разумеется, оказывается всё же большей, чем в традиционных конвейерах. В связи с этим к лентам для трубных конвейеров предъявляются особые требования.

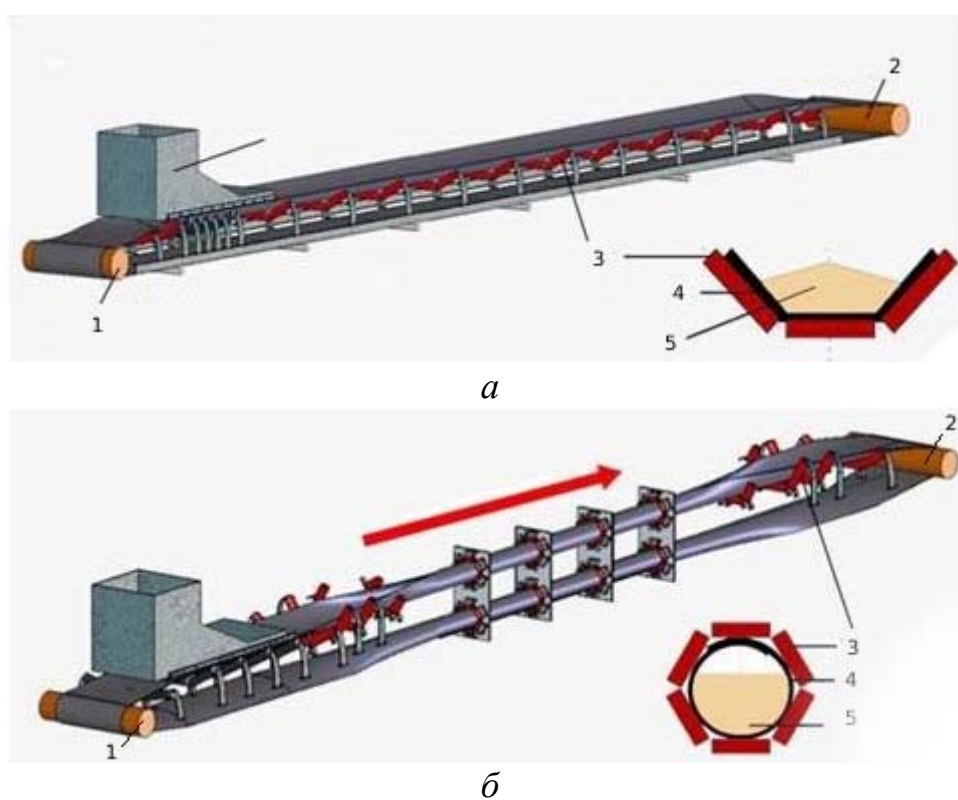


Рис. 1. Схемы традиционного ленточного конвейера (а) и трубного конвейера (б): 1 – натяжной барабан; 2 – приводной барабан; 3 – ролик; 4 – лента; 5 – груз

Во избежание провисания их верхних участков, образующих трубу, и для легкого разворачивания ленты при разгрузке конвейера они должны иметь более высокую поперечную жесткость, чем ленты для обычных конвейеров. Чтобы это обеспечить, их изготавливают, чаще всего, сталекордовыми с поперечной арматурой. Сверху и снизу их, подобно обыкновенным тканевым лентам, снабжают резиновым покрытием, которое имеет различные

характеристики в зависимости от грузоподъемности, производительности и других параметров конвейера, в котором лента должна быть применена. Вместе с тем жесткость ленты должна быть необходимой и достаточной. В противном случае, при слишком высокой поперечной жесткости, сворачивание ленты в трубу будет затруднительно, и механизмы, предназначенные для сворачивания, и так довольно сложные (рис. 2), придется выполнять еще более сложными, более прочными и металлоемкими.



*Рис. 2. Механизм сворачивания ленты (вариант)*

Механизм сворачивания ленты в трубу – самый ответственный из специфических узлов трубного конвейера. От него зависит плотность соединения продольных кромок ленты в трубу, чем в свою очередь, определяется степень «выбивания» загрязняющих веществ из трубы. Тем не менее, и другие специфические узлы трубного конвейера, отличающие его традиционного ленточного, достаточно ответственны. Такими узлами являются, например, направляющие роликовые опоры.

На рис. 3 показана роликоопора (роликовая панель) трубного конвейера со сворачиванием в трубу несущей и возвратной части ленты [5]. Как видно из рисунка, ролики панели охватывают ленту, уже свернутую в трубу по всему её окружному периметру, и насколько качественно они это осуществляют, настолько труба остается трубой на длине всего конвейера. Чем точнее сделана панель, тем надежнее остаются соединенными кромки ленты и тем надежнее предотвращаются попадания загрязняющих веществ от транспортируемого груза в атмосферу.



*Рис. 3.* Направляющая роликовая панель

Из вышеизложенного достаточно ясно следует, что трубный ленточный конвейер – машина сложная и довольно дорогостоящая. По предварительным расчетам стоимость такого конвейера по сравнению с традиционным ленточным, имеющим аналогичные технические характеристики, оказывается больше в 1,5–2 раза. Однако, сколько стоит ущерб от вреда, наносимого персоналу и окружающей среде конвейерами, транспортирующими сыпучие материалы обычным способом? Если это учесть, то экономическая целесообразность применения трубных конвейеров станет очевидной. Именно поэтому трубные конвейеры производятся и используются в разных странах мира. Оригинальная технология на их основе была запатентована японской компанией JapanPipeConveyor (JPC) еще в 1978 г., что привело к их первому успешному применению через год [6]. После нескольких рациональных внедрений первыми лицензионными партнёрами JPC, добившимися успеха в маркетинге трубных конвейеров за пределами Японии, стала фирма Bateman в Южной Африке. Вслед за ней последовали и другие международные агенты JPC. Например, в Германии сегодня успешно эксплуатируются трубные конвейеры фирмы Koch, во Франции – фирмы Noyes, в Италии – фирмы Nova, в Индии – Simplicity, в США – KruppRobins, в Южной Корее – YoungPoony. В настоящее время существуют трубные конвейеры с самыми различными параметрами: с малым (до 20 см) и большим (около 1 м) диаметром труб, горизонтальные и наклонные (наклон до 30°), прямые и с криволинейными участками, короткие и длинные. Примером последних является мировой



рекордсмен по этому параметру трубный конвейер, предназначенный для частичного прохождения через туннель под улицами Лины (Перу), имеющий длину 16,4 км [7]. В нашей стране известно применение трубных конвейеров на Лебединском ГОКе (Белгородская обл.) и на Рефтинской ГРЭС (Свердловская обл.). По-видимому, отставание отечественного конвейеростроения в отмеченном направлении необходимо устранять. Это не только повысит уровень защиты окружающей среды и экологической безопасности транспортирования сыпучих материалов в различных отраслях промышленности, но и защитит сами транспортируемые материалы от потерь и нарушения качества из-за ветра и таких нежелательных погодных воздействий как дождь и снег. Кроме того, будучи более компактными, чем традиционные ленточные конвейеры той же производительности, трубные конвейеры дадут возможность более рационально использовать как отдельные производственные площади, так и территории промышленных предприятий в целом, что позволит существенно сократить размеры промышленных зон городов и расширить пространства комфортного проживания их населения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2609519 Российская Федерация, МПК В65G15/08. Ленточный трубный конвейер с перегородками / Черномордик С. И., заявл. 29.07.2015; опубл. 02.02.2017, Бюл. № 4. 17 с.
2. Вебер Г. Э., Давыдов С. Я., Валеев О. Ф. Уменьшение пылеобразования на конвейерном транспорте // Известия вузов. Горный журнал. – 2004. – № 2. – С. 65–70.
3. Давыдов С. Я., Валиев Н. Г., Кожушко Г. Г. Использование трубных ленточных конвейеров для техногенных отходов предприятий // Известия Уральского государственного университета. – 2017. – № 4. – С. 72–76.
4. Ивченко В. Н., Куров С. В. Беспросыпные ленточные конвейеры // Горная промышленность. – 2005. – № 4. – С. 39–42.
5. Elevator bridgestone Pipe Conveyor Belt, [https://www.bridgestoneengineered.com/Pipe\\_Conveyor\\_Belt/](https://www.bridgestoneengineered.com/Pipe_Conveyor_Belt/)
6. IBT Bulk Handling Technology, The evolution of the pipe-conveyor, <http://www.ibtbulk.nl/sites/default/files/journal/1079/article/17653/conveyor.Pdf>
7. Ckit, Pipe conveyors, [http://www.ckit.co.za/secure/conveyor/pipe/pipe\\_whole.htm](http://www.ckit.co.za/secure/conveyor/pipe/pipe_whole.htm)

*Маслов Д. С.*

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

## **НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ УГЛЕДОБЫЧИ И УГОЛЬНЫХ ТЕРРИКОНОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Аннотация.* В работе рассмотрено влияние угольной промышленности на основные элементы окружающей среды. Особое внимание было уделено угольным терриконам, так как их уровень опасности растет вместе с объемами добычи угля.

*Ключевые слова:* Угольная промышленность, окружающая среда, угольные терриконы.

*Maslov D. S.*

Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russian Federation

## **ADVERSE IMPACT OF COAL MINING AND COAL TERRICONS ON THE ENVIRONMENT**

*Abstract.* The paper considers the influence of the coal industry on the main elements of the environment. Particular attention was paid to coal terricons, as their hazard level increases with the volume of coal production.

*Key words:* Coal industry, environment, coal terricons.

Угольная промышленность является неотъемлемой и базовой частью в металлургии, и благодаря углю металлургия занимает одно из ведущих мест в экономике России. Более ценные виды угля требуется для кокса, который используется в черной металлургии. С развитием угольной промышленности обостряется проблема с негативным влиянием на окружающую среду, а возможность замены угля на альтернативные источники энергии, экономически не выгодна из-за того, что в России сосредоточены большие запасы угля и предприятия не готовы менять уже устоявшиеся технологии.

В процессе добычи угля, его транспортировки, переработке и т.д. задействуются такие аспекты окружающей среды как: вода, воздух, почва. Так угольная промышленность совершает 25% выбросов вредных веществ в атмосферу от общего числа выбросов всеми добывающими отраслями и является лидером по сбросу загрязненных сточных вод (620 млн. м<sup>3</sup>). В результате в водные объекты попадают различные вредные химические соединения. Кроме этого под влияние попадает и почва, на которой складываются 100-120 м<sup>3</sup> отходов, из-за чего нарушается до 7,5 га земельных угодий на шахтах и до 20 га на карьерах. При сжигании угля на электростанциях в воздух выделяется 80% выбросов CO<sub>2</sub> в электроэнергетике и 40% от общего объема выбросов в атмосферу.



Для снижения негативной нагрузки на окружающую среду применяются различные мероприятия в зависимости от технологического процесса на угольном предприятии. Одним из общеизвестных правил по сокращению выбросов парниковых газов является «*Киотский протокол*», который напрямую обязывает сократить выбросы в среднем на 5,2%. Помимо этого, закон для снижения нагрузки на природную среду необходимо связать с созданием таких комплексов:

- подземный породохозяйственный;
- замкнутый водохозяйственный, который позволит исключить сброс неочищенных вод во внешние водоемы;
- оборотных технологических циклов по осветлению загрязняющих вод предприятий;
- по переработке твердых отходов с сокращением отчуждения земель по их складированию;
- систем обогащения рядовых углей с 36% до 55%;
- систем пылеподавления;
- короткозабойной комплексно-механизированной технологии, предназначенной для отработки особо экологически чувствительных участков массива, в том числе вблизи водоносных горизонтов.

В 2015 году 196 стран подписали «*Парижское соглашение*», которое должно усилить глобальное взаимодействие и реагирование на угрозу в рамках изменения климата. Меры по борьбе с изменением климатом поспособствуют снижению выбросов парниковых газов. Соглашение направлено на отказ от традиционных методов добычи, переработки, использования полезных ископаемых, в свою очередь заменить на более современные, экологичные технологии [6].

#### Водные ресурсы.

Угольная промышленность производит сброс в водные объекты (более 437,6 млн. м<sup>3</sup>), который состоит из шахтных и карьерных вод. Малая часть сточных вод, из категории нормативно чистых, сброшена без предварительной очистки (6% от общего объема), а большая часть, содержащая загрязняющие вещества, превышающие нормативные концентрации, также сброшена в водные объекты без предварительной очистки. На очистных сооружениях было очищено 77,3 млн. м<sup>3</sup> из 286,3 млн. м<sup>3</sup>; недостаточно очищенные сточные воды сбросили в водные объекты в количестве 209,0 млн. м<sup>3</sup>.

Сброс сточных вод обусловлен тем, что предприятия вовремя не запустили в эксплуатацию очистные сооружения, либо вообще отстают от сроков строительства, но намного чаще это происходит из-за разработки новых месторождений, удаленных от разрабатываемых участков на значительные расстояния.

#### Атмосферный воздух.

На угольных предприятиях происходит выброс в атмосферу огромного количества различных по типу и интенсивности твердых и газообразных

частиц. В целом низкая эффективность фильтрации выбросов связана с тем, что фильтры в основном предусмотрены для твердых частиц, а для газообразных производится в малых масштабах и на отдельных обогатительных комбинатах. Главным компонентом выбросов в атмосферу является метан, который содержится в угольных пластах. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются котельные; буровые, взрывные, погрузочно-разгрузочные работы и др.

Земельные ресурсы.

В процессе ведения горных работ образуется техногенный ландшафт, в результате чего земная поверхность становится непригодной для сельскохозяйственной деятельности и экосистема не способна самовосстановиться для продолжения своего естественного цикла [7].

С полной уверенностью можно сказать, что угольная промышленность помимо оказания колоссальной пользы для экономики и энергетики, также наносит вред окружающей природной среде. В результате добычи угля изменяется гидрологический режим, происходит загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение атмосферного воздуха твердыми и газообразными частицами, остаются твердые и жидкие отходы (гидроотвалы, отстойники и т.д.). Следует пересмотреть стандартные методы переработки угля и не закрывать глаза на халатность предприятий, которые позволяют себе действовать в обход норм и законов.

Угольная промышленность из-за своего широкого воздействия на окружающую среду вызывает и заболевания у людей, проживающих на местности в районе добычи, переработки угля. Поэтому следует пересмотреть имеющиеся методы работы угольной промышленности.

Угольные терриконы.

Терриконы (отвалы пустых пород) являются неотъемлемой частью подземной добычи массы угольных пород. Главным образом терриконы оказывают воздействие *на земли населенных пунктов; на пахотные земли; воздействие на приусадебные участки; воздействие на кормовые угодья; воздействие на водоемы*. Соответственно влияние будет сказываться и на населении, т.к. почва участвует в сельскохозяйственной деятельности человека, животные питаются растениями, выросшими в этой почве, то же самое связано и с подземными водами, которые могут проходить через источники питьевой воды или попадать в поверхностные воды [2], [4].

Для оценки экологической опасности породных отвалов угольных шахт были осуществлены измерения, на основе полученных данных (расстояние, румбов отвалов до различных компонентов ландшафта и параметры нескольких отвалов Щекинского района (г. Тула)) с помощью современной программы «GoogleEarthPro». В результате рассмотрения статистического распределения потенциальной интенсивности воздействий отвалов были выделены четыре степени их экологической опасности:

– I степень – максимальная потенциальная экологическая опасность для окружающей среды (объекты находятся непосредственно у подножия террикона);

– II степень – значительная степень потенциальной экологической опасности (объекты находятся в пределах от 100 до 300 м);

– III степень – высокая потенциальная экологическая опасность (объекты находятся на расстоянии от 300 до 500 м);

– IV степень – средняя потенциальная экологическая опасность (объекты находятся далее 500 м).

Оказалось, что самой актуальной степенью оказалась II степень (34%, 39% исследованных отвалов) влияния отвалов на почвенный покров. Далее подвергаются негативному влиянию пахотные земли с II (34%, 47% терриконов в санитарной зоне) степенью экологической опасности и кормовые угодья (51% терриконов) с III степенью. Также на водоемы, терриконы оказывают влияние с II и III степенью воздействия, но максимальное влияние (38 %) – терриконы с IV степенью негативного воздействия [5].

Исходя из вышесказанного можно сказать, что угольные терриконы не менее опасны и требует соответствующих методов хранения и современных способов их утилизации. Один из способов предлагается в работе [3] использовать отвалы угледобычи в качестве сырья для металлургии с помощью кислотного выщелачивания алюминия из отвальной породы и апробировано получение алюминия, попутно галлия и германия, из отвальной породы методом биохимического выщелачивания с естественно образованной бактериями сульфатной кислотой.

Нельзя оставить без внимания возникновение пожаров на угольных терриконах из-за окисления воздухом пирита, содержащегося в углях, также самовозгорание происходит в следствие химического цикла, связанного концентрацией соединения серы. Это приводит к развитию лесных пожаров; пылевому загрязнению рек; потери ценных площадей; нарушению в прилегающих экосистемах. Происходит мощный выброс  $\text{CO}_2$  в атмосферу. В углях могут находиться такие химические элементы как мышьяк, фтор, ртуть и селен, которые при возгорании улетучиваются в атмосферу и после адсорбируются в растениях, вследствие чего эти вещества будут передаваться по пищевым цепям. При высокой температуре разлагается минеральная часть и углистых частиц с выделением  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  и углеводородов. Продукты сгорания поднимаются к поверхности и из-за снижения температуры и давления осаждаются в водяных парах.

Проблема обостряется при выбросе, со стороны терриконов, т.к. компоненты выброса (кадмий, мышьяк, свинец и др.) способны осаждаться на земной поверхности и в свою очередь загрязнять почво-грунты. Источниками загрязнения водной среды являются сульфаты и токсичные компоненты, при этом загрязняя поверхностный сток. Также терриконы содержат тяжелые металлы, которые выносятся в окружающую среду стоками атмосферных

осадков, но основным загрязнителем являются кислотные стоки с отвалов, поступающие на прилегающие территории [2], [4].

Возгорание происходит при таких условиях как присутствие влаги, особенно наличие стадий высыхания и увлажнения; повышение внешней температуры, т.к. скорость окисления угля увеличивается; из-за своей теплопроводности возникает возможность самовоспламенения, теплопроводность выше при высоких концентрациях минеральных веществ в составе угля [1]. Стоит заранее предотвращать самовозгорание и просто возгорание угольных терриконов из-за возможных катастрофических последствий. Необходимо соблюдать мероприятия по предотвращению и препятствию развития процесса горения в угольных терриконах.

Таким образом, угольная промышленность и производимые ей отходы на прямую оказывают негативное влияние на окружающую среду и соответственно на здоровье людей, но это не означает, что нужно полностью отказаться от данного направления в промышленной отрасли. Здесь стоит вопрос о качестве и эффективности проводимых работ по обеспечению экологической безопасности сотрудников угольного предприятия. Например, существуют технологии по сбору и конвертации угольной пыли, которая является одним из промышленных (угольных) отходов, в энергетические ресурсы. Именно в таком направлении стоит держать ориентир угольной промышленности для успешного развития отрасли.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брагина П.С. Самовозгорание угольных отвалов в Кемеровской области // Вестник Кузбасской государственной педагогической академии. – Кемерово, 2013. – Вып. № 4. – С. 57-64.
2. Выборов С.Г., Проскурня Ю. А., Силин А. А. Экологические последствия структурно-вещественных преобразований отвальных пород терриконов // ДВНЗ «ДонНТУ». – Донецк, 2010. – С. 155-160.
3. Зубова Л.Г. Породы отвалов угледобычи как сырье для металлургии // Журнал для специалистов угольной промышленности «Уголь Украины». – Киев, 2016. – С. 1-9.
4. Левкин Н. Д., Мухина Н.Е. Влияние породных отвалов угольных шахт на состояние окружающей среды // Научно-информационный издательский центр и редакция журнала «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук». – Москва, 2011. – С. 277-279
5. Прохоров Д. О., Сушков С.Л. Оценка экологической опасности породных отвалов угольных шахт на основе данных дистанционного зондирования // Известия «Тульского государственного университета. Науки о земле». – Тула, 2011. – Вып. №94. – С. 51-63.
6. Ронжина М.Н. Проблема негативного воздействия угольной промышленности на состояние окружающей среды // Электронный научный журнал «Дневник науки». – Красноярск, 2019. №4. – С. 2-5.

7. Хариновский А.А., Васева В.Н., Калушев А.Н., Симанова Е.И. Экология угольной промышленности: состояние, проблемы, пути решения // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – Пермь, 2018. №2. – С. 70-78.

*Микрякова Е. В., Ягдарова О. А.*

Мари́йский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АУДИТОРИЯХ МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*Аннотация.* В данной статье представлены основные показатели микроклимата и освещенности в учебных аудиториях ВУЗа и разработаны гигиенические рекомендации. Оценка микроклимата проводилась на основе изучения его основных параметров в разных корпусах, результаты показателей микроклимата и освещенности сравнивались с нормативами СанПиНа. Выявлены отклонения по некоторым показателям микроклимата и освещенности в учебных помещениях.

*Ключевые слова:* экологическая безопасность, оценка микроклимата, относительная влажность, температурный режим, естественное и искусственное освещение.

*Mikryakova E. V., Yagdarova O. A.*

Mariya State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

## **ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE CLASSROOMS OF THE MARI STATE UNIVERSITY**

*Abstract.* This article presents the main indicators of the microclimate and illumination in the classrooms of the University and develops hygiene recommendations. The assessment of the microclimate was carried out on the basis of studying its main parameters in different buildings, the results of the microclimate and illumination indicators were compared with the sanitary regulations. Deviations in some indicators of microclimate and illumination in educational premises were revealed.

*Key words:* environmental safety, microclimate assessment, relative humidity, temperature regime, natural and artificial lighting.

Современный студент большую часть своего времени проводит в стенах университета (4–6 часов в день). Помещения становятся для обучающегося своеобразной средой обитания. Параметры микроклимата оказывают

непосредственное влияние на тепловое самочувствие студента и его работоспособность, сосредоточенность и настроение [1].

Известно, что понижение температуры и повышение скорости движения воздуха в помещении способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи у человека при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма, поэтому повышение скорости движения воздуха ухудшает самочувствие и способствует усилению конвективного теплообмена, а также процессу теплоотдачи при испарении пота. Соответственно, при повышении температуры воздуха возникают обратные явления. Учеными доказано, что при температуре воздуха в кабинетах более 30°C работоспособность студента начинает заметно падать. В настоящее время для человека определены максимальные температуры в помещении, в зависимости от длительности их воздействия и используемых им средств защиты. Кроме того, важным показателем является не температура воздуха в целом в помещении, а его равномерность. Важно отметить, что вертикальный и горизонтальный градиенты температуры в кабинетах не должны выходить за пределы 2–3°C. Переносимость температурного режима человеком и его теплоощущение, сильно зависят от влажности и скорости окружающего воздуха в помещении. Соответственно, чем больше относительная влажность, тем меньше происходит испарение пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела у человека. Недостаточная влажность воздуха для человека также может оказаться неблагоприятным фактором в результате интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания (синдром «сухих глаз»), а затем как следствие загрязнение болезнетворными микроорганизмами (конъюнктивит). Следующим немаловажным показателем, влияющим на работоспособность студента, является естественное и искусственное освещение, которое обеспечивает связь с окружающей средой и человеком, а также обладает высоким биологическим и тонизирующим действием на организм. Установлено, что как при низком, так и при слишком высоком уровне освещенности у студента быстро утомляются органы зрения – глаза [2].

Цель исследования: дать оценку основным параметрам микроклимата и освещенности в учебных помещениях ВУЗа.

Задачи:

1. С помощью прибора Метеоскопа-М определить микроклимат (температуру и относительную влажность) в учебных помещениях университета.

2. Определить освещенность (естественное и искусственное) в аудиториях МарГУ.

3. Дать оценку естественному и искусственному освещению, а также микроклимату в кабинетах ВУЗа в соответствии с санитарными правилами и нормами.

В работе с помощью приборов ТКМ-ПКМ (06) и Метеоскопа-М проводили измерение естественного и искусственного освещения, а также

некоторых параметров микроклимата в разное время дня (9.00, 12.00, 15.00) в учебных аудиториях (лекционные, компьютерные и лаборатории) МарГУ.

Измерения проводились в 4-х лекционных аудиториях разных корпусов: в аудиториях 103 и 211 корпуса «В» (расположение окон на север), в 201 аудитории корпуса «Б» (ориентация окон на запад), и в 100 аудитории корпуса «Б» (ориентация окон на восток). В компьютерных классах: аудиториях 230, 224, 232 корпуса «В» (ориентация окон на север), и аудитории 200 корпуса «В» с выходом окон на восток.

Кроме того, были измерены лаборатории корпуса «Б»: 114 кабинет (ориентация окон на запад), 115 кабинет с выходом окон на север и 116 кабинет (ориентация окон на восток).

В ходе работы были проведены измерения по следующим параметрам микроклимата в аудиториях: температурный режим, относительная влажность воздуха, а также производили измерения естественного и искусственного освещения на рабочей поверхности. Средние значения измерений температуры воздуха в изученных кабинетах университета представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

Особенности температурного режима в аудиториях МарГУ, °С

Время, ч	Компьютерные аудитории				Лекционные аудитории				Лаборатории		
	230 Б	224 В	200 В	232 В	103 В	211 В	201 Б	100 Б	114 Б	115 Б	116 Б
9:00	21,4	21,6	21,6	20,8	21,2	20	22,4	21,1	22,2	21,7	22,1
12:00	22,9	23,9	24,1	22,1	21,9	22,5	23,9	22,3	22,2	22,1	22,3
15:00	22	22,2	22,1	21,8	21,5	22,4	23,7	22,1	22,5	22,7	22,3

\*Примечание: «Б» - корпус Б МарГУ по адресу ул. Осипенко, 60, «В» - корпус В по улице Красноармейская 71.

Температура является одним из главных показателей микроклимата помещения, так как в одном помещении одновременно находятся несколько студентов и у каждого из них есть собственные температурные предпочтения. Кроме того, неправильная температура воздуха на рабочем месте влияет на эффективность и работоспособность студентов. Поэтому важно следить за оптимальными условиями температурного режима в учебных аудиториях.

Оптимальная температура в помещениях в соответствии с ГОСТ 30494-96 (Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении) [3] должна быть – 20–22°С, допускается – 18–24°С. По результатам наших исследований температура соответствовала нормативу во всех изученных аудиториях. Резких колебаний вертикального (разница температуры у пола и в зоне дыхания человека) (1,5 м) и горизонтального (разница температуры у наружной и внутренней стены) градиентов температуры не выявлено.

Относительная влажность также оказывает большое влияние на здоровье и хорошее самочувствие студентов. Она необходима для его продуктивной работы и комфортного состояния. Относительная влажность по требованиям

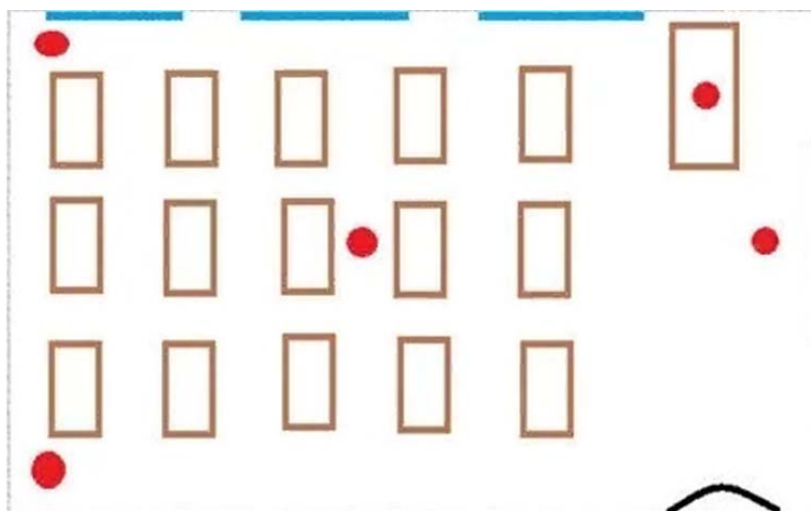
ГОСТа 30494-96 [3] в помещениях оптимальной является 45–30 %, допустимой – 60 %. В ходе наших измерений относительная влажность (табл. 2) во всех изученных кабинетах не соответствовала нормам. Поэтому можно предположить, что в аудиториях не проводится регулярного проветривания.

*Таблица 2*

Показатели относительная влажность в аудиториях МарГУ, %

Время, ч	Компьютерные аудитории				Лекционные аудитории				Лаборатории		
	230 В	224 В	200 В	232 В	103 В	211 В	201 В	100 В	114 В	115 В	116 В
9:00	19,5	19,3	19,2	19,3	18,4	18,9	18,7	20,4	19,1	18,7	20,1
12:00	19,1	19,5	18,8	19,5	18,6	19,2	18,8	20,2	19,2	18,9	19,6
15:00	18,8	19,7	19,0	19,4	18,9	19,3	18,9	20,3	20,1	20,0	20,9

Также в работе с помощью прибора ТКМ-ПКМ (06) (люксметр, который измеряет уровень освещения в кабинете в видимой области спектра) проводили измерение естественной и искусственной освещенности в компьютерных, лекционных аудиториях и лабораториях МарГУ в разное время дня: 9:00, 12:00, 15.00. Измерения проводили в 5 точках учебных аудиториях: над столом студентов, включая рабочий стол преподавателя, у доски, в центре, у наружной и внутренней стены (рис.1).



*Рис. 1.* Точки измерения естественного и искусственного освещения

Плохая освещенность лекционных аудиторий, компьютерных классов, лабораторий, а также рабочего места студентов отрицательно влияет на его здоровье и приводит к снижению концентрации внимания, его работоспособности и может вызвать раздражительность. С помощью люксметра было измерено естественное освещение в изученных аудиториях в 9:00, 12:00, и искусственное освещение в 15:00. Оценка уровня освещенности в компьютерных классах представлена на рис. 2.



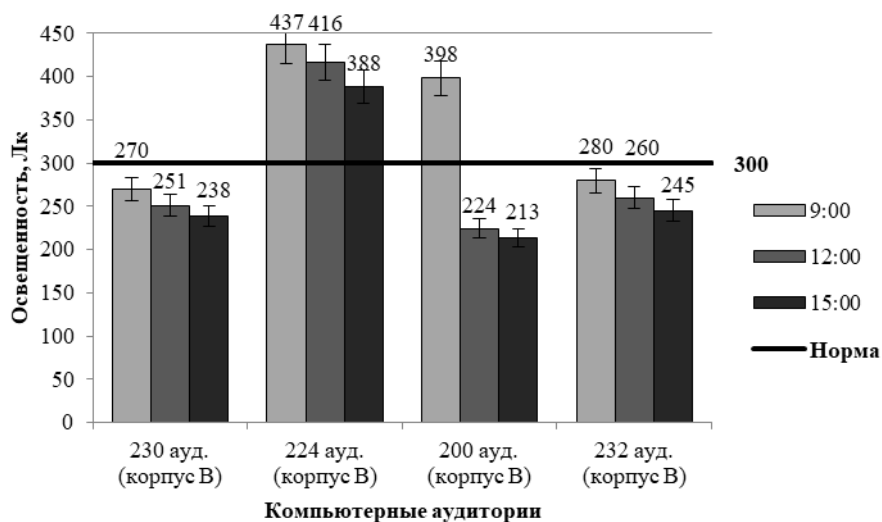


Рис. 2. Уровень освещенности в компьютерных классах в разное время дня

\*Примечание – Освещенность в учебных кабинетах по нормам составляет 300 Лк (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03).

Максимальный показатель уровня освещенности был утром (9:00) во всех компьютерных классах. Среди всех компьютерных классов в течение всего дня уровень естественного и искусственного освещения соответствовал норме только в 224 аудитории корпуса «В». В остальных кабинетах освещение в течение всего дня не соответствовало СанПиНу 2.2.1/2.1.1.1278-03. [2]. Только в аудитории 200 корпуса «В» освещение в 9:00 часов утра было достаточным.

Согласно СанПиНу в учебных кабинетах, аудиториях, лабораториях уровни освещенности должны соответствовать следующим нормам: на рабочих столах – 300 Лк; у классной доски – 500 Лк, в кабинетах информатики за компьютерным столом – 300–500 Лк. При использовании технических средств обучения и необходимости сочетать восприятие информации с экрана и ведение записи в тетради освещенность на столах обучающихся должна быть не менее 300 Лк [2].

Уровень освещенности во всех лекционных аудиториях в 12:00 и в 15:00 не соответствовал нормативу (рис. 3). Только в 9:00 в 103 аудитории корпуса «В» и 201 аудитории корпуса «Б» соответствовал гигиеническим требованиям к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

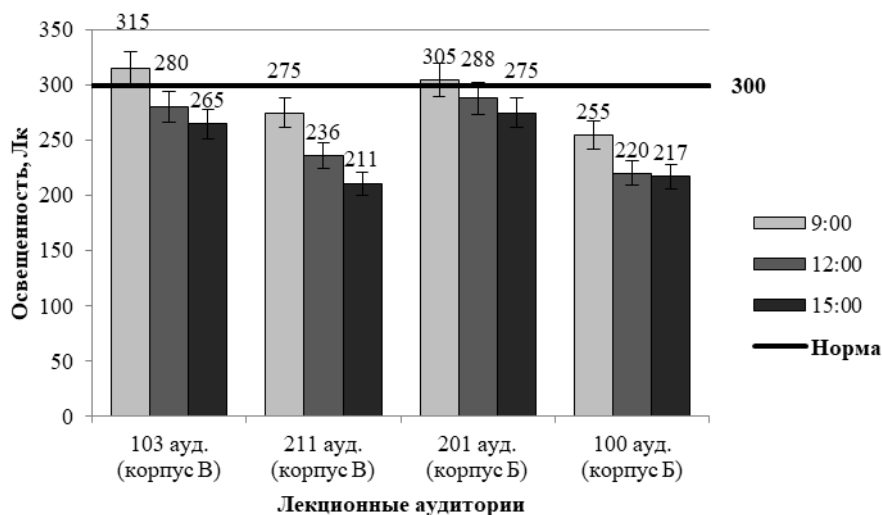


Рис. 3. Уровень освещенности в лекционных аудиториях в разное время дня

\*Примечание - Освещенность в учебных кабинетах по нормам составляет 300 Лк (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03).

Уровень освещенности в лабораториях (рис. 4) в середине дня (12:00) был максимальным. Наибольший уровень освещенности среди изученных лабораторий был только в 116 кабинете корпуса «Б» на протяжении всего дня. Нужно отметить, что в кабинете 114 корпуса «Б» естественное освещение в 12:00 и искусственное освещение в 15:00 соответствовал нормативу, а утром уровень естественного освещения был ниже нормы. В лаборатории 115 корпуса «Б» естественного и искусственного освещения было недостаточным в соответствии с требуемыми нормами, предъявляемыми в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

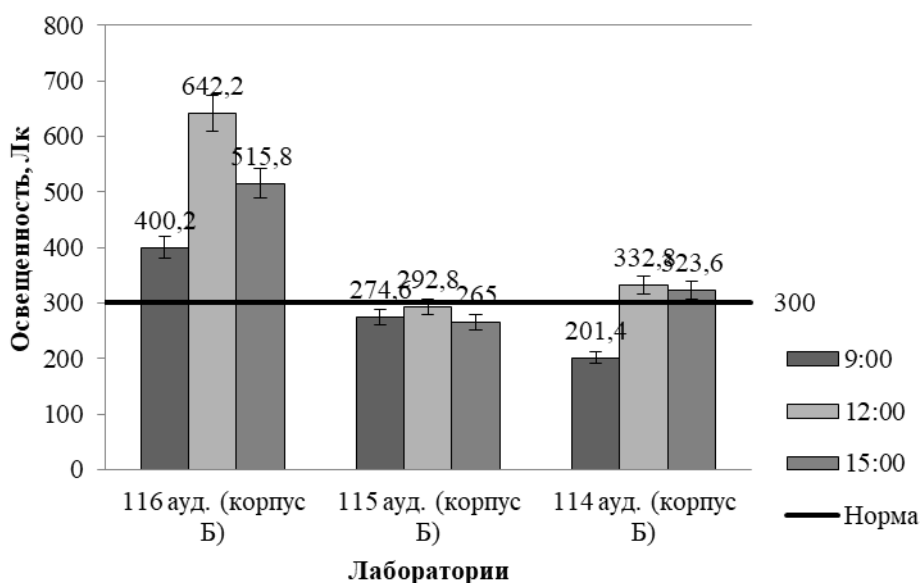


Рис. 4. Уровень освещенности в лабораториях в разное время дня

\*Примечание - Освещенность в учебных кабинетах по нормам составляет 300 Лк (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03).

Таким образом, в результате проделанной нами работы можно сделать вывод, что во второй половине дня в изученных аудиториях МарГУ было недостаточное освещение. Учебные аудитории, лаборатории или компьютерный класс являются основным местом проведения лабораторных, практических занятий и лекций. В них студенты проводят большую часть времени, поэтому к гигиеническому состоянию этих помещений должны предъявляться особо высокие требования. Температура помещений и освещенность рабочих мест соответствовала СанПиНам. Относительная влажность в кабинетах была всегда ниже нормы и не соответствовала нормам, предложенным СанПиНом. В качестве рекомендаций для увеличения влажности в помещениях можно посоветовать чаще проветривать аудитории до занятия и после.

В настоящее время, в целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата в помещениях чаще используются такие мероприятия, как естественная вентиляция (аэрация) помещений, системы кондиционирования воздуха. При недостаточном освещении в лекционных, компьютерных аудиториях и лабораториях использовать совместно как естественное, так и искусственное освещение, а поверхность столов, за которыми студенты проводят большую часть времени, должна быть матовой, чтобы избежать ослепления обучающегося отраженными лучами света. Также необходимо проводить регулярную очистку оконных стекол не реже 4 раз в год снаружи и не менее 1–2 раза в месяц изнутри.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности : учеб. для вузов / С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков. – 4-е изд. испр. и доп. – М. : Высшая школа, 2004. – 616 с.
2. Санитарные правила и нормы «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03» от 6 апреля 2003 г.
3. ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении» от 1 марта 1999 г.
4. Кравков С. В. Глаз и его работа : психофизиология зрения, гигиена освещения / С. В. Кравков. – М. : Издание АН СССР, 1962. – 532 с.
5. СНиП РК 2.04-05-2002 «Естественное и искусственное освещение».
6. Неменко Б. А. Руководство к практическим занятиям по коммунальной гигиене : учеб. / Б. А. Неменко [и др.]. – Алматы, 2008. – 430 с.
7. Заголило С. А. Анализ показателей освещенности в учебных помещениях / С. А. Заголило // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-2.; URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=14983> (дата обращения: 9.04.2021).

*Мишук С. С.*

Международный государственный экологический институт им. А. Д.Сахарова  
БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

## **«НООСФЕРНЫЙ РАЗУМ» В СИСТЕМЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Аннотация.* В работе анализируются проблемы функционирования системы инфокоммуникационных технологий в контексте теории ноосферы В. И. Вернадского. Система ИКТ рассматривается в качестве закономерно возникающего и необходимого элемента ноосферы в целом, и современной цивилизации как ее этапа. Возникновение системы инфокоммуникационных технологий как особой планетарной оболочки приводит к выходу человечества за рамки чисто земной эволюции и превращает саму Землю в субъект Вселенной.

*Ключевые слова:* ноосфера, система, цивилизация, Вселенная, система инфокоммуникационных технологий, русский космизм.

*Mishuk S. S.*

International State Ecological Institute n. a. A.D. Sakharova BSU, Minsk, Republic  
Belarus

## **"NOOSPHERIC MIND" IN THE SYSTEM OF INFOCOMMUNICATION TECHNOLOGIES**

*Abstract.* The paper analyzes the problems of the functioning of the system of information and communication technologies in the context of the theory of the noosphere of V. I. Vernadsky. The ICT system is considered as a naturally occurring and necessary element of the noosphere as a whole, and modern civilization as its stage. The emergence of the infocommunication technology system as a special planetary envelope leads to the release of humanity beyond the purely earthly evolution and turns the Earth itself into a subject of the Universe.

*Key words:* noosphere, system, civilization, Universe, information and communication technology system, cosmism.

Учение академика В. И. Вернадского о ноосфере как новой планетарной оболочке, возникающей в результате сознательной (и в этом смысле разумной) деятельности человека является одной из тех научных теорий, смысл и значение которых со временем не утрачиваются и не уменьшаются. Хотя сам термин «ноосфера» ввели в научный оборот французские ученые Эдуард Леруа и Тейяр де Шарден, именно В.И.Вернадский создал последовательную и целостную научную теорию, раскрывающую условия и закономерности возникновения и развития этого особого этапа эволюции планеты Земля. Причем данная теория раскрыла качественную определенность не только тех процессов, которые

наблюдались при жизни ее создателя. Напротив, с каждым новым десятилетием в развитии человечества в целом она демонстрирует ранее скрытые содержательные аспекты и новые эвристические возможности. С одной стороны, данная теория позволяет представить ряд своих положений в качестве методологической основы для построения макро- и мегамоделей планетарных процессов, оперируя с которыми можно выявить новые закономерности развития структурных элементов современной цивилизации. С другой стороны, данная теория даже в существующем виде создает огромные возможности для собственно рационального анализа. Она задает основные направления создания нового понятийно-категориального аппарата, необходимого для раскрытия сущностных закономерностей функционирования и развития современного этапа человеческой цивилизации.

На наш взгляд, информационно-коммуникационные технологии на современном этапе являются одним из важнейших компонентов ноосферы как планетарной оболочки. Для корректного анализа их роли и значения именно в данном качестве необходимо, на наш взгляд, четко зафиксировать, по крайней мере, две содержательных трактовки понятия «ноосфера» в работах В.И.Вернадского.

Во-первых, ноосфера трактовалась им как определенный этап в планетарном развитии Земли. Ученый акцентировал внимание именно на закономерном, необходимом для дальнейшего существования Земли процессе появления ноосферы как общепланетной оболочки, исходя из выдвинутого им геохимического принципа «роста геохимической энергии». Он подчеркивал, что возникновение ноосферы как части биосферы есть природное явление, гораздо более глубокое и мощное в своей основе, чем вся предшествующая человеческая история. Ноосфера понималась В.И.Вернадским как качественно особый этап в эволюции Земли, возникающий в результате реализации сущностных законов развития планеты.

Во-вторых, ноосфера понималась и как этап именно разумного преобразования той среды, в которой живет человек. В.И.Вернадский подчеркивал, что наличие сознания как необходимого компонента предметно-преобразовательной деятельности человека не означает автоматически, что данная деятельность осуществляется разумно в подлинном смысле слова. Активность человека может приводить и к нежелательным, даже опасным для него самым последствиям. Поэтому с появлением ноосферы, то есть, когда его возможности оказываются сопоставимыми с действиями стихийных сил природы, совершенно необходимым оказывается и соответствующее развитие уровня познания человечеством законов окружающего мира, осознание целей собственной эволюции в единстве с эволюцией остальной планеты.

Кроме этого, факт возникновения ноосферы как принципиально новой планетной оболочки означает также известный отрыв человека от процессов собственно земной эволюции. (Здесь очевидна связь теории В.И. Вернадского с идеями русского космизма конца XIX- начала XX веков). Именно на данном этапе человечество оказывается в состоянии преодолеть земное притяжение и

покинуть пределы среды своего возникновения. Иными словами, человеческая деятельность превращается в фактор не только земной, но и космической эволюции. В подобных условиях значение именно разумности человека в самом широком смысле слова возрастает многократно. И в этом смысле ноосфера (именно как сфера разума, как разумно устроенная сфера обитания человечества) должна пониматься не только как одна из планетарных оболочек и этап земной эволюции, но и как цель будущего развития человечества. И данная цель может быть достижима при условии понимания человека уже не как «чисто» планетарного, земного фактора, но и как силы, которая выходит за рамки отдельной планеты и в бесконечном времени становится значимой для всей Вселенной.

Таким образом, ноосфера понималась В.И.Вернадским не только как этап развития Земли, как нечто завершенное. Она однозначно трактовалась как некий идеал, к которому человечество должно стремиться. Раз возникнув, ноосфера в этом плане превращается в процесс, развивающийся по своим внутренним закономерностям при постоянном активном взаимодействии с окружающей действительностью. Она, как некая особая система есть, с одной стороны, продолжение, выражение этих закономерностей и, с другой стороны, она есть одновременно и активное их отражение. Данная система выстраивает свои отношения с окружающим миром не пассивно, а активно. И по мере своего развития настолько расширяет собственные границы, что выходит за пределы родной планеты, за пределы Солнечной системы и далее во Вселенную [3, с.38].

Для изучения действительной значимости данного фактора следует рассмотреть его функционирование в контексте ноосферы как уже достаточно сформированной планетарной оболочки. На этом этапе четко прослеживается действие ее внутренних закономерностей. Раз возникнув, ноосфера начинает эволюционировать как самостоятельная система. Присущие именно ей законы с необходимостью приводят к появлению и последующему отбору таких механизмов, потребность в которых возникает на определенном этапе развития. Причем наиболее значимые механизмы появляются чаще всего в тех структурных элементах ноосферы, которые являются сущностными для нее, то есть связанными, в первую очередь, с функционированием «разума и знания». Возникновение подобных инновационных по своей природе элементов стимулирует прогресс человеческого общества в масштабах планеты не только опосредовано. Они непосредственно включаются в эволюционное развитие всей Земли, превращаются в одни из важнейших внутренних компонентов этого процесса. В результате их воздействия изменяются и уже существующие структуры. Данные компоненты оказываются через некоторое время самостоятельными «ветвями» эволюции, развитие которых во многом аналогично размножению и эволюции живых организмов, когда возникновение некоторого нового фактора, кажущегося не слишком значительным первоначально, в дальнейшем может давать начало принципиально новым направлениям. На данную закономерность также обращал внимание Вернадский, отмечавший, что «...ход научной мысли, например, в создании

машин... совершенно аналогичен ходу размножения организмов.» [1, с.134]. Эти новые элементы закономерно появляются тогда, когда в них возникает необходимость. Иными словами, само их зарождение в соответствующий исторический отрезок времени уже является объективной закономерностью. Эти «чисто разумные» инновации выполняют весьма значимую роль – они являются тем имманентным механизмом ноосферы, который обеспечивает ее «самосохранение» на конкретном этапе развития и возможность дальнейшего поступательного движения. Можно сделать вывод о том, что ноосфера для обеспечения постоянного устойчивого функционирования обладает соответствующими, именно ей присущими внутренними механизмами саморегулирования и самосохранения. При этом она одновременно обладает способностью формировать в соответствующий период времени в рамках собственной структуры принципиально новые элементы, позволяющие адекватно решать возникающие внутренние противоречия и обеспечивать дальнейшее прогрессивное развитие.

В результате можно сделать вывод о том, что в рамках ноосферы, как реализация ее внутренних закономерностей, возникает компонент, объективно создающий возможность для организации управления в планетарном масштабе, для регулирования процессов в пределах всей Земли. При этом сам этот элемент достаточно быстро показывает, что для его полноценного функционирования также требуются соответствующие по масштабам и полномочиям механизмы управления. Таким образом, постепенное вызревание в рамках ноосферы глобальных проблем достаточно быстро порождает (на основе реализации ее собственных, именно ей присущих внутренних законов) механизм, дающий возможность их разрешения. А сформировавшись, сам этот механизм в свою очередь требует соответствующих ему по масштабу и возможностям глобальных инструментов, четко демонстрирует их объективную необходимость. Все это опять-таки стимулирует дальнейшее развитие процессов общепланетарной эволюции [2, с. 115].

Можно сказать, что в настоящее время информационное общество как новый этап в развитии человечества (и ноосферы) вступило в очередную стадию - сформировалась система информационно-коммуникационных (или инфокоммуникационных) технологий как необходимый, «собственно познавательный и разумный» структурный компонент современной цивилизации. Они представляют собою глобальную по масштабам систему получения (производства), обработки, хранения, передачи, распределения, обмена и потребления (использования) информации. И в ней постепенно начинают проявляться качества, не наблюдавшиеся у ранее создаваемых человечеством искусственных систем.

Во-первых, возникновение системы информационно-коммуникационных технологий является именно необходимым и закономерным этапом в развитии ноосферы. Новая «разумная» оболочка Земли объективно требовала наличия всеохватывающей системы, которая выполняла бы функцию носителя общечеловеческого знания.

Без сформировавшихся на современном этапе информационно-коммуникационных технологий ноосфера не может функционировать целостно. Как сама ноосфера генетически и логически завершает развитие биосферы, так и сфера инфокоммуникационных технологий есть результат действия внутренних законов ноосферы, закономерный этап ее эволюции, с одной стороны, и необходимая ступень ее дальнейшего функционирования и развития, с другой. Возникновение такого компонента ноосферы, как информационно-коммуникационные технологии, означает наступление нового этапа ее развития. С появлением сферы инфокоммуникационных технологий компонент «ноос (разум)» окончательно формируется как структурный элемент ноосферы, как некая «нервная система» действительно всей человеческой цивилизации. Он начинает реально функционировать не только как совокупность «персонифицированных разумов». Инфокоммуникационные технологии позволяют каждому индивиду, независимо от места нахождения, времени, уровня образования и т.д. непосредственно, активно, в режиме реального времени включаться в общепланетарный мыслительный процесс не только потенциально, но реально. Возникает подлинно обобществленный разум, одновременно охватывающий всю поверхность Земли, одновременно вовлекающий сотни миллионов и миллиарды людей в свое функционирование. Он превращается в действительно «планетарную сферу» по своим масштабам, по уровням присутствия (от литосферы до космоса), по глубине воздействия на процессы, происходящие на Земле, и по скорости передачи этих воздействий.

Во-вторых, система инфокоммуникационных технологий по своей сущности и способу функционирования являются активным элементом ноосферы.

Человеческое общество принципиально отличается от остальных известных природных систем. Системы неживой и живой природы существуют до тех пор, пока совокупная энергия внешних воздействий меньше, чем внутренние связи самой системы; они функционируют в тех пределах, которые им предоставляет совокупность элементов внешней среды. Иными словами, их взаимодействие с внешней средой пассивно по своей сущности. Фактически они выступают еще одним фактором природы, аналогичным остальным.

В-третьих, информационно-коммуникационные технологии являются, на наш взгляд, самым динамичным по сравнению с остальными компонентом ноосферы. Процессы получения, обработки, хранения, передачи, распределения, обмена и использования информации и как обязательные элементы предметно-практической, преобразовательной деятельности человеческого общества, и взятые сами по себе, в сравнении с другими компонентами цивилизации – наиболее быстрые и подвижные. Как функционирование самого человеческого общества (по сравнению с остальными компонентами природы) наименее ограничено внешними факторами, так и человеческий разум, его функционирование – самое быстрое, наиболее динамичное, наименее ограниченное внешними факторами. Его могут сдерживать только находящиеся внутри же его самого «тормоза», то есть



естественные пределы индивидуальной познавательной деятельности, конкретно-исторические границы определенного этапа человеческого познания, идеалы и нормы познания, сложившиеся в пределах той или иной эпохи. Но все эти природные и культурно-исторические рамки относятся фактически к самому разуму, понимаемому и как индивидуальный, и как общественный. Таким образом, сфера инфокоммуникационных технологий, имманентно способная самостоятельно регулировать, изменять, отодвигать сдерживающие ее технические и конкретно-исторические познавательные рамки, является принципиально более динамичной по своей сущности, чем те системы, которые зависят в первую очередь от внешних факторов.

В-четвертых, информационно-коммуникационные технологии по своей сущности являются также подлинно инновационным компонентом ноосферы. Разум человека наиболее полно реализуется именно при освоении нового, ранее неизвестного. В этом смысле познавательные способности человека наиболее ярко реализуются в научном познании. Наука как форма подлинно человеческой способности отражения окружающего мира – это направленность не на тиражирование уже существующего и освоенного, а на постоянное вовлечение в практику ранее неизвестных объектов. Такой принципиально новый тип объекта определяет и остальные сущностные характеристики науки как определенной системы знания. И система инфокоммуникационных технологий также имеет в качестве ориентира своего развития постоянное освоение нового знания. При этом она создает ранее невиданные возможности и условия именно такой деятельности. Глобальное распространение информационно-коммуникационных технологий позволяет делать доступным вновь полученное знание, обеспечить его всесторонне обсуждение, анализ и последующее использование. В этом смысле резко упрощаются процессы тиражирования и практического освоения уже имеющегося знания, что позволяет освободить информационные ресурсы, ранее используемые для данных целей. В результате собственно познавательные возможности человечества поднимаются на качественно новый уровень, который, в свою очередь, делает ноосферу еще более «разумной».

В-пятых, система информационных технологий является эволюционирующим элементом ноосферы. Наблюдаются процессы, во многом подобные эволюционному отбору в живой природе. В данной среде постоянно возникает множество различных средств и процедур, и в итоге как бы выбираются и получают развитие именно те, которые требуются. Помимо этого, они выполняют функцию инициации соответствующих преобразований. Возникающие в рамках информационно-коммуникационных технологий проблемы постоянно требуют решений, соответствующих им по степени сложности. Тем самым данные технологии внутри ноосферы с очевидностью приводят к зарождению новых элементов структуры и процедур ее функционирования. В результате ноосфера как бы создает некие «защитные механизмы», которые позволяют ей сохраняться и эволюционировать.

Таким образом, инфокоммуникационные технологии в современных условиях все более демонстрируют внутренне присущие им системообразующие свойства и активно распространяют их на остальные структурные компоненты жизни человеческого общества. На нынешнем этапе функционирования человеческой цивилизации система данных технологий уже перестает быть вспомогательной структурой (пусть и очень важной), обеспечивающей просто передачу информации внутри ноосферы. Информационно-коммуникационные технологии к началу XXI века достигли такого уровня развития, что сами начинают задавать новые параметры системной организации остальных структурных компонентов человеческой цивилизации (экономической, социальной, политической, духовной). В результате происходит трансформации данных элементов в соответствии с теми нормами, процедурами и правилами построения, которые определяются инфокоммуникационной сферой.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. М., Наука, 1991. – 271 с.
2. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. М., Молодая гвардия, 1990. – 351 с.
3. Яншина Ф.Т. Эволюция взглядов В. И. Вернадского на биосферу и развитие учения о ноосфере. М., Наука, 1996. – 221 с.

*Оцимик А. В., Алексеева Е. В.*

Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова, г. Улан-Удэ, Российская Федерация

## **ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ОНТОГЕНЕЗ *Cymbaria daurica* L. В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ**

*Аннотация.* В данной работе выявлены эколого - биологические особенности вида, дана характеристика возрастным состояниям, проанализированы и описаны онтогенез и фазы фенологического развития *Cymbaria daurica* L.

*Ключевые слова:* *Cymbaria daurica* L., онтогенез, ареал, особь, фенологический спектр, побег

Ocimik A. V., Alekseeva E. V.

Buryat State University named after Dorji Banzarov, Ulan-Ude, Russian Federation

## ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES AND ONTOGENESIS OF *CYMBARIA DAURICA L.* IN WESTERN TRANSBAIKALIA

*Abstract.* In this work, the ecological and biological features of the species are identified, the age-related conditions are characterized, the ontogenesis and phases of the phenological development of *Cymbaria daurica L.* are analyzed and described.

*Key words:* *Cymbaria daurica L.*, ontogenesis, range, individual, phenological spectrum, escape

Актуальность.

Норичниковые (*Scrophulariaceae*) - обширное растительное семейство, включающее в себя около 275 родов. Во флоре Бурятии 13 родов из этого семейства, в том числе род *Cymbaria* представлен одним видом, который и является объектом нашего исследования. Данный вид привлек особый интерес как один из представителей горно - степной флоры, с удивительной стратегией выживания и адаптированный к малоснежной холодной зиме, жаркому лету и засушливой весне.

Вид является кормовым для мелкого рогатого скота, лошадей, верблюдов [1].

Содержит сапонины и алкалоиды; используется в тибетской медицине [2].

Цель работы: изучить биоморфологические особенности Цимбарии даурской (*Cymbaria daurica L.*) на разных этапах онтогенеза в условиях Западного Забайкалья.

Исходя из цели, вытекают следующие задачи исследования: определение жизненной формы, выявление биологических особенностей вида на разных этапах онтогенеза *Cymbaria daurica L.*

Физико-географическая характеристика района исследования.

Исследование проводилось в окрестностях п. Сотниково г. Улан-Удэ. Данная территория относится к предгорью Хамар-Дабана и Селенгинскому среднегорью. Местоположение охватывает среднюю часть бассейна р. Селенги, от границы с Монголией –на юге до южных склонов хребтов Хамар-Дабан и Улан-Бургасы – на севере и северо-западе.

На территории преобладает горно-степной рельеф. Климат резко континентальный, с большими амплитудами колебания температуры и малым количеством атмосферных осадков в течение года. В почвенном покрове распространены почвы каштанового типа, также серые лесные и черноземы. На Селенгинском среднегорье распространены луговые степи, для которых характерна богатая разнотравная растительность.

Жизненная форма и биологические особенности Цимбарии даурской (*Cymbaria daurica L.*).

По классификации жизненных форм Раункиера *Cymbaria daurica L.* относится к гемикриптофитам – это растения, у которых почки возобновления

находятся на уровне почвы или погружены очень неглубоко в подстилку, образуемую листовым опадом.

По Серебрякову И.Г. относим *Cymbaria daurica* L. к стержневым травам, у которых на протяжении всей жизни сохраняется хорошо выраженный стержневой корень [3].

*Cymbaria daurica*- многолетнее растение; поликарпик- цветут много раз на протяжении жизни.

Методами наблюдений за фенофазами, гербаризации и определения видов, в ходе исследования нами были выявлены следующие морфологические признаки: *Cymbaria daurica* L. является многолетним травянистым растением, высотой до 10 см. С хорошо выраженным стержневым корнем, на котором заложено от 5 до 16 почек возобновления. Один или несколько укороченных густо опушенных побегов, которые ветвятся и имеют розеточную форму. Листья, простые серо-зеленого цвета, сидячие, по форме листовой пластинки узкие линейно-ланцетные до 1,6 см длиной и 1–3 мм шириной, располагаются на побеге супротивно, напротив друг друга. Цветки крупные, расположены на коротких цветоножках в пазухах средних листьев, чашечка беловатого цвета колокольчиковой формы 5-8 мм, имеет рассечение; на чашечке длинные зубцы до 4 мм, шириной около 1 мм. Венчик крупный ярко-жёлтого цвета до 3 см длиной, иногда занимает до 1/2 высоты растения, снаружи также опушён; плод-коробочка около 10-12 мм.

Экологические адаптации: по отношению к субстрату *Cymbaria daurica* является петрофитом - т.е. видом, приспособленным к произрастанию на каменистых субстратах и маломощных горных почвах.

Ксерофитное степное растение, хорошо выдерживающее недостаток влаги за счет корня; для уменьшения испарения все органы растения имеют густое опушение.

Гелиофит-вид, произрастающий на открытых, хорошо освещаемых пространствах.



Рис. 1. Особь *Cymbaria daurica* молодого генеративного состояния



Рис. 2. *Sympbaria daurica* в условиях произрастания

Кроме Бурятии, вид имеет широкий район распространения: Хакасия, Тыва, Иркутская, Читинская области, Дальний Восток. За пределами России: Монголия, Тибет, Япония, Китай [4].



Рис. 3. Ареал распространения *Sympbaria daurica*

## Онтогенез.

Жизненный цикл (онтогенез) высшего растения – жизнь растения с момента возникновения оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) или возникновения зачаточной почки, дающей начало органам вегетативного размножения до естественной смерти растительного организма [5]. Согласно популяционно-онтогенетическому методу онтогенез рассматривается как последовательная смена определенных морфологических состояний. Возрастные состояния особей определялись по совокупности качественных и количественных признаков. Латентный период. Размножение *Cymbaria daurica* происходит семенами. Семена яйцевидные, 3-4 x 2-2,5 мм.

Прегенеративный период. Проростки- это растения небольшого размера, для которых характерно наличие зародышевых структур: семядолей, начавшего расти зародышевого корня и, как правило, одноосного побега с небольшими листьями, имеющими часто более простую форму, чем у взрослых растений.

В имматурном возрастном состоянии особи имеют признаки и свойства, переходные от ювенильных растений к взрослым вегетативным, растение образует первый побег, который может начать ветвиться, также формирует корневую систему, на главном корне заложены почки возобновления. Характеризуется отсутствием семядольных листьев.

Виргинильное возрастное состояние - особь полностью похожа на взрослую, активно ветвится, увеличивается количество побегов и количество листьев, корень глубже уходит в почву за счет контрактильной деятельности часто именно в этом возрастном состоянии впервые приступает к вегетативному размножению.

### Генеративный период.

Молодое генеративное состояние- морфологически почти не отличаются от виргинильных особей, единственное различие в том, что молодые генеративные растения формируют первые генеративные побеги и впервые приступают к половому размножению.

Среднее генеративное состояние - особи данного возрастного состояния достигают пика в своем развитии; увеличивается накопление веществ и семенная продуктивность.

Постгенеративный период. Особи субсенильного состояния уже не способны цвести и плодоносить. Остаются только невысокие хорошо облиственные вегетативные побеги.

Основные биоморфологические параметры объекта исследования приведены в табл.1.



## Лимиты показателей возрастных состояний

Биоморфологические показатели	Лимиты показателей возрастных состояний					
	p	im	v	g1	g2	ss
Высота растения (см)	0,4-0,7	3,9-4,2	3-7,1	3,5-6,9	4,6-7,1	4-5,7
Количество побегов	1	1	1-3	1-3	1-3	2
Количество цветков	-	-	-	1-4	1-4	-
Количество листьев	3-4	5-7	3-16	8-14	7-13	7-12
Длина листа (см)	0,3-1,2	0,4-1,2	0,4-1,3	0,5-2,1	0,9-2	1,1-1,5

Таким образом, в онтогенезе *Cymbaria daurica* мы выделяем 4 периода: латентный, прегенеративный, генеративный и постгенеративный. И семь возрастных состояний: семена (se), проростки (p), имматурные (im), виргинильные (v), молодые генеративные (g1), среднегенеративные (g2) и субсенильные (ss)

Изучение фенологических фаз роста побега *Cymbaria daurica* L.

По классификации побегов многолетников С. П. Смелова к побегам с полным циклом развития относятся генеративные - т.е побег несет цветки и с неполным - вегетативные (цветки отсутствуют) [6]. У *Cymbaria daurica* наблюдаются оба цикла развития.

Также отмечаем, что характерной особенностью *Cymbaria daurica* является то, что почки формируются под землей и затем на поверхности появляются побеги с опушенными листьями.



1 2 3 4 5 6 7

1-начало отрастания (май), 2-бутонизация (10.06.2020-14.06.2020), 3-начало цветения (21.06.2020-25.06.2020), 4-массовое цветение (03.07.2020-10.07.2020),

5-конец цветения (12.07.2020-13.07.2020), 6-начало образования плодов (19.07.2020-23.07.2020), 7-массовое плодоношение, обсеменение (03.08.2020-10.08.2020)

Рис. 4. Феноспектр *Cymbaria daurica* в естественных условиях произрастания

Исходя из феноспектра, можем сказать, что *Cymbaria daurica* является раннецветущим видом и вегетационный период Западного Забайкалья (с середины мая до второй декады сентября) позволяет ему пройти полный цикл развития.

Закключение.

*Cymbaria daurica* - представитель горно - степных местообитаний, приспособленный к произрастанию в каменисто-щебнистых почвах и засушливых экологических условиях.

*Cymbaria daurica* проходит полный онтогенез, включающий четыре периода и семь возрастных состояний.

Феноспектр *Cymbaria daurica* имеет полный цикл развития и составляет семь фаз роста.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биол. Энцикл. словарь / Под ред. М. С. Гилярова. – М., 1989
2. Флора Сиб.: В 14 т. – Т.12: Solanaceae – Lobeliaceae / Сост. А. В. Положий, С. Н. Выдрина, В. И. Курбатский и др. – Новосибирск, 1996
3. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1964. – Т. 3 – С. 146-205
4. Красная книга Красноярского края. 1. Флора..., 1996
5. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. – М.: Высш. Шк., 1973
6. Смелов С. П. Теоретические основы луговодства. – М.: Колос, 1966. – 367 с.

*Оцимик А.В., Алексеева Е.В.*

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, г. Улан-Удэ, Российская Федерация

## ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *CYMBARIA DAURICA L.* В УСЛОВИЯХ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ

*Аннотация.* В работе представлена генетическая структура ценопопуляций *Cymbaria daurica L.*, дано описание участков исследований, проанализированы возрастные спектры в условиях произрастания вида.

*Ключевые слова:* *Cymbaria daurica L.*, ценопопуляции, возрастные состояния, онтогенез, возрастной спектр.

*Ocimik A. V., Alekseeva E. V.*

Buryat State University named after Dorji Banzarov, Ulan-Ude, Russian Federation

## GENETIC STRUCTURE OF *CYMBARIA DAURICA L.* POPULATIONS IN THE CONDITIONS OF THE SELENGA SREDNEGORYE

*Abstract.* In this work presents the genetic structure of populations of *Cymbaria daurica L.*, describes the study sites, and analyzes the age spectra in the conditions of growth of the species.

*Key words:* *Cymbaria daurica L.*, populations, age states, ontogenesis, age spectrum.



Актуальность.

Цимбария даурская (*Cymbaria daurica*) – многолетнее растение, которое приспособилось к выживанию в неблагоприятных экологических условиях; используется как кормовое растение для грызунов, мелкого рогатого скота и лошадей, что ведет к уменьшению численности популяций. Является уязвимым видом категории 2б, который внесен в Красную книгу Алтайского края [1] и как редкий вид категории 3 (R) Красной книги Красноярского края [2].

Цель работы: изучить генетическую структуру популяций *Cymbaria daurica* в условиях предгорий Селенгинского среднегорья.

Исходя из цели, вытекают следующие задачи исследования: описать участки исследования, рассмотреть структуру ценопопуляций вида и выявить возрастные спектры ценопопуляций.

Характеристика участков исследования вида.

Использовали классические геоботанические методы закладки ключевых участков, методы маршрутизации, гербаризации, определение видов и наблюдение за фенофазами растения. Исследования проводили в двух ценозах, в каждом из которых, заложили по два ключевых участка площадью 1м<sup>2</sup>. Мы рассмотрели сообщества, выбор которых основывался на эколого-ценотической приуроченности *Cymbaria daurica*.

Первая ценопопуляция – приурочена к житняково-разнотравной степи, занимает юго-восточный склон, крутизна которого около 45-50 °. Данное местообитание характеризуется горным рельефом, недостаточным увлажнением и каменистой сухой почвой. Общее проективное покрытие не превышает 20-25%. Более скудный видовой состав представлен двумя ярусами: из кустарников представлен единично облепихой крушиновидной и кохией простертой; в травянистом ярусе преобладали житняк гребенчатый, вероника седая, цимбария даурская, тимьян байкальский, овсяница.

Вторая ценопопуляция представляет собой кустарниково-разнотравную степь, расположенную на пологих участках юго-восточного склона. Для данного местообитания характерен более ровный рельеф, атмосферное увлажнение, суглинистая каменистая почва. Общее проективное покрытие около 30-40%. В видовом составе выделяется два яруса: древесный представлен ильмом приземистым до 2 метров высотой, кустарниковый представлен облепихой крушиновидной; травянистый ярус немного разнообразен и представлен такими видами как: житняк гребенчатый, тимьян байкальский, лапчатка вильчатая, горноколосник колючий, полынь холодная, осоковые. Данная ценопопуляция испытывает антропогенное воздействие: площадка с ровным рельефом часто посещается жителями окрестностей в качестве «смотровой».

Генетическая структура популяций вида в условиях Западного Забайкалья.

Ценотическая популяция (ценопопуляция) - элементарный объект популяционного уровня организации растений. Под ценопопуляцией мы понимаем совокупность особей вида в пределах конкретного фитоценоза [3].

Нами выделены и описаны возрастные состояния *Cymbaria daurica*, проведен количественный учет особей разных возрастных состояний на каждом участке, по этим данным построили возрастные спектры. Возрастной спектр представляет собой соотношение растений разного возрастного состояния [4].

Таблица 1

Возрастные спектры популяций *Cymbaria daurica* в отрогах Селенгинского среднегорья

№ ЦП	№ участка	Участие возрастных групп в %					
		P	im	V	g1	g2	ss
1	№1	13,33	13,33	<b>53,33</b>	6,66	13,33	-
	№2	-	-	<b>33,33</b>	11,11	<b>33,33</b>	22,22
2	№3	-	18,75	18,75	<b>31,25</b>	18,75	12,5
	№4	-	17,73	20,52	<b>32,73</b>	22,53	6,49

На основе данных таблицы, представляем возрастные спектры в виде диаграмм.



Рис. 1. Возрастной спектр популяций *Cymbaria daurica*.

По оси абсцисс указаны возрастные состояния; по оси ординат дана численность возрастных состояний в %.

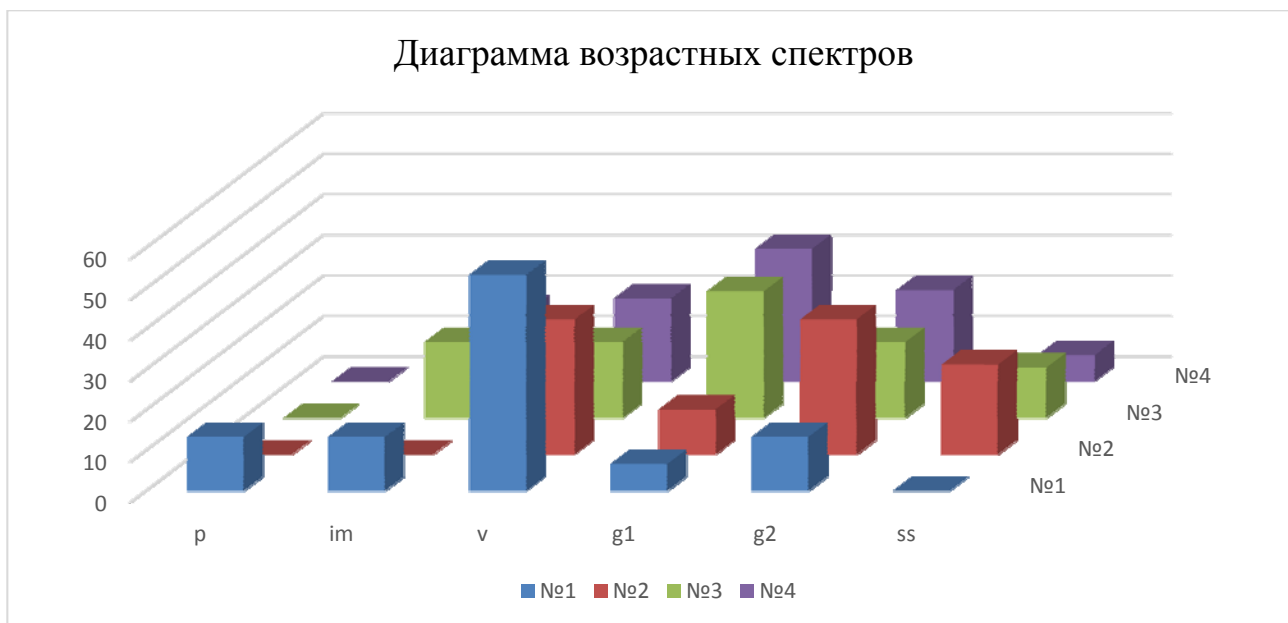


Рис. 2. Диаграмма возрастных спектров

При анализе диаграмм, вытекают следующие выводы: возрастной спектр участка №1 является бимодальным с абсолютным подъемом на виргинильных и локальным на средневозрастных генеративных особях.

В участке №2 бимодальный возрастной спектр с абсолютным подъемом на виргинильных и локальным средневозрастных генеративных особях.

В участке №3 мономодальный возрастной спектр с абсолютным подъемом на молодых генеративных особях.

Участок №4 представлен мономодальным возрастным спектром с абсолютным подъемом на молодых генеративных особях.

Диаграммы возрастных спектров четко разделяются относительно характера экологических условий. На участках первой ценопопуляции наблюдаем бимодальные возрастные спектры, популяции полночленные. Плоский пространственный рельеф способствует большему сохранению влаги в почве, что отражается в благоприятные годы на развитие проростков и ювенильных особей.

Для второй ценопопуляции характерны мономодальные спектры, где увеличивается % молодых генеративных особей, что связано с расположением растений на участке с недостаточным увлажнением. Развитие этой популяции происходит в достаточно однообразных экологических условиях.

**Заключение.**

В ходе исследования нами выявлено, что для каждого эколого-ценотического сообщества характерна своя структура популяций.

Ценопопуляции *Symbaria daurica* в условиях Селенгинского среднегорья нормальные, полночленные.

Для ценопопуляций *Cymbaria daurica* характерен базовый возрастной спектр с максимальным подъемом виргинильных и генеративных возрастных состояний.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Алтайского края: Изд-во Алт. ун-та, 2016. - 184 с.
2. Красная книга Красноярского края. 1. Флора..., 1996
3. Ценопопуляция растений (основные понятия и структура). 1976. М., «Наука»
4. Уранов А.А. Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. М. Наука. 1967.

*Поротикова А. Д., Медведев В. Т.*

Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Российская Федерация

### **ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННОЙ КЕРАМИКИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН**

*Аннотация.* В работе проведен анализ влияния шума электрических машин на организм человека и предложено решение проблемы по снижению виброакустических характеристик асинхронных двигателей.

*Ключевые слова:* Шум и вибрация электрических машин, керамические подшипники.

*Porotikova A. D., Medvedev V. T.*

National Research University "MPEI", Moscow, Russian Federation

### **THE USE OF STRUCTURAL CERAMICS TO REDUCE THE VIBRATION AND ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF ELECTRIC MACHINES**

*Abstract.* The paper analyzes the influence of the noise of electric machines on the human body and offers a solution to the problem of reducing the vibration-acoustic characteristics of asynchronous motors.

*Keywords:* Noise and vibration of electric machines, ceramic bearings.

Как известно, продолжающийся рост энерговооруженности и автоматизации производственных и бытовых процессов, связан с применением огромного количества электромеханических систем, в основе которых используются электрические машины различной мощности.

Асинхронный электрический привод в настоящее время находит широкое применение во всех отраслях промышленности, в связи с этим большее внимание при проектировании электропривода уделяется снижению уровней

акустического шума и виброактивности. Решение такой задачи обусловлено необходимостью уменьшения негативного влияния работы асинхронного электропривода на человеческий организм, а также его применением в специальных системах, требующих обеспечения минимума излучаемого акустического шума с целью обеспечения скрытности. Что касается негативного влияния на организм человека, то воздействие акустического шума и вибраций зависит от их спектрального состава, продолжительности воздействия и ряда других факторов. В общем случае вредное влияние может сказываться как на функциональном состоянии человека (повышение утомляемости, увеличение времени двигательной реакции, увеличении времени зрительной реакции, нарушение вестибулярной реакции и др.), приводящей к снижению качества работы, так и на общем физическом состоянии (развитие нервных заболеваний, нарушение функций сердечно-сосудистой системы, нарушение функций опорно-двигательного аппарата, поражение мышечной ткани суставов и др.), приводящих к появлению профессиональных хронических заболеваний и виброболезни.

Исследованиями вибрации и шума в электромашиностроении занимаются более 100 лет. Результатами этих исследований пользуются при решении задач по улучшению виброакустических характеристик и повышению надежности не только в электромеханике, но и при создании технических систем и устройств различного назначения. Это объясняется, прежде всего, тем, что электрические машины являются источниками вибрации и шума электромагнитного, механического, аэродинамического и гидродинамического происхождения.

В зависимости от принципа действия и конструктивных особенностей электрической машины наблюдается преобладание в общем спектре вибрации или шума составляющих, частоты и амплитуды которых зависят от многих причин (рис. 1).

Анализ причин и источников вибрации свидетельствует о том, что проектирование электрических машин с пониженным уровнем шума и вибрации необходимо проводить, применяя комплексный подход, учитывая, что виброакустические процессы, происходящие в электрических машинах, обусловлены вибровозмущающими силами электромагнитного, аэродинамического и механического происхождения.

Большую роль в обеспечении требований, предъявляемых к электрическим машинам с точки зрения вибрации и шума, например механического происхождения, играют технологические погрешности (изготовления и сборки), так как отклонения размеров и форм деталей, например в подшипниковых узлах, а также различные несоосности и перекосы ведут к изменениям спектрального состава вибрации.

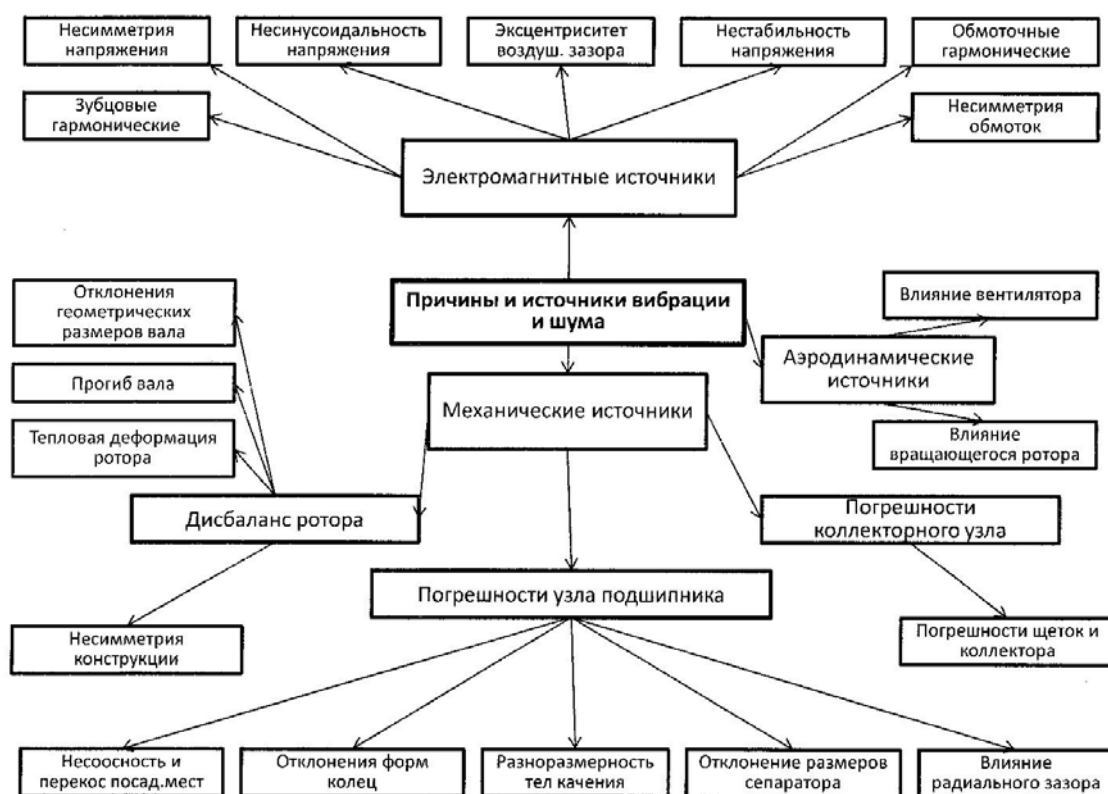


Рис. 1. Основные причины и источники вибрации и шума электрических машин [1]

Как показывают исследования отечественных и зарубежных исследователей виброакустические процессы, обусловленные подшипниками, зависят не только от конструктивных особенностей самих подшипников, но и от внешних воздействий на эти подшипники.

Так, например, силы, обусловленные неуравновешенностью (дисбалансом) вращающихся частей, вызывают изменяющиеся во времени дополнительные нагрузки на подшипники, под действием которых происходят виброперемещения элементов подшипников. В результате, в процессе работы, тела качения находятся в разных условиях нагружения.

Периодические деформации шариков или роликов при перекачивании вызывают затухающие колебания в кольцах и сепараторе. Эти колебания передаются на сопряженные с подшипником детали и узлы электрической машины. При этом вибрационный процесс может сопровождаться резонансом колебаний подшипников и различных конструктивных элементов электрической машины. Значительное увеличение амплитуды колебаний при резонансе ведёт к разрушению подшипников.

Следует заметить, что на протяжении десятилетий предпринимались и предпринимаются попытки определять расчетным путем вибрации и шум электрических машин, обусловленных подшипниками качения. Однако, как правило, результаты таких расчетов не в полной мере соответствуют реальным процессам. Это объясняется, прежде всего, не возможностью учета всего

многообразия факторов, влияющих на спектральный состав вибрации, обусловленных подшипниками, а также различием спектров вибрации самих подшипников, относящихся к одному классу и типоразмеру.

Таким образом, массовое внедрение во все области деятельности людей электрических машин и особенно асинхронных двигателей, остро встал вопрос о снижении создаваемых ими шумов, поскольку последние не только ухудшают комфортность и снижают производительность труда, но и во многих случаях представляют серьезную угрозу здоровью человека.

С целью улучшения виброакустических характеристик электрических машин необходимо снизить подшипниковые вибрации, обеспечив правильный выбор подшипника, конструкцию и монтаж подшипникового узла, наиболее благоприятные режимы эксплуатации, а также материал подшипника.

Наиболее перспективным и достаточно обоснованным является использование современных материалов, например керамики и металлокерамики для изготовления деталей и узлов, например подшипников.

Керамические тела качения по сравнению с традиционными стальными имеют в 4–5 раз более высокие значения твердости по сравнению с подшипниковой сталью, что делает керамические тела качения устойчивыми к износу, изменению геометрической формы в процессе эксплуатации и способствует повышению ресурса работы подшипника в условиях повышенного загрязнения. Обладая комбинацией таких свойств, как низкая плотность, малое тепловое расширение, высокая прочность, твердость, теплопроводность, низкий коэффициент трения, химическая стойкость и возможность прецизионной обработки, конструкционная керамика на основе нитрида кремния в настоящее время является доминирующим материалом для изготовления тел качения гибридных и керамических подшипников. Технология изготовления керамических подшипников позволяет применять их в электрических машинах с целью улучшения виброакустических характеристик и повышения надежности электродвигателей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Т. Медведев, В.Я. Геча, В.С. Малышев, М.Ф. Манюков, Т.С. Юргенсон Вибрации и шум электрических машин, трансформаторов и реакторов: учеб. пособие/ В.Т. Медведев, В.Я.Геча,В.С. Малышев и др.; под ред. В.Т. Медведева. – М.: издательство МЭИ, 2018. – 429 с.

Ракшаева Е. А., Алексеева Е. В.

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, г. Улан-Удэ,  
Российская Федерация

## **ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЛИИ КУДРЕВАТОЙ (*LILIUM MARTAGON L.*) В ОТРОГАХ УЛАН – БУРГАСЫ**

*Аннотация.* *Lilium martagon L.* - многолетнее луковичное растение, широко распространенное на территории от Европы до Северной Азии. Растение используется в народной медицине, как ранозаживляющее, обезболивающее. В работе представлены данные по эколого-биологическим особенностям *Lilium martagon L.* в отрогах Улан-Бургасы. Факультативный гелиофит, приспособленный к произрастанию на каменистых горных, лесных почвах, в лесных массивах и открытых антропогенных пространствах.

*Ключевые слова:* *Lilium martagon L.*, луковичные, эколого-биологические особенности, жизненная форма, феноспектр.

Rakshaeva E. A., Alekseeva E. V.

Buryat State University named after Dorji Banzarov, Ulan-Ude, Russian Federation

## **ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF *LILIUM MARTAGON L.* IN THE SPURS OF THE ULAN-BURGASI**

*Abstract.* *Lilium martagon L.* is a perennial bulbous plant widely distributed from Europe to North Asia. The plant is used in folk medicine as a wound healing, pain reliever. The paper presents data on the ecological and biological characteristics of *Lilium martagon L.* in the spurs of Ulan-Burgasi. Optional heliophyte adapted to grow on stony mountain, forest soils, in woodlands and open anthropogenic spaces.

*Key words:* *Lilium martagon L.*, bulbous, ecological and biological features life form, fenospectrum.

Актуальность.

Используется в культуре как декоративное растение, в народной медицине, как ранозаживляющее, обезболивающее. В качестве сырья используют подземную часть растения, луковицу. Луковицы содержат большое количество белковых веществ, а все остальные части растения богаты алколоидами, сапонинами, флавоноидами. Поэтому вид имеет пищевое значение во многих культурах мира [1, с. 63-64].

Лилия кудреватая (*Lilium martagon L.*) – многолетнее луковичное растение, широко распространенное на территории от Европы до Северной Азии.

В работе представлен анализ основных морфологических признаков *Lilium martagon L.* на разных этапах онтогенеза и фазы вегетации.



Цель работы: изучить эколого-биологические особенности Лилии кудреватой (*Lilium martagon* L.) и фазы вегетации в отрогах Улан - Бургасы.

В задачи исследования входило: Описание эколого-биологических особенностей вида; выявление особенностей размножения; наблюдение фаз вегетации и составление феноспектра растения.

Физико-географическая характеристика района исследования.

Исследования проводились в окрестностях п. Верхняя Березовка, г. Улан - Удэ. Территория относится к отрогам хребта Улан-Бургасы. Местоположение охватывает долину р. Верхняя Березовка.

Территория характеризуется горной формой рельефа. Климат резко-континентальный. Почвенный покров представлен смесью разных видов почв такие, как аллювиальные, подзолистые и черноземные.

По геоботаническому районированию, район относится к Евроазиатской (таежной) области. Для нее характерно широкое распространение в сосновых и лиственных лесах со степными элементами в травяном покрове.

Материалы исследований были собраны в период вегетации 2020 года, в окрестностях п. Верхняя Березовка, г. Улан-Удэ. Для изучения использован метод ценопопуляционного- онтогенетического анализа [2, с. 199-209], в котором популяции вида изучаются как системы разнокачественных особей. Были изучены и проанализированы несколько десятков особей, каждого возрастного состояния.

В пределах изучаемой территории вид встречался в сосново-березово-ивовом лесу, на микро-неровном, умеренно-бугристом рельефе с подзолистой почвой и хорошим травяным покровом. И также произрастал на открытых участках нарушенных сообществ в сосново-лиственничном лесу, на подзолистых почвах и неравномерным травяным покровом.

Биологические особенности Лилии кудреватой (*Lilium martagon*).

Морфология: Лилия кудреватая – многолетнее травянистое луковичное растение, высотой от 30 до 140 сантиметров. (рис.1). Крупные черепитчатые луковички с многочисленными узколанцетными заостренными чешуями. Стебель прямостоячий, облиственный с несколькими мутовками линейно-ланцетных листьев и с очередными листьями над ними, прикорневых листьев нет. Крупные поникающие сиреневые пятнистые цветки с загнутыми вверх листочками околоцветника одиночные или собраны в кисти, с линейными прицветниками. Тычинки с крупными пурпурно-фиолетовыми пыльниками, прикрепленными к нити своими серединами. Листочки околоцветника сиреневые с мелкими бурыми пятнами, от середины загнуты назад. Плод — шестигранная коробочка с острыми ребрами. Семена плоские, коричневые, с плёнчатым краем.



Рис. 1. Лилия кудреватая (*Lilium martagon* L.)

Распространение: вид распространен в Европейской части России, в Сибири, Малой Азии и на Кавказе. Имеет самый обширный и самый северный ареал. В пределах нашей страны ареал Лилии кудреватой разорван на несколько больших частей. Отдельные участки расположены в европейской части, на юге Западной и Восточной Сибири. За пределами нашей страны произрастает в Европе и Северной Монголии [3].

Жизненная форма *Lilium martagon* L.

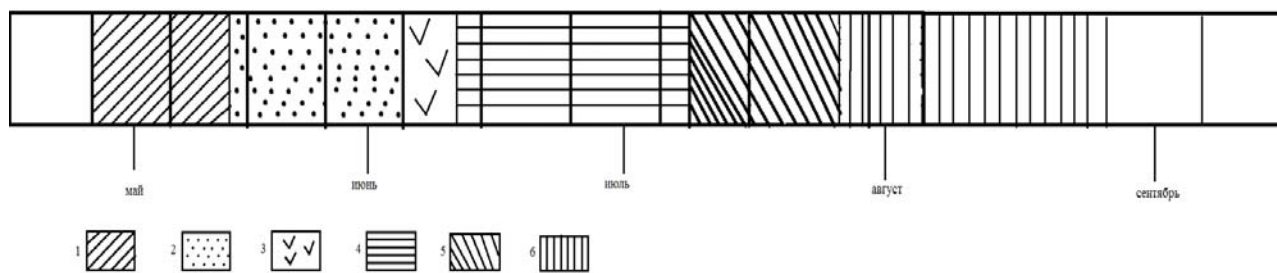
По классификации жизненных форм Раункиера (1905) *Lilium martagon* относится к геофитам – это растения, у которых почки и окончания побегов, развиваются на подземных побегах на некоторой глубине. К жизненным формам по Серебрякову И.Г. (1962) [4] *Lilium martagon* относится к поликарпическим травам, которые многократно цветут и плодоносят в течение жизни.

*Lilium martagon* L. – геофит, летнезеленое поликарпическое травянистое луковичное растение с высоким облиственным удлинённым побегом и многолетней черепитчатой луковицей. Вид, произрастает на каменисто-щебнистых лесных почвах – относится к петрофитам. Адаптированный к недостатку влаги ксерофит. По отношению к свету факультативный гелиофит (теневыносливый) - вид, переносящий более или менее затенение, но и хорошо произрастающий на свету.

Изучение фенологических фаз роста побега *Lilium martagon* L.

У *Lilium martagon* L. наблюдается развитие побегов с полным и неполным циклом развития. По классификации побегов многолетников С.П. Смелова (1966) [5], к побегам с полным циклом развития относятся генеративные - т.е. побег несет цветки и с неполным - вегетативные (цветки отсутствуют).

Вегетационный период Западного Забайкалья (с середины мая до второй декады сентября) позволяет исследуемому виду пройти полный цикл развития.



1 - начало отрастания (май), 2 - бутонизация (30.05.2020 -19.06.2020), 3 - цветение (24.06.2020 - 30.06.2020), 4 - начало образования плодов (03.07.2020 - 25.07.2020), 5 - период созревания семян (25.07.2020 – 16.08.2020), 6 - отмирание (16.08.2020 – 12.09.2020)

Рис. 2. Феноспектр *Lilium martagon* в естественных условиях произрастания

М. В. Баранова [5] делила виды лилий по срокам цветения на три группы: раннецветущие (июнь), среднецветущие (июль), позднецветущие (август – сентябрь). Так, по своему фенологическому развитию *Lilium martagon* L. относится к раннецветущим растениям.

Заключение.

*Lilium martagon* L. – летнезеленое поликарпическое травянистое луковичное растение с высоким облиственным удлиненным побегом и многолетней черепитчатой луковицей, геофит, почки возобновления и окончания побегов у которых переносят неблагоприятный период в почве. Факультативный гелиофит, с активным возобновлением на открытых пространствах под пологом леса. Распространён в нарушенных сообществах, на гарях и вырубках.

По своему фенологическому развитию *L. martagon* L. относится к раннецветущим растениям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губанов И. А. и др. Дикорастущие полезные растения СССР / отв. ред. Т. А. Работнов. — М.: Мысль, 1976. — С. 63—64. — 360 с.
2. Рысин Ю. В. Сорные растения. Определитель для средней полосы европейской части СССР. Ред. Станкова С. С. Москва 1952 г., с. 120.
3. Киреева М.Ф. Лилии. М., 2000. 160 с.
4. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – Л.: наука, 1964. – Т.3 – С. 146-205.
5. Смелов С. П. Теоретические основы луговодства. – М.: Колос, 1966. – 367 с.
6. Баранова М.В. Лилии. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. 384 с.

*Ракшаева Е. А., Алексеева Е. В.*

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, г. Улан-Удэ,  
Российская Федерация

## **ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕЗА И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ЛИЛИИ КУДРЕВАТОЙ (*LILIUM MARTAGON L.*) В ОТРОГАХ УЛАН – БУРГАСЫ**

*Аннотация.* *Lilium martagón L.* – представитель семейства Лилейные, многолетнее луковичное растение, поликарпик с черепитчатой многолетней луковицей. Используется в культуре как декоративное растение; в естественных ценозах испытывает сильную антропогенную нагрузку. В работе изучен онтогенез, описаны возрастные состояния. Выявлена структура популяций *Lilium martagon L.* в характерных для нее местах произрастания в отрогах Улан-Бургасы.

*Ключевые слова:* *Lilium martagon L.*, онтогенез, структура популяций

*Rakshaeva E. A., Alekseeva E. V*

Buryat State University named after Dorji Banzarov, Ulan-Ude, Russian Federation

## **FEATURES OF ONTOGENESIS AND STRUCTURE OF POPULATIONS LILIUM MARTAGON L. IN THE SPURS OF THE ULAN-BURGASI**

*Abstract.* *Lilium martagon L.* is a member of the Liliaceae family, a perennial bulbous plant, polycarpic with a tiled perennial bulb. Used in culture as an ornamental plant; in natural cenoses, it experiences a strong anthropogenic load. Ontogenesis is studied in the work, age states are described. The structure of the *Lilium martagon L.* populations in its characteristic habitats has been revealed.

*Key words:* *Lilium martagon L.*, ontogenesis, structure of populations

**Актуальность.**

Представитель семейства Лилейные, *Lilium martagón L.*: – многолетнее луковичное растение, поликарпик с черепитчатой многолетней луковицей. Используется в культуре как декоративное растение, в большом количестве собираются на букеты, выкапываются луковицы, что приводит к истощению популяций. Поэтому, вид относится к числу охраняемых растений во многих регионах России. Является редким видом флоры Урала [1], занесен в Красную книгу Брянской области (2016) [2], в Красную книгу Республики Марий Эл (2013) [3], в Красную книгу Бурятской АССР (1988) [4]. Можно отметить тот факт, что проведенная просветительская работа по сохранению данного вида, сделанная с 1988 года, дала положительные итоги - вид не вошел в новое издание Красной Книги РБ в 2005 году. Известно, что данное растение используется в народной медицине, как ранозаживляющее и антисептическое лекарство. И употребляют в качестве пищи, из луковиц растения готовят приправы, муку [5].

Цель исследований: изучить онтогенез и возрастную структуру ценопопуляций в разных экологических условиях.

В задачи исследования входило: описание возрастных состояний и этапов онтогенеза *Lilium martagon* L.; выявление структуры популяций вида.

Онтогенез *Lilium martagon* L.

Жизненный цикл (онтогенез) высшего растения – это жизнь растения с момента возникновения оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) или возникновения зачаточной почки, дающей начало органам вегетативного размножения до естественной смерти растительного организма [6].

Материалы исследований были собраны и описаны в период вегетации 2020 года, в отрогах Улан - Бургасы окрестности п. Верхняя Березовка, г. Улан-Удэ. Для изучения использован метод ценопопуляционного - онтогенетического анализа [7, с. 199-209], в котором популяции вида изучаются как системы разнокачественных особей. Периодизацию онтогенеза проводили по методике Т. А. Работнова [8, с. 7- 204] и А. А. Уранова [9, с. 217- 219]. Были изучены и проанализированы несколько десятков особей, каждого онтогенетического состояния. Особенности этапов онтогенеза и возрастные состояния *L. martagon* нами изучались в естественных условиях обитания. Возрастные состояния особей определялись по совокупности качественных и количественных признаков.

Латентный период. Семена округло-треугольной формы, плоские с пленчатыми краями, светло- или темно-коричневые. Зародыш цилиндрический, прямой, слабо дифференцированный.

Прегенеративный период. Проростки (рис. 1) - состоят из первичного корня, густо покрытого корневыми волосками, короткого гипокотилия и семядоли, в основании которой располагается зародышевая почка. Длина черешка составляет 1- 2 см. Длина одиночного листа 3- 4 см.

Ювенильное возрастное состояние (рис. 2). Лист длиной до 7 см, одиночный, яйцевидный, с заостренной верхушкой и длинным черешком.

Имматурное возрастное состояние (рис. 3). Для особей характерно наличие побега с розеточными листьями овальной формы с заостренной верхушкой, размером 5-8 см. Число чешуй в луковице 5-7 штук. Формируется побег, несущий одну мутовку листьев, в которой от 1 до 5 листьев ланцетной или линейной формы. Диаметр луковицы - от 1 до 1,2 см.

Виргинильное возрастное состояние (рис. 4). У растений появляется первый удлиненный надземный побег. В этом состоянии еще образуются зеленые листья-чешуи на луковице в количестве 1-3. Этот период продолжается 3-4 года, в течение которого увеличивается число чешуй в луковице. Длина листа увеличивается до 7-11 см.

Генеративный период. Молодое генеративное состояние (рис. 5) - преобразование структуры побега полностью завершается. Высота растения варьирует от 80 до 108 см. Длина листа достигает 15 см. Наступает первое цветение.



Среднее генеративное состояние (рис. 6) – высота растения 118-138 см., длина листа 9-15 см., количество чешуй в луковице, образованных за год, становится более или менее постоянным, она накапливает питательные вещества, после чего увеличивается и дает начало формированию розеточных побегов. Количество цветков увеличивается.

Старое генеративное состояние (рис. 7) – высота растения 40-50 см., длина листа варьирует от 10-11 см.



*Рис. 1.* Проросток



*Рис. 2.* Ювенильное возрастное состояние



*Рис. 3.* Имматурное возрастное состояние



*Рис. 4.* Виргинильное возрастное состояние





*Рис. 5.* Молодое генеративное состояние



*Рис. 6.* Среднее генеративное состояние



*Рис. 7.* Старое генеративное состояние

Субсенильное возрастное состояние устанавливали при обследовании побегов методом раскопки верхней подстилки для измерения луковицы. Особи данного возрастного состояния отличаются от генеративного состояния тем, что они имеют несколько невысоких побегов без соцветий.

Основные количественные биоморфологические параметры объекта исследования приведены в табл.1.

Таблица 1

## Лимиты показателей возрастных состояний

Биоморфологические Показатели	Лимиты показателей возрастных состояний							
	p	J	im	V	g1	g2	g3	ss
Высота растения (см)	5-11	10-13	23-79	21-55	80-108	117-138	40-65	60-74
Количество побегов	-	1	1-3	1-9	1-10	3-11	1-5	2-6
Количество цветков	-		0-1	2-12	1-7	2-13	-	-
Количество листьев	1-2	1-5	1-7	2-7	4-10	3-10	2-8	2-5
Количество мутовок			1	1-2	1-4	2-9	6-8	3-7
Длина листа	1,5-6	6-7	5-8	7-11	7-15	9-15	10-11	6-11

Таким образом, по нашим исследованиям *L. martagon L.* имеет простой полный онтогенез, в котором нами было выделено 4 периода: латентный, прегенеративный, генеративный и постгенеративный. И 9 возрастных состояний: семена (se), проростки(p), ювенильные (j), имматурные (im), виргинильные (v), молодые генеративные (g1), средние генеративные(g2), старые генеративные (g3) особи, субсенильный (ss).

Структура популяций.

Ценотическая популяция (ценопопуляция) - элементарный объект популяционного уровня организации растений. Под ценопопуляцией мы понимаем совокупность особей вида в пределах конкретного фитоценоза [10, с.1615-1626.]. В качестве основных признаков характеристики ценопопуляции обычно рассматривают ее численность (плотность)- путем подсчета общего числа особей вида и возрастной спектр- оценка возрастного состава растений.

В пределах изучаемой территории вид встречался в сосново-березово-ивовом лесу, на микро-неровном, умеренно-бугристом рельефе с подзолистой почвой и хорошим травяным покровом. И также, произрастал на открытых участках нарушенных сообществ в сосново-лиственничном лесу, на подзолистых почвах и неравномерным травяным покровом. Нами изучена возрастная структура шести участков двух ценопопуляций. (табл. 2).

Таблица 2

Возрастные спектры ценопопуляций *Lilium martagon L.*

№ Участка	Участие возрастных групп в %							
	P	j	im	V	G1	G2	G3	ss
1	0	0	1,96	8,86	<b>38,39</b>	37,49	3,54	9,76
2	0	0	15,43	14,89	23,74	<b>33,10</b>	4,78	8,06
3	0	14,28	0	7,63	<b>42,79</b>	22,57	7,56	5,17
4	<b>23,79</b>	16,66	14,28	14,28	21,42	0	0	0



5	14,29	14,29	<b>42,84</b>	14,29	0	14,29	0	0
6	23,08	<b>26,93</b>	0	26,92	23,07	0	0	0

Для ценопопуляции *Lilium martagon* L. под пологом леса (первые три участка) характерен базовый возрастной спектр с максимальным подъемом генеративных возрастных состояний, в свою очередь в ценопопуляции, находящаяся на открытых пространствах в нарушенных сообществах (участки с четвертого по шестой) наблюдаем максимальный подъем ювенильных и имматурных возрастных состояний.

Заключение.

Таким образом, *L. martagon* L. имеет простой полный онтогенез, имеющий 4 периода и 8 возрастных состояний: латентный период включающий семена, прегенеративный период - проростки, ювенильные, имматурные, виргинильные особи, генеративный представлен тремя возрастными состояниями g1, g2, g3 и постгенеративный – субсенильными особями.

Для ценопопуляции *Lilium martagon* L. под пологом леса характерен базовый возрастной спектр с максимальным подъемом генеративных возрастных состояний, а в ценопопуляции, находящаяся на открытых пространствах в нарушенных сообществах, наблюдаем максимальный подъем ювенильных и имматурных возрастных состояний.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горчаковский П. Л. Редкие и исчезающие растения Урала и Приуралья. – М., 1982. – 208 с.
2. Красная книга Брянской области / ред. А. Д. Булохов, Н. Н. Панасенко, Ю.А. Семенищенков, Е.Ф. Ситникова. 2-е изд. Брянск: РИО БГУ, 2016. - 432 с.
3. Красная книга Республики Марий Эл. Том «Растения. Грибы». – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2013. – 324 с.
4. Красная книга Бурятской редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений Бурятской АССР. Улан-Удэ, 1988.
5. Знаменский, И. Е. IV. Растительное сырьё // Дикие съедобные растения: Химико-технический справочник / Под ред. проф. В. Н. Любименко. – М.: Госхимтехиздат, 1932. – Т. 12.
6. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. – М.: Высш. шк., 1973.
7. Рысин Ю. В. Сорные растения. Определитель для средней полосы европейской части СССР. Ред. Станкова С. С. Москва 1952 г., с. 120.
8. Работнов Т. А. Определение возрастного состава популяций вида и в сообществе // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1964.
9. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени энергетических волновых процессов // Науч. докл. высш. школы. Биол. Науки. 1975г.

10. Петровский В. В. Синузии как формы совместного существования растений // Ботанический журнал. – 1961. – Т. 46. – С. 1615 - 1626.

*Исламова Н. А., Бухарина И. Л., Королева А. И., Чиркова И. С.*

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Российская Федерация

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛРЕЗИСТЕНТНОСТИ ЭНДОФИТНЫХ ГРИБОВ *FUSARIUM EQUISETI* И *CYLINDROCARPON MAGNUSIANUM***

*Аннотация.* Загрязнение почв, вызванное засолением, в том числе тяжелыми металлами, в результате хозяйственной деятельности человека является растущей глобальной проблемой. Разработка биотехнологий, способных наиболее экономично и экологически безопасно восстановить нарушенные земли, является важной задачей. При этом использование полезных для растений микроорганизмов (особенно эндофитов), является важной составляющей биоремедиации. В наших исследованиях мы оценивали скорость роста и содержание малонового диальдегида в мицелии двух эндофитных грибов, показавших себя перспективными для разработки технологии повышения устойчивости растений.

*Ключевые слова:* металлрезистентность, устойчивость к стрессу, эндофитные грибы, инокуляция

*Islamova N.A., Bukharina I.L., Koroleva A.I., Chirkova I.S.*

Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation

### **RESEARCH OF METAL RESISTANCE OF ENDOPHYTIC FUNGI *FUSARIUM EQUISETI* AND *CYLINDROCARPON MAGNUSIANUM***

*Abstract.* Soil pollution caused by salinization, including heavy metals, as a result of human activities is a growing global problem. Developing biotechnologies that can most economically and environmentally rehabilitate disturbed land is an important challenge. At the same time, the use of microorganisms useful for plants (especially endophytes) is an important component of bioremediation. In our studies, we evaluated the growth rate and the content of malondialdehyde in the mycelium of two endophytic fungi, which have shown themselves to be promising for the development of a technology for increasing plant resistance.

*Key words:* metal resistance, stress resistance, endophytic fungi, inoculation.

Ухудшение качества почвы, вызванное засолением и загрязнением тяжелыми металлами (ТМ), является растущей глобальной проблемой, возникающей в результате промышленной деятельности человека. Высокий уровень солей тяжелых металлов в почве не только ухудшает состояние почвы и ее структуры, но также меняет состав и характер жизнедеятельности

микробных сообществ [2]. Кроме того, загрязнение отрицательно влияет на поглощение и перемещение основных элементов растения, нарушает метаболизм и снижает рост и размножение растений [9].

Наиболее перспективной технологией очистки почв от ТМ является фиторемедиация, благодаря своей простоте, экономичности и общему положительному воздействию на окружающую среду [8]. При этом использование полезных для растений микроорганизмов (особенно эндофитов), которые взаимодействуют с растениями в ризосфере и позволяют им изменять поглощение, подвижность и биодоступность иона металлов, является важной составляющей фиторемедиации [7].

Эндофитные грибы, как виды более высокого порядка, сравнительно более совместимы для технологии биоремедиации из-за более высокой биомассы и продукции вторичных метаболитов в условиях стресса, вызванного солями ТМ [4]. Известно, что в средах с повышенным содержанием ТМ эндофиты обнаруживаются повсеместно, и некоторые из них могут повысить устойчивость к металлам растений-хозяев [9]. Отмечается также, что место происхождения инокулята является важным фактором в эффективности действия эндофита на растения [5, 6].

Отсюда целью наших исследований являлось изучить пределы выносливости эндофитных грибов, выделенных из корневой системы древесных растений в условиях техногенного загрязнения, к действию солей ТМ (меди и хрома).

В качестве объектов исследования нами были выбраны эндофитные грибы *Fusarium equiseti* и *Cylindrocarpon magnusianum*, выделенные из корневой системы древесных насаждений, произрастающих на территории санитарно-защитной зоны промышленного предприятия «Ижсталь», являющегося одним из основных загрязнителей города Ижевска (Удмуртская Республика).

*Fusarium equiseti* – это широко встречающийся в природе корневой эндофит, продемонстрировавший высокую устойчивость в исследованиях с разными концентрациями солей тяжелых металлов [3]. *Cylindrocarpon magnusianum* также в предыдущих наших исследованиях показал высокую устойчивость к хлориду натрия и солям ТМ, и, кроме того, гриб встречается в местах загрязнения почв нефтью, что может быть востребовано в восстановлении нефтезагрязненных земель [10].

Грибы культивировали на агаровой среде с внесением разных концентраций солей меди и хрома (биогенный и небιοгенный химические элементы): Cu – 50; 100; 150 мг/л; Cr – 2,5; 5; 10 мг/л. Также имелся контрольный вариант. В ходе эксперимента измеряли диаметр мицелия грибов и скорость их роста. Особенности реакции грибов на условия стресса оценивались по содержанию малонового диальдегида (МДА), являющегося продуктом окисления липидов. Стоит отметить, что ряд исследований подтверждают зависимость концентрации МДА в мицелии гриба от содержания

ТМ в субстрате, следовательно, данный показатель может служить биомаркером стрессовых условий, в которых оказываются эндофиты [1, 6].

Содержание МДА в грибах оценивали по степени накопления продукта его реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК), определяя оптическую плотность раствора на спектрофотометре при длине волны 532 нм. Для этого в пробирку с грибной биомассой добавляли 2 мл дистиллированной воды и 3 мл 10% ТХУ. Из получившегося гомогената отбирали пробу 2 мл и добавляли 0,5% ТБК.

Результаты измерения диаметра мицелия и скорости роста *Fusarium equiseti* представлены на рисунках 1-2, *Cylindrocarpon magnusianum* – на рисунках 3-4.

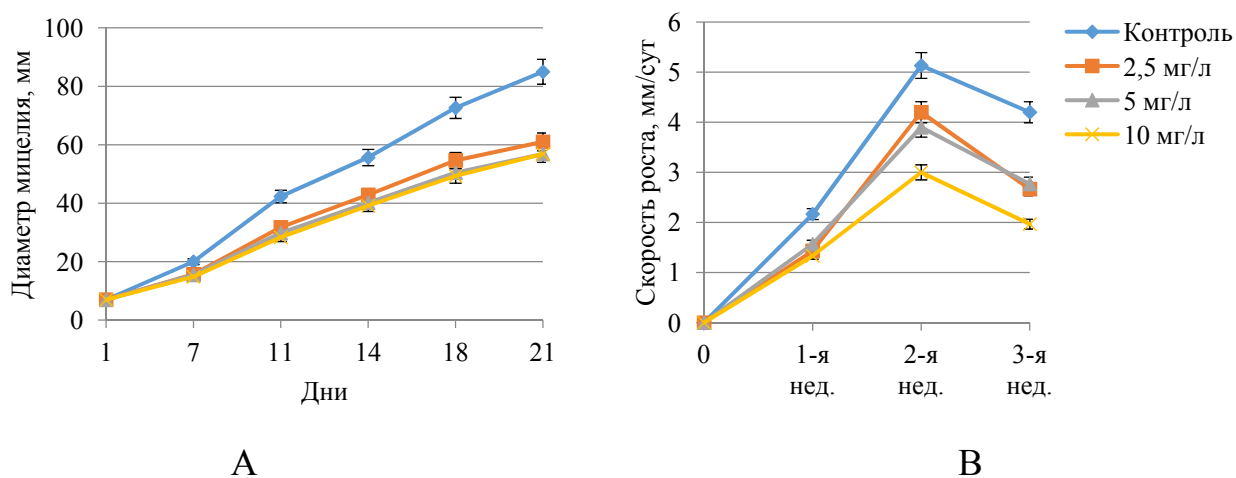


Рис. 1. Динамика размеров (А) и скорость роста (В) *Fusarium equiseti* на субстратах с разной концентрацией хрома

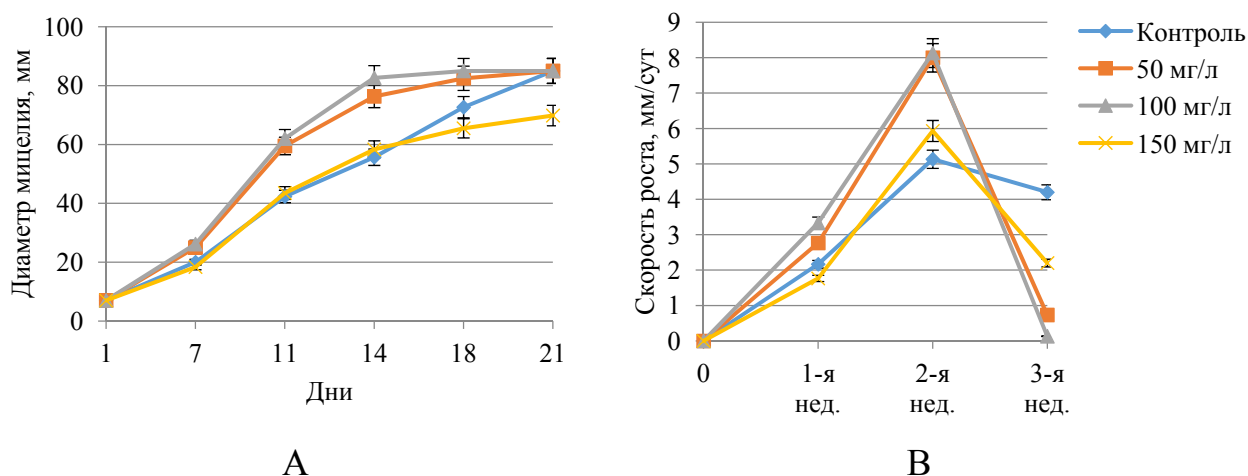


Рис. 2. Динамика размеров (А) и скорость роста (В) *Fusarium equiseti* на субстратах с разной концентрацией меди

Результаты эксперимента показали, что содержание хрома в среде оказало влияние на рост *F. equiseti*. Диаметр мицелия гриба при всех концентрациях

металла был достоверно меньше по сравнению с контролем. При этом достоверных различий между самими вариантами не наблюдалось.

Скорость роста мицелия *F. equiseti* в начале эксперимента отличалась от контроля в меньшую сторону лишь при концентрации хрома 2,5 мг/л. Далее гриб адаптировался, и скорость роста мицелия во всех вариантах до конца эксперимента не имела достоверных отличий от контроля.

К меди *F. equiseti* проявил большую устойчивость. При концентрациях 50 и 100 мг/л диаметр мицелия гриба в начале эксперимента превышал значения контроля. Далее от контроля отличался лишь вариант, выращенный на среде с медью в концентрации 150 мг/л, имея меньший размер мицелия.

Скорость роста мицелия *F. equiseti* при выращивании на среде с солями меди в начале эксперимента была достоверно выше контроля при концентрации 100 мг/л. К концу эксперимента скорость роста мицелия гриба снизилась и при концентрациях меди 50 и 100 мг/л была достоверно меньше, чем у контроля.

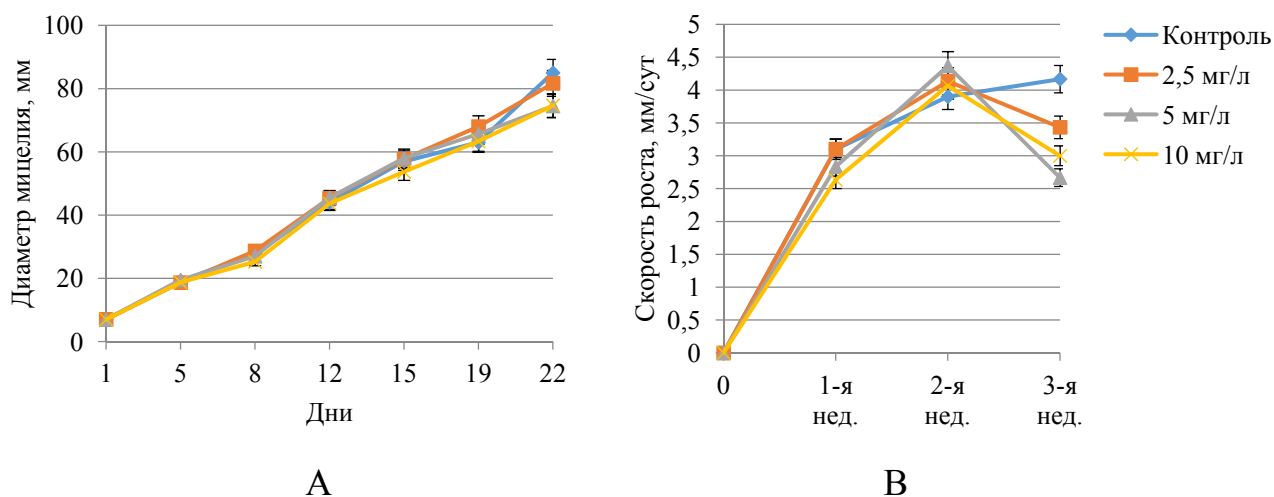


Рис. 3. Динамика размеров (А) и скорость роста (В) *Cyindrocarpon magnusianum* на субстратах с разной концентрацией хрома

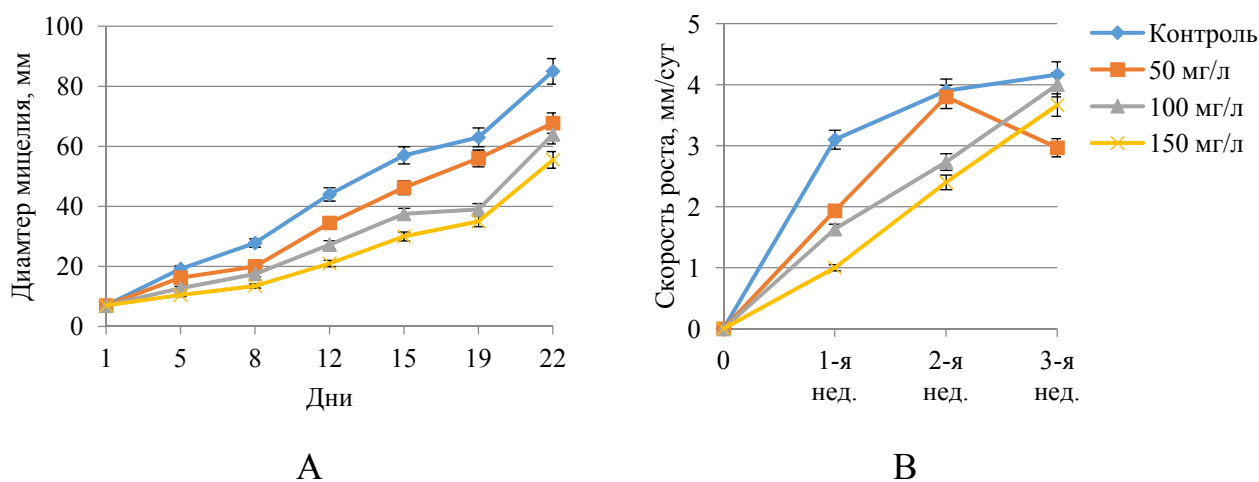


Рис. 4. Динамика размеров (А) и скорость роста (В) *Cyindrocarpon magnusianum* на субстратах с разной концентрацией меди

На *C. magnusianum* содержание хрома в среде не оказало ингибирующего воздействия. Диаметр мицелия гриба при всех концентрациях металла в среде достоверно от контроля не отличался. Не отличалась от контроля и скорость роста мицелия гриба во всех вариантах опыта.

Медь же оказала ингибирующее воздействие на рост *C. magnusianum*. С увеличением концентрации металла в среде наблюдалось уменьшение диаметра мицелия.

Скорость роста мицелия при концентрации меди в среде 100 и 150 мг/л в начале эксперимента была существенно ниже, чем в контроле. Далее скорость роста мицелия во всех опытных вариантах достигла своих максимальных значений и достоверно от контроля не отличалась.

Результаты определения содержания МДА в мицелии грибов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание малонового диальдегида в изолятах *F. equiseti* и *C. magnusianum*, мкмоль/1 г сырой массы

Содержание соли ТМ в среде	Содержание МДА в <i>Cylindrocarpon magnusianum</i>	Содержание МДА в <i>Fusarium equiseti</i>
Без ТМ (контроль)	2,034 ± 0,047	1,290 ± 0,071*
Cr 2,5 мг/л	6,092 ± 0,585↑	1,743 ± 0,071↑**
Cr 5мг/л	7,276 ± 1,115↑	1,760 ± 0,070↑
Cr 10мг/л	3,881 ± 0,054↑	1,142 ± 0,014
Cu 50мг/л	2,031 ± 0,021	2,227 ± 0,230
Cu 100мг/л	3,571 ± 0,431↑	6,368 ± 0,775↑
Cu 150мг/л	4,117 ± 0,291↑	8,076 ± 0,311↑
* Среднее значение показателя ± стандартное отклонение. ** Достоверное отличие от контроля: увеличение ↑ или уменьшение ↓ показателя (p < 0,05).		

В эксперименте с хромом содержание МДА практически во всех опытных образцах *F. equiseti* и *C. magnusianum* превышало значения контроля. Лишь при самой высокой концентрации (10 мг/л) содержание МДА в мицелии *F. equiseti* не имело отличий от контроля. При этом скорость роста мицелия *F. equiseti* при данной концентрации в течение всего эксперимента была наименьшей по сравнению с другими опытными образцами, хотя достоверной разницы с контролем не было. Остальные же варианты, несмотря на некоторое ингибирование роста, увеличивали свои размеры в диаметре. В мицелии *C.*

*magnusianum* при самой высокой концентрации хрома содержание МДА было достоверно ниже, чем в других вариантах, но оставалось более высоким, чем в контроле.

Отсюда можно заключить, что содержание хрома в субстрате вызвало стрессовую реакцию у *F. equiseti*, однако организм, преодолев адаптационный период, возобновил ростовые процессы.

При самой низкой концентрации металла в субстрате (50 мг/л) в эксперименте с медью содержание МДА в мицелиях *F. equiseti* и *C. magnusianum* не имело достоверных отличий от контроля. Данная концентрация не вызвала ингибирующего воздействия на рост культур. Далее по мере увеличения концентрации меди в субстрате содержание МДА в мицелии грибов постепенно увеличилось и достигло максимальных значений при концентрации 150 мг/л. Поскольку рост мицелия грибов при данной концентрации меди в субстрате продолжался, можно заключить, что синтез МДА сыграл роль в системе адаптивных реакций гриба.

Таким образом, результаты эксперимента показали, что *Fusarium equiseti* и *Cylindrocarpon magnusianum* обладают высокой металлрезистентностью к хрому и меди. При этом *C. magnusianum* проявил большую устойчивость к хрому, *F. equiseti* – к меди. Проведенный анализ на содержание МДА в мицелии грибов позволяет предположить, что синтез МДА и увеличение его концентрации в мицелии является реакцией на увеличение концентрации ТМ в субстрате. Данные результаты также показывают возможность использования эндофитов *F. equiseti* и *C. magnusianum* в технологиях биоремедиации почв, загрязненных солями ТМ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухарина И.Л. Исследование пределов устойчивости *Rhodotorula mucilaginosa* к действию солей цинка и хрома / И.Л. Бухарина, Д.А. Вахрушева, Р.Г. Латыпова // Современные проблемы развития техники, экономики и общества: материалы Международной научно-практической заочной конференции, г. Казань, Научно-образовательный центр «ЗНАНИЕ», 2016. – С. 35-37.
2. Трифонова Т.А., Забелина О.Н. Изменение биологической активности почвы городских рекреационных территорий в условиях загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами // Почвоведение. - № 4. – 2017. – С. 497-505.
3. Akinkunmi W.A. Factors affecting toxic lead (II) ion bioremediation by *Fusarium equiseti* isolated from the mangrove soil environment of southeast Borneo / W.A. Akinkunmi, A.A.S.A. Husaini, A. Zulkharnain, T.M. Guan, H.A. Roslan // MALAYSIAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY. – Vol. 11, Issue: 2. – 2015. – P. 215-222.
4. Ali A., Bilal S., Khan A. L., Mabood F., Al-Harrasi A., Lee I. Endophytic *Aureobasidium pullulans* BSS6 assisted developments in phytoremediation

- potentials of *Cucumis sativus* under Cd and Pb stress // Journal of Plant Interactions. – Vol. 14, No 1. – 2019. – P. 303-313.
5. Domka A. M. Are Fungal Endophytes Merely Mycorrhizal Copycats? The Role of Fungal Endophytes in the Adaptation of Plants to Metal Toxicity / A. M. Domka, P. Rozpadek, K. Turnau // Frontiers in Microbiology. – Vol. 10. – 2019. – URL:[https://www.researchgate.net/publication/331775740\\_Are\\_Fungal\\_Endophytes\\_Merely\\_Mycorrhizal\\_Copycats\\_The\\_Role\\_of\\_Fungal\\_Endophytes\\_in\\_the\\_Adaptation\\_of\\_Plants\\_to\\_Metal\\_Toxicity](https://www.researchgate.net/publication/331775740_Are_Fungal_Endophytes_Merely_Mycorrhizal_Copycats_The_Role_of_Fungal_Endophytes_in_the_Adaptation_of_Plants_to_Metal_Toxicity)
  6. Hou L., Yu J., Zhao L. and He X. Dark Septate Endophytes Improve the Growth and the Tolerance of *Medicago sativa* and *Ammopiptanthus mongolicus* Under Cadmium Stress // Frontiers in Microbiology. – Vol. 10. – 2020. – P. 1-17.
  7. Ikram M. IAA producing fungal endophyte *Penicillium roqueforti* Thom., enhances stress tolerance and nutrients uptake in wheat plants grown on heavy metal contaminated soils / M. Ikram, N. Ali, G. Jan, F.G. Jan, et al. // PLoS ONE. – Vol. 13(11). – 2018. – URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208150>
  8. Li H.Y., Wei D.Q., Shen M., Zhou Z.P. Endophytes and their role in phytoremediation // Fungal Divers. – Vol. 54. – 2012. – P. 11-18.
  9. Sharma V.K., Li X., Wu G., Bai W., Parmar S., White Jr J.F., Li H. Endophytic community of Pb-Zn hyperaccumulator *Arabidopsis thaliana* and its role in host plants metal tolerance // Plant Soil. – Vol. 437. – 2019. – P. 397–411.
  10. Sogonov, M.V., Velikanov, L.L. Soil microfungi from alpine and subnival ecosystems of the Northwestern Caucasus / Sogonov, M.V., Velikanov, L.L. // Mikologiya i Fitopatologiya. – Vol. 38, Issue 3. – 2004 – P. 50-58.

Яковлева А. А., Садловский С. В., Халбаев В. В., Вострикова Н. И.

Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
г. Иркутск, Российская Федерация

## ЗАЩИТА СТАЛИ ОТ КОРРОЗИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

*Аннотация.* В работе проведено исследование коррозионного поведения образцов стали Ст3, покрытых латексными покрытиями различного состава, показана перспективность латекса 69Б-2к. Электрохимически определенная скорость коррозии образцов с этим покрытием существенно меньше. При анализе механизма процесса установлено, что в обоих случаях коррозионное разрушение стали сопровождается восстановлением растворенного кислорода.

*Ключевые слова:* коррозия, углеродистая сталь, катодная поляризация, кислородная деполяризация, антикоррозионное покрытие, латексы.



*Yakovleva A. A., Sadlovskii S. V., Halbaev V. V., Vostrikova N. I.*  
Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia,

## **CORROSION PROTECTION OF STEEL IN ENVIRONMENTAL APPLICATIONS**

*Abstract.* The study of the corrosion behavior of steel samples St3, coated with latex coatings of various compositions, shows the prospects of latex 69B-2k. The electrochemically determined corrosion rate of samples with this coating is significantly lower. When analyzing the mechanism of the process, it was found that in both cases, the corrosion destruction of steel is accompanied by the reduction of dissolved oxygen.

*Key words:* corrosion, carbon steel, cathodic polarization, oxygen depolarization, anti-corrosion coating, latexes.

Углеродистая сталь Ст3 является одной из самых используемых во многих областях – строительстве, изготовлении труб, проката и т. д. К сожалению, проблемы коррозии стали в настоящее время продолжают оставаться нерешенными. Серьезную опасность представляет коррозия газо- и нефтепроводов, способная привести к аварийным ситуациям [1-3].

Решение проблем коррозии и защиты стали от разрушения связано не только с научно-техническими аспектами, но распространяется и на экономические, социальные и экологические задачи [4-7].

В работе рассматриваются вопросы защиты стали ингибиторами барьерного типа – пленкообразующими агентами. Используемые образцы из стали Ст3 были покрыты пленками на основе латексов различного состава – 69Б-2к и 125-2к. Цель работы – определить, какой из латексов имеет перспективы для дальнейшего использования.

Используемые образцы стали Ст3 были обезжирены, промыты и высушены перед нанесением покрытий. После нанесения на металлическую поверхность защитной пленки образцы вновь высушивали.

Определение параметров коррозии проводили по рекомендуемым стандартам при изучении коррозионных процессов (ГОСТ Р 9.907, ГОСТ 9.908, ГОСТ 9.08). В качестве коррозионной среды использовали 3%-й раствор хлорида натрия. Температуру опытов поддерживали при помощи термостата, и она составляла  $25 \pm 0,2$  °С. Для оценки погрешности экспериментов каждый опыт был проведен трижды.

Электрохимические характеристики коррозии получены импедансным методом на потенциостате-гальваностате PGSTAT302+FRA2 фирмы AutoLab с программным обеспечением NOVA 1.8. На рис. 1 для примера показаны импедансные диаграммы (диаграммы Нейквиста) для двух образцов, снятые в самом начале эксперимента и через 15 минут.

Такие диаграммы показывают взаимосвязь частей полного импеданса: частотно независимой действительной части  $Z'$  и зависимой (мнимой) части  $Z''$ :

$Z = Z' - jZ''$  или  $Z = Z_0 \cos \varphi + Z_0 \sin \varphi \operatorname{ctg}(\omega \tau)$ ,  
 где  $Z_0$  – константа при данной частоте  $\omega$ ;  $\tau$  – время;  $\varphi$  – сдвиг фаз (или  
 разница фаз тока и напряжения).

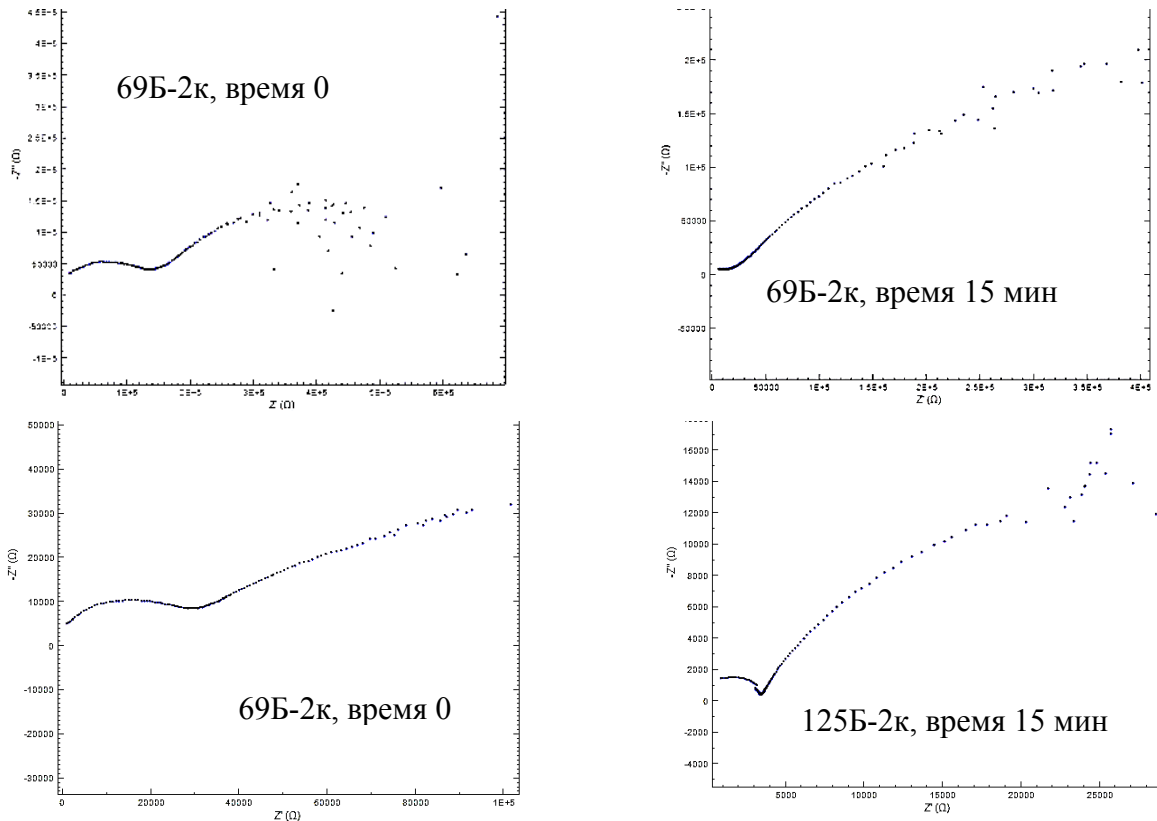


Рис. 1. Результаты коррозионных исследований для образцов с покрытием 69Б-2к и 125-2к в начале опыта и через 15 минут

Из представленных рисунков видно, что изменения на поверхности образца, покрытого латексом 69Б-2к, начинаются намного позднее, чем у образца, покрытого латексом 125Б-2к. Это свидетельствует о том, что латекс 69Б-2к обладает хорошими защитными свойствами.

На поляризационных кривых образцов стали Ст3, покрытых испытываемыми составами, имеются ярко выраженные участки катодной и анодной поляризации, спрямление которых произведено автоматически.

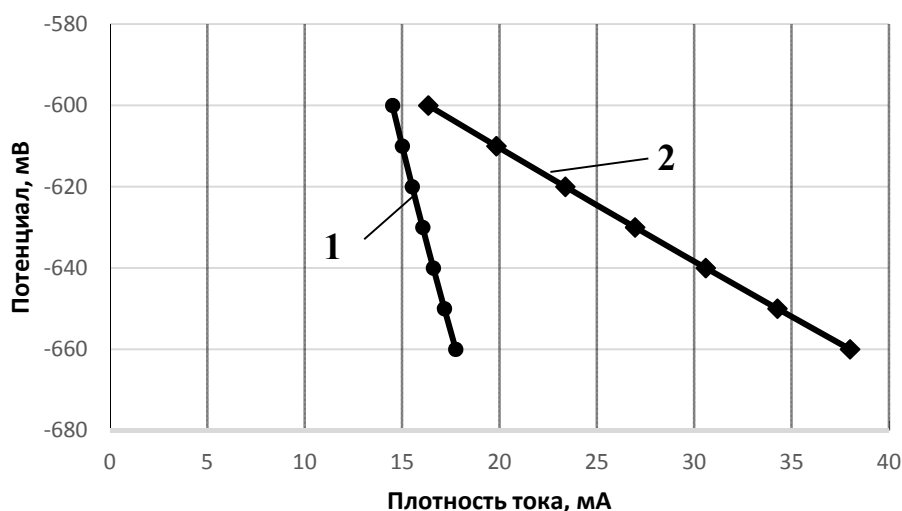
Такое спрямление свидетельствует, что зависимость между перенапряжением и логарифмом плотности тока линейна и при больших перенапряжениях (отклонения потенциала порядка 200 мВ от равновесного) для описания закономерностей катодного процесса можно использовать уравнение Тафеля. В экспоненциальной форме уравнение Тафеля имеет вид

$$i = i_k \left[ \exp\left(-\frac{E-E_k}{b_c}\right) - \exp\left(\frac{E-E_k}{b_a}\right) \right],$$

в котором  $i_k$  и  $E_k$  – плотность тока и потенциал коррозии.

Определенные в ходе опытов коэффициенты  $b_a$  и  $b_c$  зависят от механизма протекающих на электроде реакций. Подставляя их в уравнения Тафеля и

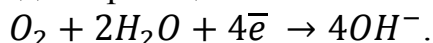
задавая произвольно (в пределах условий опытов) электрохимические параметры, рассчитали значения  $i$ . Примеры результатов расчета модельных поляризационных кривых представлены на рис 2.



1 - латекс 69Б-2к; 2 – латекс 125Б-2к

Рис. 2. Моделирование катодных кривых

Просчитанные по уравнению соотношения плотности тока и перенапряжения дают хорошую сходимость практически на протяжении всего участка катодной поляризации. Такая однозначность свидетельствует о протекании единственной катодной реакции:



Очевидно, что суммарная реакция коррозионного процесса имеет вид:  $2Fe + O_2 + H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_2$ , в котором подчеркнута определяющая роль кислорода.

При анализе механизма процесса при больших катодных перенапряжениях (отклонения потенциала порядка 200 мВ от равновесного) объяснения характера катодной поляризации связано с кислородной деполаризацией при восстановлении растворенного кислорода. Процесс имеет подпленочный характер и связан, очевидно, с присутствием растворенного кислорода в латексных пленках:

Тип защитного покрытия	Средняя скорость коррозии, мм/год	Уравнение аппроксимации
Латекс 69Б-2к	0,0017	$y = -2,7706x - 555,04$ $R^2 = 0,9999$
Латекс 125-2к	0,7462	$y = -18,505x - 332,28$ $R^2 = 0,9993$

Существенное различие свойств латексных пленов проявляется в углах наклона модельных прямых поляризации. На наш взгляд, невысокие антикоррозионные показатели латекса 125-2к связаны с его составом, компоненты которого принимают участие не только в процессах адгезии, но активны по отношению к другим взаимодействиям.

Результаты свидетельствуют, что использование латекса 69Б-2к является перспективным.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М. : Химия, КолосС, 2008, 672 с.
2. Козлов Д.Ю. Антикоррозионная защита. Екатеринбург: ООО «ИД «Оригами», 2013, 440 с.
3. М.Л. Медведева М.Л., Мурадов А.В., Прыгаев А.К. Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров: – М. : Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2013. – 250 с.
4. Шинкарева Е.В., Кошевар В.Д. Антикоррозионная грунтовка на основе водной эпоксидной эмульсии и углеродных наночастиц. ЖПХ, 2016, т. 89, № 1, с. 68-76.
5. Смирнов М.А., Соколова М.П., Дмитриев И.Ю., Власова Е.Н., Розова Е.Ю., Льяшевич Г.К. Барьерные свойства и структура неорганических слоев на границе раздела полианилин-сталь. ЖПХ, 2015, т. 88, № 7, с. 1007-1082.
6. Розелфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И., Жигалова К.А. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями. М. : Химия, 1987, 224 с.
7. Яковлева А.А., Анциферов Е.А., Гусева Е.А., Садловский С.В. Влияние защитного покрытия на основе органического связующего на коррозионную устойчивость стали. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019, т. 9, № 4, с. 600-611.

### **СЕКЦИЯ 3. «УТИЛИЗАЦИЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ»**

*Аппоротова Ю. А., Борщев В. Я.*

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация

#### **УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОБЪЕМНОГО УТЕПЛИТЕЛЯ**

*Аннотация.* Выявлены основные виды отходов в производстве объемного утеплителя из полиэфирного волокна. Исследованы физико-химические, токсические и пожароопасные свойства применяемых в производстве материалов. Проанализирована деятельность промышленного предприятия по утилизации производственных отходов. Установлено, что на предприятии достаточно четко и высокоэффективно налажена работа по утилизации отходов.

*Ключевые слова:* производство объемного утеплителя, отходы, утилизация отходов.

*Apporotova Yu. A., Borshchev V. Ya.*

Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation

#### **UTILIZATION OF INDUSTRIAL WASTE IN THE PRODUCTION OF BULK INSULATION**

*Abstract.* The main types of waste in the production of bulk insulation made of polyester fiber are identified. The physicochemical, toxic and fire-hazardous properties of the materials used in the production are investigated. The activity of an industrial enterprise for the disposal of industrial waste is analyzed. It is established that the company has a fairly clear and highly efficient work on waste disposal.

*Key words:* production of bulk insulation, waste, waste disposal.

Основная цель утилизации промышленных отходов заключается в исключении их вредного воздействия на работников и окружающую природную среду. Как правило, обращение с промышленными отходами заключается в их сборе, использовании, обезвреживании, транспортировке, хранении и захоронении. В процессе обращения с отходами необходимо обеспечить безопасность этих операций как для здоровья населения, так и окружающей среды [1]. Вследствие этого деятельность промышленных предприятий в области утилизации отходов является чрезвычайно важной и актуальной.

Целью настоящей работы является исследование деятельности промышленного предприятия по обращению с отходами в производстве объемного утеплителя из полиэфирного волокна.

Объемный утеплитель представляет собой полотно, состоящее из различных видов полиэфирного волокна. Он применяется в качестве объемного утеплителя для верхней одежды, основы для постельных принадлежностей, домашнего текстиля (одеяла, подушки, матрасы, чехлы, покрывала), декоративных изделий и игрушек, а также туристического снаряжения, спецодежды. Кроме того, утеплитель используется в мебельной промышленности в производстве мягкой мебели, а также в строительной промышленности – в качестве утепляющего материала, характеризующегося высокими прочностными и теплоизолирующими свойствами.

В качестве сырья для производства утеплителя применяются полиэфирные волокна, представляющие собой материал, который формируется из прядильного расплава в виде тонких извитых нитей. Получают волокна из сложного полиэфира – полиэтилентерефталата, который является производным нефтепродуктов. Готовый продукт (объемный утеплитель) представляет собой объемный материал, полностью состоящий из полиэфирного волокна, прошедшего механическую обработку.

В производстве объемного утеплителя используются полиэфирные волокна, водорастворимый замасливатель и полиэтиленовая пленка, относящиеся к веществам 4 класса опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Ниже рассмотрены свойства указанных материалов с точки зрения их токсичности и пожароопасности.

При нормальных условиях из полиэфирных волокон не выделяются токсичные вещества, и, следовательно, они не оказывают вредного влияния на персонал и окружающую среду. Работа с волокном не требует специальных мер предосторожности. В соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов», полиэфирные волокна относятся к группе горючих веществ и материалов. В пламени плавятся, горят медленно, с дымообразованием. При нагревании до температуры более 290°С возможна термическая деструкция. Выделяющиеся при этом газы оказывают вредное влияние на нервную систему человека, вызывают раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, а также кожи. Для тушения применяют любые средства пожаротушения.

Замасливатель водорастворимый относится к малоопасным веществам. Он не обладает мутагенными и канцерогенными свойствами, характеризуется умеренными аллергенными свойствами. При работе с замасливателем не требуется соблюдение специальных мер предосторожности. В пожарном отношении замасливатель является безопасным, так как применяется в виде 0,4 процентного водного раствора. Он устойчив к температурам до 180...220 °С, не имеет запаха, не дымит при сушке.

Полиэтиленовая пленка при нормальных условиях не является токсичным материалом и не оказывает негативного влияния на организм человека. При работе с пленкой не требуется соблюдение специальных мер безопасности.

Пленка относится к группе горючих веществ. Она невзрывоопасна, при поднесении открытого огня загорается и горит коптящим пламенем. При нагревании до температур, превышающих температуру плавления полиэтилена, происходит термическая деструкция. Это приводит к выделению из пленки оксида углерода, непредельных углеводородов, органических кислот, альдегидов, оказывающих токсическое воздействие на организм человека. В случае возгорания тушение пленки возможно любыми средствами пожаротушения.

Размер санитарно-защитной зоны предприятия определен на основании возможного загрязнения атмосферного воздуха и физического воздействия на него путем расчетов рассеивания и акустических расчетов [2]. В соответствии с разработанным и согласованным с Роспотребнадзором проектом санитарно-защитной зоны ее размер равен 50 метров.

В процессе производства полиэфирного волокна отсутствуют источники выбросов загрязняющих газообразных веществ в атмосферу. Промышленные стоки от производственного процесса также отсутствуют. Хозяйственно-бытовые стоки производства сбрасываются в общегородскую канализационную систему. По данным производственного контроля превышения допустимых норм содержания вредных веществ в сточных водах не имеется.

В то же время производственный процесс получения объемного утеплителя характеризуется наличием твердых промышленных отходов.

Основными твердыми отходами производства являются полипропиленовая упаковка и оплетка, лоскуты упаковочной полиэтиленовой пленки, отрезки холста с технологическим браком, обтирочная ветошь, мусор от офисных и бытовых помещений. Отходы из полипропиленовой упаковки и оплетки в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов относятся к незагрязненным отходам. К таким же отходам относятся лоскуты упаковочной полиэтиленовой пленки. Обтирочная ветошь, как правило имеет загрязнение маслами с содержанием масел менее 15 %. В соответствии с Федеральным Законом [3] практически все производственные отходы предприятия относятся к IV и V классам опасности.

В то же время на предприятии имеются отходы I класса опасности, к которым относятся отработанные ртутные лампы.

Основные отхода производства, их класс опасности и порядок утилизации представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Основные отходы производства

Вид отхода	Наименование отходов	Класс опасности отхода	Порядок утилизации отхода
Полипропиленовая упаковка и оплетка	отходы пленки полипропилена и изделий из нее незагрязненные	V класс	Утилизация специализированной организацией по договору.
Лоскут упаковочной полиэтиленовой пленки	отходы пленки полиэтилена и изделий из нее незагрязненные	V класс	Утилизация специализированной организацией по договору.
Отходы производства (отрезки холста с технологическим браком)	брак полиэфирного волокна и нитей	V класс	Являются возвратными отходами и вновь направляются в технологический процесс.
Ветошь обтирочная	обтирочный материал загрязненный маслами, содержание масел менее 15 %.	IV класс	Утилизация специализированной организацией по договору.
Лампы ртутные	лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	I класс	Утилизация специализированной организацией по договору.
Мусор от офисных и бытовых помещений	отходы коммунальные твердые	IV и V класс	Утилизация специализированной организацией по договору.

Сбор, хранение и транспортировка отходов на предприятии осуществляется в соответствии с требованиями действующих экологических и санитарно-эпидемиологических норм. Эти нормы предусматривают исключение загрязнения окружающей территории и вредного воздействия на персонал, работающий с отходами. При этом работники, которые допущены к работе с отходами, должны быть специально обучены. Для сбора отходов IV и



V классов опасности на предприятии обустроена бетонированная огороженная площадка, на которой установлены металлические контейнеры с крышками. Промасленную ветошь собирают в отдельных, специальных металлических закрывающиеся емкостях.

За сбор и хранение неисправных ртутных ламп на предприятии отвечает специально обученный работник. При сборе отработанных ртутьсодержащих ламп этот работник строго следит за сохранностью их герметичности. Для хранения отработанных ртутных ламп используется металлический контейнер, закрытый в отдельном в помещении, оборудованном вентиляцией. Таким образом, на предприятии организовано хранение ртутьсодержащих отходов в специальном месте с жестким ограничением к нему доступа посторонних. Кроме того ведется строгий учет и контроль этих отходов.

Транспортировку и утилизацию отходов осуществляют специализированные организации, имеющие лицензию на выполнение этих работ.

В процессе производственной деятельности во всех подразделениях предприятия должны выполняться действующие экологические, санитарно-эпидемиологические и технологические нормы и правила при обращении с отходами и приниматься необходимые меры по охране окружающей среды и природных ресурсов [4]. Кроме того, на предприятии должен строго соблюдаться раздельный сбор образующихся отходов в зависимости от их вида, класса опасности и других признаков. Это позволит наладить более четкую их передачу для использования в качестве вторичного сырья, эффективную переработку и обезвреживание.

Следует отметить, что в производстве объемного утеплителя отсутствуют вредные выбросы, негативно действующие на окружающую среду.

В качестве основной рекомендации по повышению эффективности утилизации отходов на предприятии рекомендуется обратить более пристальное внимание на обращение с промасленной ветошью. Необходимо исключить случайное попадание промасленной ветоши в контейнеры с другими горючими отходами. Следует строго следить за недопущением хранения в цехе этих отходов с превышением недельной нормы образования. Промасленную ветошь каждую неделю следует убирать из помещения цеха в места ее хранения.

Таким образом, на предприятии с большим разнообразием и количеством отходов достаточно четко и высокоэффективно налажена работа по их обращению. В то же время обращает на себя внимание малая доля отходов, которая отправляется на переработку и вторичное использование на самом предприятии. На этом основании можно сделать заключение о сохранении актуальности переработки и повторного использования отходов на предприятии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с изменениями № 1, 2). Введ. 1977-01-01. М., 2007. 7с.
2. Утилизация и переработка твердых бытовых отходов : учеб. пособие / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. Г. Однолько, М. В. Соколов, П. В. Макеев, И. В. Шашков. Тамбов : Тамбовский гос. техн. ун-т. Тамбов, 2015. 188 с.
3. Федеральный Закон от 24.06.1998 № 89 "Об отходах производства и потребления".
4. Сметанин В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления : учеб. пособие. Москва: Колос, 2000. 232 с.

*Арболеда А., Тоапанта В.*

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОСНОВЕ ПОДХОДА АНАЛИЗА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА В ОТКРЫТЫХ СВАЛКАХ (ФАЗЫ ЗАКРЫТИЯ И ПОСЛЕ ЗАКРЫТИЯ) В КОЛУМБИИ И ЭКВАДОРЕ**

*Аннотация.* Концентрация населения в городских центрах, модель потребления и низкий контроль и мониторинг со стороны природоохранных органов способствовали тому, что Управление отходами становится все более сложным в Латинской Америке. Отсутствие управления ставит под угрозу экологическую безопасность водных источников и качество воздуха в таких странах, как Колумбия и Эквадор. Анализ жизненного цикла на открытых свалках является инструментом оценки, который позволяет определить приоритеты задач, связанных с повышенным риском, и, таким образом, разработать план действий на случай непредвиденных обстоятельств, чтобы свести к минимуму угрозы экологической безопасности, вызванные такими свалками

*Ключевые слова:* Запасной План, открытая свалка, экологическая безопасность, анализ жизненного цикла

*Arboleda A., Toapanta V.*

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russian Federation

## **ENVIRONMENTAL SAFETY BASED ON THE LIFE CYCLE ANALYSIS APPROACH IN OPEN DUMPING (CLOSURE AND POST-CLOSURE PHASES) IN COLOMBIA AND ECUADOR**

*Abstract.* The concentration of the population in urban centers, the consumption model and the poor control and monitoring of environmental authorities, have contributed to making waste management increasingly complex in Latin America. Lack of management endangers the environmental safety of water sources and air quality in countries such as Colombia and Ecuador. The analysis of the life cycle in open-air dump sites is an evaluation tool that allows prioritizing the tasks of greatest risk and in this way to develop a contingency plan, in order to minimize the threats to environmental safety caused by open dumping.

*Key words:* contingency plans, open dumping, environmental safety, life cycle analysis

Сброс твердых городских отходов на неконтролируемые свалки был наиболее распространенным методом удаления отходов в большинстве городов Латинской Америки. Свалки создавались очень просто, выкапывая яму в земле и заполняя ее мусором. Как только мусор достигает определенного предела, он сжигается, а затем все отверстие покрывается новой почвой. Сегодня эти свалки представляют собой серьезную проблему для экологической безопасности и устойчивого развития.

В последние годы в Латинской Америке предпринимались попытки объединения усилий стран для закрытия свалок. Так, в 2018 году в рамках XXI Сессии Форума Министров Окружающей Среды стран Латинской Америки и Карибского бассейна, была создана добровольной коалиции правительства с тем, чтобы начать закрытие всех свалок в Латинской Америке и Карибском бассейне [1]. И всё же, хотя системы управления отходами, значительно улучшились в последние десятилетия, однако около 45% отходов направляется на свалки непригодные для их захоронения.

Так, например, в Эквадоре с 2010 года в рамках Национальной программы комплексного регулирования твердых отходов предполагалось к 2017 году завершить 100-процентное техническое закрытие свалок [2], однако на сегодняшний день эта цель не была достигнута. К 2018 году из 221 муниципалитета 44 процента имеют полигоны, а остальные все еще осуществляют захоронение в новых ячейках (34 процента) и открытых свалках (22 процента) [3].

В Эквадоре в 2018 году ежедневно производилось около 12 900 тонн твердых отходов, из которых 35 процентов были захоронены на свалках, 23, 3 процента на контролируемых свалках и всплывающих ячейках и 41, 7

процента-на открытых свалках и реках. Из образующихся отходов 57 % приходится на органические отходы, а оставшийся процент-на неорганические отходы. К 2020 году и в рамках социально–санитарной чрезвычайной ситуации, вызванной пандемией COVID-19, большинство муниципалитетов сообщили об увеличении производства отходов по крайней мере на 25%. К этому добавляется, что только 6 и 8% образующихся отходов уничтожается. То есть около 94% отходов захоронено. По оценкам, захоронение твердых отходов выбрасывает в атмосферу биогаз (особенно газ метан), эквивалентный 2, 64 килотонн диоксида углерода в год (мин = 0, 01 и Макс = 157, 5 в зависимости от муниципалитета), и генерирует около 0, 26 м<sup>3</sup> выщелачивания на каждую тонну твердых отходов [3].

В Колумбии по данным Министерства жилищного строительства, производится около 12 миллионов тонн твердых отходов в год (Данные за 2018 год), из которых 67% размещаются в полигонах, 19% - в открытых свалках, 8,3% - в переходных камерах, 3,70% - в аварийных камерах, 1,39% - на очистных сооружениях и только 11% перерабатываются. Захоронения, утилизация в водоемах, открытые свалки и даже сжигание сохраняются, что в долгосрочной перспективе создает экологические проблемы.

Такие цифры показывают, что на протяжении нескольких десятилетий Латинская Америка сталкивается с глубоким кризисом в области обращения с твердыми отходами, характеризующимся значительным увеличением производства твердых отходов, отсутствием политики сокращения, расширенной ответственностью производителей, классификацией источников и очень неустойчивыми условиями захоронения с последующими последствиями не только для окружающей среды, но и для общества и здоровья [8].

Места захоронения как угроза экологической безопасности.

Локализация систем захоронения во всем мире характеризуется тем, что она затрагивает бедные кварталы и общины, не имеющие основных услуг и социальных прав [3]. Кроме того, в Латинской Америке, несмотря на очевидные экологические, социальные, экономические и культурные последствия, расположение мест захоронения отходов, их установка не определяется законным предназначением и пригодностью земли, а обусловлено политическими и социальными факторами [3].

Несмотря на то, что существует разнообразная литература по оценке воздействия на окружающую среду, которая даёт полное представление о том какие опасности свалки представляют для окружающей среды и общественного здравоохранения, большинство латиноамериканских стран не располагают подробной информацией об инцидентах или случаях воздействия на людей и природу вредных и опасных факторов свалок. Это происходит от отсутствия централизованного государственного подхода к оценке управления процессом захоронения отходов. Отчасти ещё и потому, что такая информация регистрируется в основном на муниципальном уровне. Отмечается, что из всего типа инцидентов на свалках, о которых сообщается, связан с пожарами или сжиганием и в меньшей степени с переносчиками и эпизодами загрязнения [8].

Для таких стран, как Эквадор и Колумбия, свалки оказались явной потенциальной угрозой для районов, в которых они установлены, только в 2019 году 12 кантонов Эквадора пострадали от загрязнения, образовавшегося на этих участках (рис. 1.), точно так же в Колумбии в регионе Гуахира близлежащие населенные пункты страдают от этой проблемы, городская зона растет рядом с этими свалками, в некоторых случаях власти обнаружили, что дети едят из мусора, что оказывает большое влияние на общественное здравоохранение (рис. 2).



*Рис. 1.* Свалка Гуаранда. Сделано Glenda Giacometti



*Рис. 2.* Крупнейшая в Колумбии открытая мусорная свалка, расположенная в Ла-Гуахире. Сделано Esteban Vega



Оценка экологических рисков на открытых свалках в рамках подхода анализа жизненного цикла

Современный опыт работы на свалках показывает, что анализ и оценка рисков затрагивают почти все уровни жизненного цикла или управления такими экологическими проблемами [4]. Что касается проектов технического закрытия и санитарии, то от начальных этапов проектирования до этапа после закрытия, учитывая, что многие правила рассматривают минимальный период управления после закрытия после закрытия после 30 лет [1] (рис. 3).

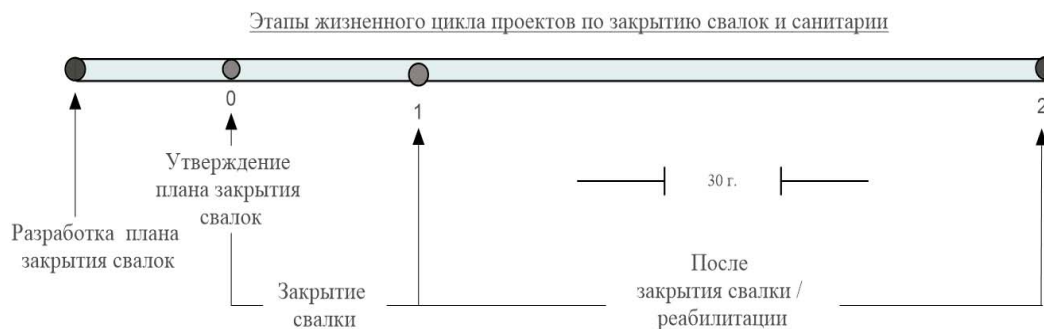


Рис. 3. ЕРА

Анализ жизненного цикла – это инструмент, который оценивает экологические последствия, связанные с деятельностью или продуктом, поэтому он был интегрирован в качестве вклада в количественную оценку рисков. Систематизированные данные жизненного цикла позволяют формулировать материальные и технические требования для каждого этапа или даже для каждого процесса проекта (процесс сброса отходов или обработки выщелачивания). Таким образом, анализ жизненного цикла, с одной стороны, облегчает приоритизацию задач с более высоким риском и, с другой стороны, это облегчает на основе оценки экологической и экономической эффективности выбор более эффективных мер по снижению или устранению рисков [10].

Техническое закрытие открытых свалок осуществляется в соответствии с рядом техническими требованиями, предусмотренных в плане чрезвычайных ситуаций и непредвиденных обстоятельств для каждого из этапов проекта. План действий в чрезвычайных ситуациях и на случай непредвиденных обстоятельств является механизмом реагирования на возникновение естественного и/или антропогенного события и предусматривает различные действия на каждом этапе бедствий и чрезвычайных ситуаций до – во время и после и фокусируется на вмешательстве риска. Оценка потенциальных рисков с акцентом на технический анализ жизненного цикла позволяет определить приоритеты задач, связанных с наибольшим риском, и включить более эффективные технические меры в планы действий на случай непредвиденных обстоятельств.

## Выводы.

Важность закрытия открытых свалок заключается в улучшении состояния здоровья миллионов людей, включая качество жизни также тех, кто обычно живет вокруг или внутри этих мест, а также других экологических, социальных и экономических выгод. Однако необходимо обеспечить, чтобы такое закрытие производилось техническим образом в соответствии с требованиями, изложенными в планах закрытия и планах управления окружающей средой, утвержденных для этой цели.

В настоящее время существует ряд методологий и инструментов, предназначенных для анализа рисков, использование этих ресурсов вносит позитивный вклад в принятие разумных решений на основе анализа данных, что повышает доверие лиц, принимающих решения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ONU, Hoja de ruta para el cierre progresivo de los basurales en América Latina y el Caribe // Hoja Ruta, 2021. С. 51.
2. MAE, Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAEPNGIDS), 2018.
3. Solíz M.F. Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador 2020. Quito, 2020. С. 185.
4. Mavropoulosl A., Kaliampakos D. Risk assessment as an engineering tool in landfills // Waste Management and the Environment. National Technical University of Athens. P. 411-420
5. Contraloría General de la República. Informe sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente 2010-2011. Bogotá, Imprenta Nacional, 2011, p. 34.
6. EPA. Introduction to United States Environmental Protection Agency Closure // Post-Closure. 2015. P.11.
7. Hamer G. Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety // Biotechnol Adv. 2003. URL: <https://10.1016/j.biotechadv.2003.08.007> (дата обращения: 18.04.2021).
8. ONU, Línea base // Coalición para el cierre progresivo de los basurales en América Latina y el Caribe, 2021. С. 58
9. Shafie F. A., Omar D., Karuppanan S. Environmental Risk Evaluation of a Sanitary Landfill using Life Cycle Analysis Approach // Asian Journal of Environment-Behaviour Studies, 2018, 89-95. URL: <https://doi.org/10.21834/aje-bs.v3i8.282> (дата обращения: 18.04.2021).
10. Щербина Е.В. Методология анализа жизненного цикла при проектировании полигонов твердых бытовых отходов [Электронный ресурс] // URL: <http://lerschtul.ru/ocologi/metodologiya-analiza-zhiznennogo-cikla-pri-proektirovanii-poligonov-tverdyx-bytovyx-otxodov.html> (дата обращения: 17.04.2021).

*Балакирева С. В.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,  
Российская Федерация

## **НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМА НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Аннотация.* Рассмотрены экологические и экономические аспекты утилизации нефтешлама и полученного в процессе отхода. Выполнен расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду по отходам. Показано, что достоверным методом оценки токсичности мехпримесей является определение их класса опасности только расчетным методом при наличии полного химического состава.

*Ключевые слова:* нефтешлам, мехпримеси, класс опасности, расчет платы.

*Balakireva S. V.*

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Russian Federation

## **SOME ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF OIL SLUDGE DISPOSAL AT THE PRODUCTION**

*Abstract.* The ecological and economic aspects of the utilization of oil sludge and the resulting waste are considered. The calculation of the fee for the negative impact on the environment for waste was performed. It is shown that a reliable method for assessing the toxicity of mechanical impurity waste is to determine its hazard class only by the calculated method in the presence of a complete chemical composition.

*Keywords:* oil sludge, waste mechanical impurities, hazard class, payment calculation.

Строительство установки по переработки нефтешлама на предприятии позволяет ликвидировать крупный объект хранения отхода - шламохранилище, вернуть нефтепродукт в производство, перевести отход в меньший класс опасности (снижается загрязнение), уменьшить плату за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) и др. [1, 2]

Выполним расчет по плате за НВОС по нефтешламу (НШ) за первый год работы установки утилизации.

Исходные данные. На крупном нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) Поволжья образуется нефтешлам (от очистки оборудования на установках, из емкостей, резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, после очистки нефтеотделителей, из очистных сооружений, ...) в количестве 9000 т/год - согласно Проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР). До 31.01.2021 г. (включительно) НШ по договору передавался на размещение в ОАО «Полигон Химик». С 01.02.2021 г. на НПЗ запустили



установку (мощность 850 т/месяц) по переработке НШ, в процессе отделяют нефтепродукт и воду, компоненты возвращают в производство, получают остаток – мехпримеси - отправляют на размещение на полигон НПЗ. Состав нефтешлама, % масс.: нефтепродукты - 30,0; мехпримеси – 10,0; вода – 60,0. С 01.02.2021 г. внесены изменения в ПНООЛР.

Решение. Плата за НВОС по отходу складывается из трех составляющих (2021 г.):

– плата за размещение НШ в шламохранилище специализированного предприятия (Пнш);

– плата за накопление НШ в собственном производстве (Пн);

– плата за размещение мехпримесей, полученных при утилизации НШ (Пмп).

Выполним расчеты.

1) Определяем плату за НВОС при размещении НШ на шламохранилище ОАО «Полигон Химик» в январе месяце (31 день) в пределах установленных лимитов. Формула расчета № 1 [3, 4]:

$$P_i = \sum M_i \cdot H_i \cdot K_{\text{инф}} \cdot K_{\text{от}} \cdot K_{\text{л}} \cdot K_{\text{ст}}, (1)$$

где,  $M_i$  - платежная база (объем или масса) за размещение отхода, т;

$H_i$  – ставка платы (2021 г.);

$K_{\text{инф}}$  – коэффициент инфляции,  $K_{\text{инф}} = 1,08$ ;

$K_{\text{от}}$  – коэффициент для территорий и объектов, расположенных под особой охраной (1 или 2),  $K_{\text{от}} = 1$ ;

$K_{\text{л}}$  – коэффициент к ставке платы (в пределах, установленных в ПНООЛР лимитов), зависит от класса опасности отхода (КО),  $K_{\text{л}} = 1$ ;

$K_{\text{ст}}$  – коэффициент, принимаемый по п. 6 ст. 16.3 закона № 7 ( $K = 0$ ;  $K = 0,3$ ;  $K = 0,5$ ;  $K = 0,67$ ;  $K = 0,49$ ;  $K = 0,33$ ),  $K_{\text{ст}}$  в расчете не используется;

$K = 1$  – шламохранилище другой организации.

Находим массу отхода:

$$M_{\text{нш}} = 9000 \cdot 31 : 365 = 765,0 \text{ т.}$$

Определяем ставку платы (НШ – отход 3 КО):

$$H = 1327 \cdot 1,08 = 1433,16 \text{ руб. (2021 г.)}$$

Рассчитываем плату за НВОС:

$$P_{\text{нш}} = 765,0 \cdot 1433,16 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1\,096\,367,4 \text{ руб.}$$

2) Мощность установки по переработки НШ (850 т/месяц) больше, чем его образуется за месяц на НПЗ (765,0 т), следовательно, возможно только накопления отхода (сроком до 11 месяцев). Плата за НВОС за накопление НШ составляет  $P_{\text{н}}=0$  руб.

3) Рассчитаем плату за отход (НШ, отход 3 КО) при его переводе в процессе утилизации в отход (мехпримеси) с более низким - 4 КО. Временной отрезок с 01.02.21 по 31.12.21 - 334 дня. Плата в пределах, установленных ПНООЛР лимитов, мехпримеси отправляются на размещение на полигон НПЗ. Используем формулу расчета № 1. Дополнительно применяем коэффициенты:

$K_{ст}$  - коэффициент 0,49 при размещении отхода 4 КО, который образовались в процессе утилизации отхода 3 КО;

$K = 0,3$  – размещение на собственном полигоне.

Определим количество мехпримесей ( $M_{мп} = 10\%$  от  $M_{нш}$ ):

$$M_{мп} = (9000 - 765,0) \cdot 0,1 = 8235 \cdot 0,1 = 823,5 \text{ т.}$$

Ставка платы по отходу мехпримеси (4 КО):

$$H_{мп} = 663,2 \cdot 1,08 = 716,26 \text{ руб. (2021 г.)}$$

Рассчитаем плату за НВОС:

$$P_{мп} = 823,5 \cdot 716,26 \cdot 0,3 \cdot 0,49 \cdot 1 = 86706,50 \text{ руб.}$$

4) Годовая плата за НВОС от размещения отхода:

$$P_{2021} = P_{нш} + P_{н} + P_{мп} = 1\,096\,367,4 + 0 + 86706,50 = 1\,183\,073,90 \text{ руб.}$$

Количество возвращенного нефтепродукта на НПЗ

$$M = (9000 - 765,0) \cdot 0,3 = 2470,5 \text{ т.}$$

Так как крупное НПЗ относится к предприятиям I категории НВОС, то годовая плата складывается из авансовых платежей (1-3 квартал) и корректирующей платы за 4 квартал.

Посчитаем годовую плату за НВОС при размещении НШ (при отсутствии установки):

$$P_{2021нш} = 9000 \cdot 1433,16 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 12\,898\,440,00 \text{ руб./год}$$

Годовая плата за НВОС при размещении мехпримесей (при наличии установки):

$$P_{2021мп} = 9000 \cdot 0,1 \cdot 716,26 \cdot 0,3 \cdot 0,49 \cdot 1 = 94761,20 \text{ руб. /год}$$

Изменение платы:

$$\Delta = P_{2021нш} - P_{2021мп} = 12\,898\,440,00 - 94761,20 = 12\,803\,678,80 \text{ руб.}$$

Понятно, что окупаемость предпроектного и проектного этапов, строительства и эксплуатации установки – процесс, растянутый во времени.

Рассмотрим возможность использования остатка переработки нефтешлама (мехпримеси) в дорожном строительстве, при производстве бетона, блоков для жилищного строительства, при рекультивации территорий (искусственная галька). Ответ связан с изучением полного химического состава мехпримесей, полученных из НШ. В шламохранилище производства поступает не только НШ, образующийся в технологических процессах НПЗ, но и почва с территории предприятия, загрязненная при проливах сырья, продуктов, реагентов. Состав мехпримесей содержит токсичные и радиоактивные компоненты - тяжелые металлы, примеси диэмульгаторов, ингибиторов, радионуклиды радий-бариевые и др. [5]

При использовании искусственной гальки из мехпримесей для рекультивационных работ, обязательно проявится взаимодействие ее опасных компонентов с корневой системой растений, используемых на биологическом этапе рекультивации, с последующим угнетением развития растений, миграцией токсикантов по пищевым цепям, переходом в водооборот. Перемещение токсичных компонентов из дорожного полотна, бетона также вероятно, внешние факторы ОС будут способствовать процессу [6, 7].

Оценить возможное отрицательное воздействие (последствия) на ОС мехпримесей следует по отраслевым методикам, например, методика, выявляющая уровень токсичности материалов в строительстве дорог [8].

Сегодня токсические свойства отхода определяют по его классу опасности двумя способами: биотестированием на двух тест-объектах и расчетным на основе химического состава. Для мехпримесей биотестирование не покажет истинного результата, из-за ограниченного (непродолжительного) времени контакта образцов мехпримесей с дистиллированной водой, за небольшой период в водную вытяжку не успеют перейти ионы металлов вследствие их очень слабой растворимости. Достоверным будет расчетный метод при наличии полного состава отхода.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балакирева, С.В. Регулирование охраны окружающей среды на производстве на основе рыночных инструментов [Текст]/ С.В. Балакирева //Иновационные технологии в промышленности: образование, наука и производство: Сб. матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием (16 декабря 2016 г.) / УГНТУ, – Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2016. – С.209-210.
2. Балакирева С.В., Новые механизмы экологического регулирования при обращении с отходами производства [Текст]/ С.В. Балакирева, М.И. Маллябаева // Нефтегазопереработка-2016. Сборник материалов междунар. научно-практ. конф. (Уфа, 20 мая 2016 г.). - Уфа: Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2016, - с. 43-74.
3. Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 № 255 (ред. от 17.08.2020) «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на ОС». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 23.03.2021).
4. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 N 913 (ред. от 24.01.2020) «О ставках платы за НВОС и дополнительных коэффициентах». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 23.03.2021).
5. Балакирева, С.В. Обращение с нефтесодержащими отходами на газоперерабатывающем предприятии [Текст] / С.В. Балакирева, Д.А. Митрофанов // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность–2020): материалы II Междунар. науч.-практич. конф. / УГАТУ, ГУ МЧС России по РБ. – Уфа: РИК УГАТУ, 2020. – с. 182-188.
6. Петрова, Л.В. Химия вяжущих строительных материалов / Л.В. Петрова // - Ульяновск: Изд-во УГТУ,- 2009,- 64 с.
7. Балакирева, С.В. Особенности расчета экологического ущерба при локальном загрязнении почвы нефтепродуктами [Текст] / С.В. Балакирева, Д.Р. Булатова, Д.А. Митрофанов// Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность–2020): материалы II Междунар. науч.-практич. конф. / УГАТУ, ГУ МЧС России по РБ. – Уфа: РИК УГАТУ, 2020. – с. 14-19.

8. Пособие по ООС при производстве дорожно-строительных материалов. Утв. распоряжением Минтранса России № ОС-1182-р от 31.12.2002 г. [Электронный ресурс] <http://base.garant.ru/> (дата обращения: 23.03.2021).

*Дергилёва А. С., Хасанова Э. А., Кострюкова П. В., Вдовина И. В.*

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Аннотация.* В работе проведен анализ воздействия сахарного завода на окружающую среду. Выполнена сравнительная характеристика способов переработки и утилизации свекловичного жома как отхода сахарного производства. Выделена наиболее оптимальная технология переработки свекловичного жома в пектин.

*Ключевые слова:* Отходы, сахарный завод, свекловичный жом, пектин.

*Dergileva A. S., Khasanova E. A., Kostryukova P. V., Vdovina I. V.*

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

## **DEVELOPMENT OF MEASURES FOR THE PROCESSING OF SUGAR PRODUCTION WASTE**

*Abstract.* In work analyzes the impact of a sugar factory on the environment. The comparative characteristics of the methods of processing and utilization beet pulp as a waste of sugar production are carried out. The most optimal technology for processing beet pulp into pectin is identified.

*Key words:* Waste, sugar factory, beet pulp, pectin.

Загрязнение окружающей среды является важной проблемой современности. Сахарная промышленность, являясь материалоемкой отраслью, оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Это обусловлено выбросом загрязняющих веществ в атмосферу от сахарных заводов, сбросом стоков в водные источники и образованием большого количества отходов.

Сахарная промышленность России включает 96 заводов. Природные ограничения позволяют возделывать свеклу лишь в 26 регионах страны. В табл. 1 представлены данные суточной переработки для крупных сахарных заводов России за 2019 г.

Таблица 1

Данные суточной переработки свеклы для крупных сахарных заводов России

Завод	Регион	Мощность, т/сут
Успенский сахарный завод	Краснодарский край	9000
Добринский сахарный завод	Липецкая область	8300
Елань-Коленовский сахарный завод	Воронежская область	7800
Ленинградский сахарный завод	Краснодарский край	6000
Заинский сахарный завод	Татарстан	5850
Елецкий сахарный завод	Липецкая область	5500
Раевский сахарный завод	Башкортостан	3500
Чишминский сахарный завод	Башкортостан	3100

В настоящее время крупнейшие сахарные заводы в России производят около 1,6 млн. т. сахара за сезон. Их общая суточная мощность составляет свыше 85 тыс. т. [1]

Проанализирована деятельность Раевского сахарного завода и составлена схема входных и выходных потоков воздействия предприятия на окружающую среду, представленная на рисунке 1.

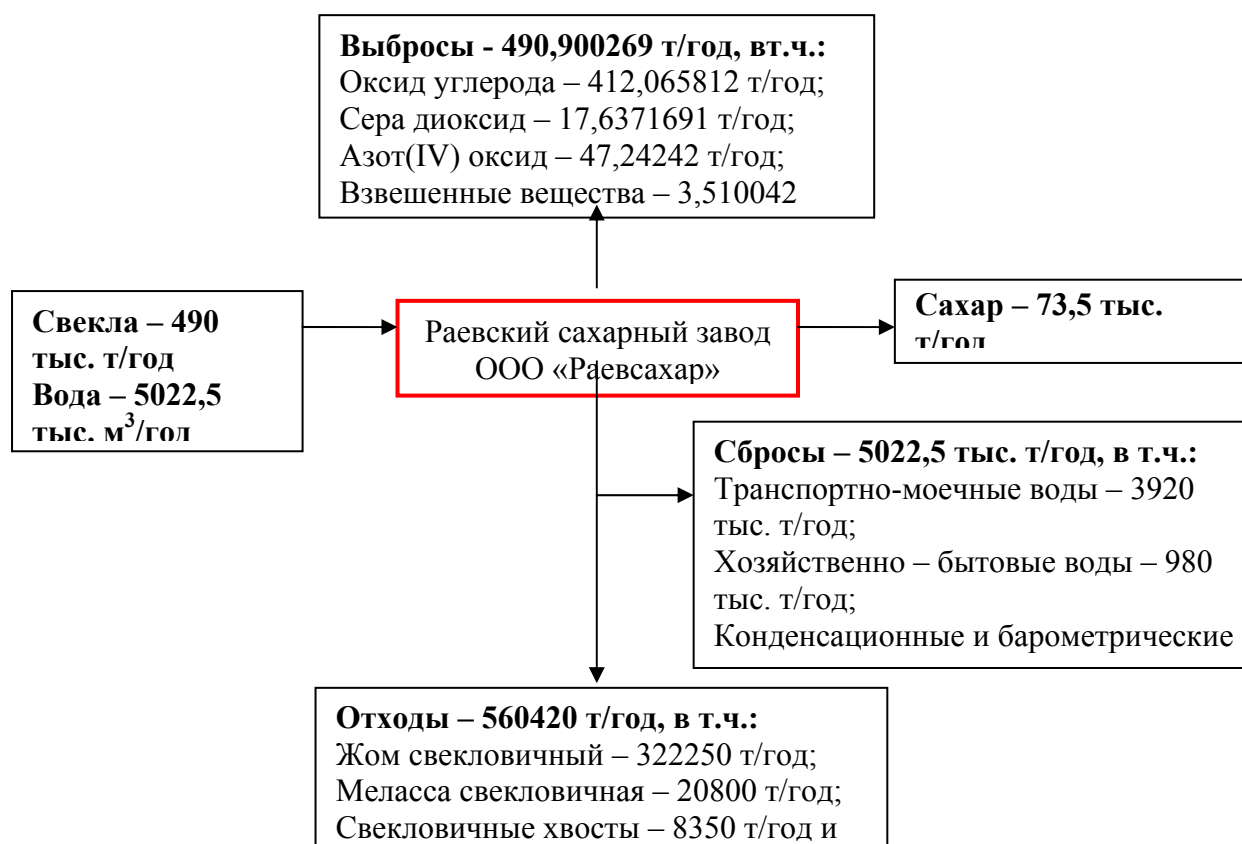


Рис. 1. Схема входных и выходных материальных потоков воздействия деятельности Раевского сахарного завода на окружающую среду

От производственных процессов выбрасываются загрязняющие вещества в атмосферу - 490,9 т/год. Для очистки выбросов на предприятии используются газоочистные установки: циклон – 0028 для очистки выбросов от пилорамы, циклон – 0027 для очистки выбросов от столярного цеха, циклон – 007 Скруббер Вентури для улавливания пыли от сушильного барабана мокрой очисткой. Эффективность очистки установок – 70-99%.

Производство сахара требует использования большого количества воды. Из-за этого образуется большое количество сточных вод - 5022,5 тыс. т/год. Для их очистки используются различные очистные сооружения: пруд-накопитель, земляной отстойник, аэрационный пруд, а также песколовки, решетки-уловители и камнеловушки. Таким образом предприятие снижает негативное воздействие на гидросферу.

На сахарном заводе образуется большое количество отходов – 560440 т/год. В основном это свекловичный жом, он образуется при диффузии свекловичной стружки.

Каждый год на сахарных заводах производится 21-23 млн. тонн свекловичного жома. До 40% жома идет на корм скоту в свежем виде, часть высушивается, а более 30% скисает, превращаясь в жомокислую воду, которая очень опасна как загрязнитель водных объектов и почвы. На рисунке 2 представлены последствия сбрасывания жома на поля и полигоны.



Рис. 2. Блок-схема негативного воздействия жома на окружающую среду

Неутилизированный жом наносит вред окружающей среде, вследствие чего были разработаны мероприятия по переработке жома как отхода сахарной промышленности.

Существуют несколько способов утилизации свекловичного жома как отхода сахарного производства с целью повышения экологичности сахарной промышленности и получения вторичных продуктов.

1. Силосование жома – консервирование свекловичного жома в силосохранилищах. Сырой жом прессуют и добавляют к нему грубые корма (мякину, соломенную сечку), чтобы снизить влажность жома. Массу утрамбовывают, накрывают утепляющими материалами. Так жом может храниться длительное время.

2. Сушка жома. При хранении свежего и кислого жома в целях сохранения питательных веществ жом целесообразно высушивать. Отжатый сырой жом высушивают в жомосушильном барабане и складывают.

3. Производство гранулированного жома. Сушеный жом в рассыпном виде неудобен при складировании и транспортировке. В связи с этим сушеный жом целесообразно гранулировать.

4. Производство пектинового клея. В сухом веществе жома содержится около 40% пектиновых веществ. Пектиновые вещества отделяют, сгущают и получают пектиновый клей.

5. Производство пищевого пектина. Свекловичный жом является лучшим продуктом в России для производства пектина, так как другие продукты не могут конкурировать с ним по низкой стоимости и имеющимся ресурсам. Существует несколько технологий переработки жома в пищевой пектин.

6. Получение пищевых волокон. Распространено получение из свекловичного жома низкокалорийных пищевых волокон, которые используются при производстве различных продуктов питания. Получение пищевых волокон из жома предусматривает термическую обработку сырья. [2]

Проанализированы патенты по утилизации свекловичного жома. Сравнительная характеристика имеющихся технологий представлена в табл. 2.0

*Таблица 2*

Сравнительная характеристика имеющихся технологий

Патент	Преимущества	Недостатки
1.Способ производства амидоминаерального гранулированного свекловичного жома [3]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Снижение затрат на транспортировку и хранение готового продукта за счет его гранулирования;</li> <li>• Возможна реализация на территории сахарного завода;</li> <li>• Технология предусматривает переработку двух отходов сахарного производства – мелассы и жома.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гранулированный жом необходимо размачивать перед применением в качестве корма для скота;</li> <li>• Кормовые свойства жома существенно снижаются при грануляции;</li> <li>• Гранулированный жом нельзя хранить в помещениях с влажностью выше 60%.</li> </ul>

Окончание табл 2.

<p>2. Установка для утилизации свекловичного жома [4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Простота в изготовлении;</li> <li>• Низкая энергоемкость;</li> <li>• Можно перерабатывать как сухой, так и сырой свекловичный жом.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Невозможно переработать всё количество жома, образующееся на сахарном заводе;</li> <li>• Сложность реализации на практике из-за отсутствия режимных параметров получения готового продукта;</li> </ul>
<p>3. Линия производства пектина из сахарной свеклы и свекловичного жома [5]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокая производительность установки и высокий выход пектина.</li> <li>• Пригоден в качестве добавки к пищевым продуктам и в медицинских целях;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Большое количество установок и аппаратов, что может вызвать экономические трудности использования;</li> <li>• Необходимость в большом количестве вспомогательных веществ: коагулянт, осветлитель, гидролизующий агент, спирт;</li> <li>• Громоздкость установки</li> </ul>
<p>4. Способ производства пектинового концентрата из свекловичного жома [6]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокое содержание пектиновых веществ в полученном концентрате;</li> <li>• Пригоден в качестве добавки к пищевым продуктам и в медицинских целях;</li> <li>• Не имеет свекловичного запаха и привкуса;</li> <li>• Отсутствие в технологии химически агрессивных сред;</li> <li>• Предусматривает простоту установок и аппаратов;</li> <li>• Термоустойчивость пектинового концентрата.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• В качестве сырья можно использовать только сырой прессованный жом.</li> </ul>

В ходе сравнений имеющихся технологий выбран патент «Способ производства пектинового концентрата из свекловичного жома». Эта технология отличается своей экономичностью и экологической безопасностью.

Показатели полученного пектинового концентрата по данной технологии приведены на рисунке 3.[7]



### Показатели пектинового концентрата



Рис. 3. Показатели пектинового концентрата

В пектиновом концентрате, полученном по описанному способу, содержание пектиновых веществ 5,0-5,5%, что почти в 1,5 раза больше, чем в известном, содержащем 2,8-3,7% этих веществ. Его чистота выше, а цветность ниже, чем у концентрата, полученного по известному способу. Полученный пектиновый концентрат применим в пищевой промышленности в качестве добавки при производстве различных пищевых продуктов с целью увеличения их пищевой и биологической ценности.[8]

Составлен материальный баланс входных и выходных потоков технологической схемы переработки свекловичного жома с получением пектина, представленный в табл. 3. Весь процесс переработки жома с последующим изготовлением пектина состоит из 7 участков: обработка паром, гидролиз, прессование, экстракция, прессование, сгущение, сушка.

Таблица 3

Материальный баланс технологического процесса переработки свекловичного жома – производства пектинового концентрата

Исходное вещество	Приход			
	кг/ч	т/сут	т/год	%, масс
1. Жом	3000,0	24,0	6336,0	13,0
2. Раствор перекиси водорода 2,0-2,5%	4950,0	39,6	10454,4	22,0
3. Дистиллированная вода	14500,0	116,0	30624,0	65,0
Итого	22450,0	179,6	47414,0	100,0

Расход				
Исходное вещество	кг/ч	т/сут	т/год	%, масс
1. Пектин	110,0	0,9	232,3	0,5
2. Конденсат	1350,0	10,8	2851,2	6,0
3. Фильтрат	3700,0	29,6	7814,4	16,5
4. Отработанный экстрагент	15000,0	120,0	31680,0	66,8
5. Отпрессованные растительные волокна	1345,0	10,8	2840,6	6,0
6. Испаряемая влага, в т.ч.	945,0	7,5	1995,9	4,2
6.1. при сгущении	65,0	0,5	137,3	0,3
6.2. при сушке	880,0	7,0	1858,6	3,9
Итого	22450,0	179,6	47414,4	100,0

Итак, в ходе расчета материального баланса выявлено, что для производства 110 кг пектинового концентрата требуется 3000 кг свекловичного жома, 4950 л раствора перекиси водорода, 14500 л дистиллированной воды.

Предлагаемый способ утилизации жома не только позволит снизить негативное воздействие на окружающую среду, но и получить вторичный сырьевой продукт - пектин, производство которого отсутствует в нашей стране. Главная причина, тормозящая развитие производства пектина в России – отсутствие экологически безопасной технологии по комплексной переработке вторичных сырьевых ресурсов. Традиционная технология, в отличие от предложенной схемы производства пектина из свекловичного жома, предусматривает применение химически агрессивных сред, что обуславливает высокие требования по коррозионной стойкости основного технологического оборудования, его взрыво- и пожаробезопасности.[9]

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савостина О.А., Крицкая Е.Б. Отходы сахарного производства // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 7. – С. 137-137.
2. Беседин А.В. Основные направления утилизации жома свекловичного как отхода сахарного производства // Современные инновации в науке и технике. – 2016. - №6. – С. 36-40.
3. Патент №2674609 РФ. Способ производства амидоминарального гранулированного свекловичного жома и линия для его осуществления / Дранников А.В., Швецов А.А., Квасов А.В., Бубнов А.Р., Костина Д.К., 2018.
4. Патент №169778 РФ. Установка для утилизации свекловичного жома / Проценко Е.П., Кузнецов А.Е., Неведров Н.П., Дудкина Т.А., Дудкин И.В., Проценко А.А., 2017.
5. Патент №80454 РФ. Линия производства пектина из сахарной свеклы и свекловичного жома / Аухадеев Ф.Ф., 2009.

6. Патент №2202621 РФ. Способ производства пектинового концентрата из свекловичного жома / Колесников В.А., Молотилин Ю.И., Артемьев А.И., Павлов П.П., Игнатъева Г.Н., 2003.
7. Патент №2732274С1 РФ. Способ получения сорбента для очистки воды от нефтезагрязнений / Елизарьев А.Н., Кострюкова Н.В., Нафикова Э.В., Аминова Э.С., Платонова А.М., Мельникова А.С., 2020.
8. Риянова Э.Э., Кострюкова Н.В. Вторичное использование свекловичного жома отхода сахарного производства// Безопасность жизнедеятельности. - 2017. - № 11.- С. 42-48.
9. ADILETTA G., MICCIO M., BRACHI P., RIANOVA E., KOSTRYUKOVA N., CRESCITELLI A. A Simplified Biorefinery Concept for the Valorization of Sugar Beet Pulp: Ecofriendly Isolation of Pectin as a Step Preceding Torrefaction// Waste and biomass valorization. – 2020. – Том 11. - №6.- С. 2721-2733.

*Короткова Л. Н., Иванова О. В., Халиков Р. М.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

### **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТАННЫХ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ОТХОДОВ В КОНСТРУИРОВАНИИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

*Аннотация.* В статье рассмотрены актуальные проблемы утилизации полимерных отходов при создании технологичных вяжущих материалов для строительства автодорожных полотен. Модифицированная асфальтобетонная композиция с добавлением вторичных полимеров становится прочнее на 30%, а срок эксплуатации дорожных покрытий увеличивается в два раза.

*Ключевые слова:* дорожное покрытие, отходы полимеров, асфальтобетонные композиции.

*Korotkova L. N., Ivanova O. V., Khalikov R. M.*

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

### **RESOURCE-SAVING USE OF RECYCLED MACROMOLECULAR WASTE IN THE CONSTRUCTION OF ROAD SURFACES OF HIGHWAYS**

*Abstract.* The article deals with the actual problems of recycling polymer waste in the creation of technological binders for the construction of roadways. The modified asphalt concrete composition with the addition of secondary polymers becomes stronger by 30%, and the service life of road surfaces is doubled.

*Key words:* road surface, polymer waste, asphalt concrete compositions.

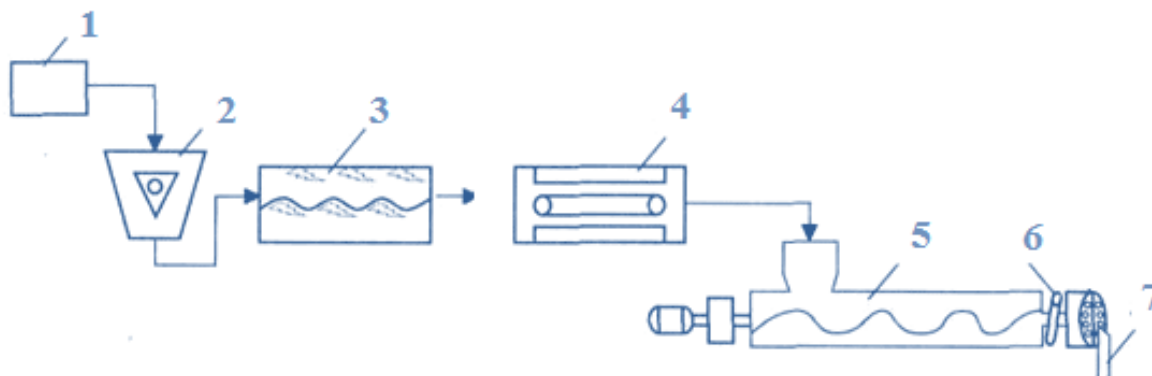
Строительство, ремонт и реконструкция автомобильных дорог требует значительный расход стройматериалов, а одним из перспективных направлений вторичного использования переработанных макромолекулярных пластиковых отходов [1, 2] является утилизация в качестве вяжущих дорожных покрытий. Добавление в состав битумных композиций полимерных отходов позволяет решить экологические проблемы уменьшения загрязнения окружающей среды, улучшает технологические характеристики дорожного полотна и реализует программу создания безопасных автодорог.

Цель данной статьи – рассмотрение технологичных подходов утилизации макромолекулярных отходов при строительстве автомобильных дорог.

Дальнейший рост интенсивности и грузонапряженности движения потребовал привлечения в дорожную отрасль Башкортостана и России больших капиталовложений, что способствовало увеличению объемов по строительству и ремонту автодорог, повышению требований к их транспортно-эксплуатационным показателям асфальтобетонных покрытий. Например, для возведения 1 км автомобильной дороги требуется в зависимости от региональных условий и категории дорожного полотна 1,2–4,5 тыс. тонн асфальтобетона. Проблему увеличения долговечности автомобильных дорог, предотвращения проявления деформационных трещин, а также для повышения транспортно-эксплуатационных показателей дорожного полотна автомобильной дороги можно технологически решить модифицированием асфальтобетонных композиций.

Одним из технологичных способов улучшения характеристик асфальтобетонных покрытий автодорог является добавление вторичных полимеров в расплавленный битум [3]. Актуальная тенденция ресурсосбережения в производстве дорожных конструкций реализуется комплексной утилизацией переработанных макромолекулярных промышленных и коммунальных отходов, которые позволяют усилить гидрофобность и износостойкость асфальтобетонных полотен.

Технологическая схема рециклинга макромолекулярных отходов при создании вяжущих материалов для строительства автодорожных полотен включает: очистка утилизируемых полимерных остатков; измельчение; добавление расплавленных отходов в битум при температуре 150-170°C; приготовление модифицированной полимерно-асфальтобетонной композиции. Вначале производится сортировочное разделение полимерных отходов, затем сырьевой материал подвергается механическому измельчению (рис. 1).



*Рис. 1.* Схема технологической переработки макромолекулярных отходов: 1 – сортировка отходов; 2 – измельчение; 3 – моечный агрегат; 4 – установка сушки; 5 – экструдер; 6 – фильера; 7 – грануляция

Измельченные полимерные отходы подают на очистку в моечный агрегат; далее сырьевую массу обезвоживают в установке сушки. Затем в экструдере макромолекулярные отходы расплавляются и продавливаются через фильеры; на выходе производится грануляция. Технология изготовления резиновой крошки из утилизируемых резиновых шин [4] имеет некоторые технологические отличия, в частности необходимость демонтажа корда.

В случае использования вместо традиционных наполнителей асфальтобетонных композиции: песка, гравия, измельченного щебня техногенных золошлаковых отходов необходимо решить проблему усиления адгезии между разнородными компонентами. Асфальтобетонные композиты состоят из фаз, характеризующиеся слабой межфазной адгезией наполнителя и макромолекулярной битумной матрицы, расслоением, приводит к ухудшению их прочностных характеристик. Поэтому в настоящее время ведется интенсивный поиск специальных нанодобавок – компатибилизаторов [5, 6], повышающих межфазную адгезию битумных вяжущих, переработанных макромолекулярных отходов и твердофазных наполнителей.

Ресурсосберегающее использование модификаторов-компатибилизаторов вносят довольно существенный вклад в улучшение технологических свойств полимерно-битумных компонентов за счет повышения совместимости макромолекул в межфазной области асфальтобетонных композиций. Компатибилизатор представляет собой модифицированный малеинизированный полипропилен, обеспечивающий улучшение взаимодействия между полимерной битумной матрицей и наполнителем. Компатибилизаторы синтезируют на основе отработанного полипропилена и др., к которому «прививают» малеиновый ангидрид (около 1%) или акриловую кислоту ( $\approx 5\%$ ). В ходе его модификации у макромолекул матрицы на базе рециклируемых полимерных отходов появляются функциональные группы, которые могут вступать в физико-химическое взаимодействие с поверхностью техногенного наполнителя. На схеме (рис. 2) показан механизм действия макромолекулярного «связующего агента» на базе полимерных отходов:



*Рис. 2.* Адгезионный механизм действия компатибилизатора:  
1 – наполнитель, 2 – компатибилизатор, 3 – полимерно-битумная матрица

Следует отметить, что модифицирующий эффект достигается при меньшей концентрации модификатора компатибилизатора и меньшей продолжительности процесса, чем при введении эластопластирующего компонента, а компатибилизация обусловлена адсорбционными взаимодействиями макромолекулярных отходов поверхностями гравийных наполнителей. Адгезионные компатибилизаторы усиливают термодинамическую совместимость макромолекулярных отходов с асфальтобетонной смесью, например, модификация рециклируемого полиэтилена малеиновым ангидридом в дисковом экструдере приводит к увеличению физико-механической прочности и термостойкости.

Важнейшим компонентом асфальтобетона при строительстве дорожных покрытий является битумное вяжущее: однако в современных условиях интенсивной эксплуатации автодорог, традиционный битум демонстрирует недостатки. Поэтому качество битумного вяжущего повышают с помощью модифицирующих добавок на основе термопластов, бутадиен-стирольных термоэластопластов. При добавлении вторичных полимеров модифицированная асфальтобетонная композиция становится прочнее на 30%, а также срок эксплуатации дорожного покрытий увеличивается в два раза.

Перспективным методом повышения качества дорожного покрытия из вторичных полимерных материалов является термомеханическая обработка кремнийорганическими соединениями. Этот способ позволяет конструировать дорожное полотно с добавлением вторичных макромолекул с повышенной износостойкостью, эластичностью и стойкостью к старению. Формирование регулярной наноструктуры и адгезионного взаимодействия макромолекул позволяет значительно усилить комплекс физико-механических (ударная

вязкость увеличивается в 1,5 раза) асфальтобетонных композитов и эксплуатационных характеристик (водо-, теплостойкость), сохранять их при повышенных и (или) пониженных температурах.

Резиновая крошка (оптимальное содержание крошки по массе 4-9%) размерами 0,1-0,15 мм позволяет увеличить износостойкость и трещиностойкость полимерно-асфальтобетонной композиции на 25%, а также вдвое повышает сцепление автомобильных колес с дорожным полотном. Модифицированная асфальтобетонная водонепроницаемая композиция становится прочнее на 25-35%, а срок эксплуатации дорожного полотна увеличивается. В ходе производственных испытаний инновационного материала асфальтобетонной смеси и отходов на базе переработанных полиэтилентерефталатовых бутылок в виде гранул добавляли (8-15%) в асфальтобетонную смесь (гравий, песок и др. наполнители).

В настоящее время строительство и ремонт автомобильных дорог предусматривает использование разнообразных макромолекулярных отходов: полимерно-битумное вяжущее для асфальтобетонных смесей; геотекстильные материалы; композитная сетчатая арматура; дорожная разметка; стабилизаторы грунта для инфраструктуры автодорог России и Башкортостана [7-9]. Инновационная технология обработки грунтового основания автодорог вторичными полимерными стабилизаторами позволяет усилить прочность и может выдерживать без разрушения очень высокие нагрузки. Такие стабилизаторы на основе вторичных акрилатов разрабатывались специально для укрепления и стабилизации грунтов оснований и верхних слоев дорожных полотен автомобильных дорог. Для реализации управления использованием ресурсосберегающих пластиковых коммунальных и промышленных отходов [10] в процессе строительства дорожного полотна автодорог необходимо обеспечить устойчивость асфальто-полимерного бетонного покрытия к перепадам температуры, хороший коэффициент сцепления с шинами, прочность и долговечность.

В заключение можно сделать вывод о том, что вовлечение в технологический процесс изготовления востребованных асфальтобетонных композиций с улучшенными физико-механическими характеристиками покрытий автодорог реализуется комплексной утилизацией переработанных макромолекулярных промышленных и коммунальных отходов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ксенофонов Б.С., Павлихин Г.П., Симакова Е.Н. Промышленная экология. – М.: Инфра-М, 2020. – 193 с.
2. Еговцев К.Ю., Бартоломей И.Л. Строительство автомобильных дорог с применением переработанного пластика // Сб. материалов Всерос. конф. «Химия, экология, урбанистика». – Пермь: ПНИПУ, 2019. Т. 2. С.69-73.



3. Karmakar S., Roy T.K. Effect of waste plastic and waste tires ash on mechanical behavior of bitumen // Journal of Materials in Civil Engineering. 2016. P.04016006.
4. Селицкая Н.В., Лашин М.В., Красников И.А. Применение битумно-резиновых вяжущих материалов при строительстве автомобильных дорог // Вестник БГТУ. 2018. № 8. С.13-18.
5. Сабитов Ш.Н., Николаенко Б.О., Вдовенко Н.Н., Халиков Р.М. Востребованные технологии конструирования макромолекулярных композитов на основе полиэтиленовых и полипропиленовых отходов // Сб. материалов III Всерос. конф. «Совр. технол. композ. материалов». – Уфа: РИЦ БашГУ, 2018. С.211-213.
6. Кахраманлы Ю.Н., Билалов Я.М. Исследование свойств несовместимых полимерных смесей модифицированных компатибилизатором // Пластические массы. 2011. №6. С.53-58.
7. Пугин К.Г., Юшков В.С. Строительство автомобильных дорог с использованием техногенных материалов // Вестник ПГТУ. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. 2011. № 1. С.35-43.
8. Халиков Р.М., Иванова О.В. Технологические схемы решения экологических проблем регионального производства материалов // Nauka-Rastudent.ru. 2014. № 3 (03). С.10.
9. Korotkova L.N., Ivanova O.V., Khalikov R.M. Green technologies to reduce waste accumulation of polymer packaging materials // Сб. II Международ. конф. «Обращение с отходами: современное состояние и перспективы». – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. С.135-139.
10. Бахтиярова Р.С., Туктарова И.О., Короткова Л.Н. Системы управления отходами. – Уфа: УГНТУ, 2016. – 71 с.

*Костикова М. В., Адамов А. П.*

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва, Российская Федерация

## **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ БИОГАЗА НА ПОЛИГОНАХ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

*Аннотация.* В работе на основе анализа статистических данных динамики роста количества отходов производства и потребления, последствий их утилизации путем депонирования, а также существующих методов очистки и утилизации биогаза предложена инновационная технология нейтрализации биогаза на полигонах твердых коммунальных отходов, позволяющая решить основные проблемы экологической и производственной безопасности в местах захоронения отходов.

*Ключевые слова:* Биогаз, твердые коммунальные отходы, метан, устойчивое развитие



*Kostikova M. V., Adamov A. P.*

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI),  
Moscow, Russian Federation

## **INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR CLEANING AND UTILIZATION OF BIOGAS IN SOLID WASTE LANDS**

*Abstract.* In this paper, statistical data on the dynamics of the amount of production and consumption waste are considered, and the main consequences of their utilization by burial are described. The analysis of existing methods of purification and utilization of biogas has been carried out. An innovative technology for utilization of biogas at the MSW landfill has been proposed, which makes it possible to solve the main problems of environmental and industrial safety at landfills.

*Key words:* Biogas, municipal solid waste, methane, sustainable development

Понятие устойчивого развития подразумевает под собой гарантию безопасности и процветания нынешнего и будущего поколений. При этом данная стратегия развития не включает в себя жесткое ограничение экономического роста и консервацию окружающей природной среды, она призвана обеспечить существование и развитие человечества в долгосрочной перспективе за счет выстраивания нового щадящего взаимодействия с окружающей средой. Именно поэтому проблема обращения с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО) не теряет своей актуальности, а напротив становится острее с каждым годом.

С ростом экономических показателей увеличивается и количество образующихся отходов. К примеру, в сфере добычи полезных ископаемых объем отходов производства и потребления с 2005 по 2015 годы практически удвоился (2 506,2 и 4 653,0 млн тонн соответственно), а общее значение данного показателя по всем видам хозяйственной деятельности возросло в 1,5 раза и составило на 2015 год 5 060,2 млн тонн [1].

При этом основным способом обращения с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО) в Российской Федерации по-прежнему остается их захоронение – более 90% отходов направляется на полигоны и свалки, что вызывает постоянное увеличение нагрузки на окружающую природную среду (далее – ОПС) [2].

К негативному воздействию полигонов захоронения ТКО на ОПС можно отнести: загрязнение атмосферного воздуха выделяющимися газами, тепловое и химическое загрязнение грунтовых вод, отчуждение больших площадей земли под полигоны и свалки, – все эти проблемы важны и требуют решения. Однако особое внимание следует уделить утилизации биогаза, или так называемого свалочного газа, который вносит существенный вклад в парниковый эффект, создает пожароопасную обстановку на самом полигоне ТКО и является

токсичным для человека. Вклад его компонентов – метана ( $\text{CH}_4$ ) и диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) – в парниковый эффект составляет 16% и 75% соответственно.

Вопросы утилизации свалочного газа интересны не только снижением парникового эффекта, но и возможностью использовать биогаз в качестве альтернативного источника энергии.

Существуют различные методы очистки и утилизации биогаза, однако не все из них одинаково эффективны и применимы в любых условиях.

Одним из наиболее эффективных, а также достаточно распространенным способом очистки и утилизации биогаза является абсорбция. Данный способ основан на принципе растворения компонентов газа в различных жидкостях при разной температуре.

Абсорбция широко применима для удаления таких загрязняющих веществ (далее – ЗВ) как: сероводород, иные сернистые соединения, пары соляной, серной кислот, цианистых соединений, органических веществ (фенола, формальдегида и др.) [3].

Данный способ обезвреживания газовых смесей достаточно распространен благодаря высокой эффективности очистки, однако стоит отметить, что целесообразность его применения зависит от концентрации ЗВ (минимальная концентрация – 1%).

Среди преимуществ описанного выше метода можно выделить:

- непрерывность, а также универсальность процесса;
- экономическая целесообразность;
- возможность извлечения больших количеств примесей из газов.
- Недостатки абсорбции как способа утилизации биогаза следующие:
- необходимость большого числа ступеней очистки для получения высокого значения степени извлечения ЗВ;
- необходимость аппаратов большого объема.

Еще одним распространенным способом обезвреживания отходящих газов является адсорбция. Широкое применение данного метода объясняется его очевидными преимуществами:

- высокая степень очистки газов от токсичных примесей;
- сравнительная легкость регенерации этих примесей с превращением их в товарный продукт или возвратом в производство, что позволяет говорить о безотходности технологии.

Отдельно следует отметить, что адсорбционный метод предпочтителен при удалении токсических примесей (органических соединений, сероводорода, паров ртути, и др.), содержащихся в малых концентрациях в газовых смесях. Таким образом, адсорбцию рационально использовать в качестве завершающего этапа очистки отходящих газов.

Главный недостаток данного способа – периодичность процесса, следствием чего является необходимость использования реакторов малой интенсивности, что приводит к высокой стоимости периодической регенерации адсорбентов [4].

Помимо описанных выше традиционных способов существует несколько более сложных современных технологий очистки и утилизации биогаза. Преимущества и недостатки данных способов представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

Преимущества и недостатки некоторых способов очистки и утилизации биогаза

Способ очистки и утилизации биогаза	Преимущества данного способа	Недостатки данного способа
Каталитический метод	Высокая степень очистки	Образование на выходе новых веществ, которые требуют доочистки с применением абсорбции или адсорбции
Термическая нейтрализация	Отсутствие шламового хозяйства, малые габариты установок, простота обслуживания аппаратов, высокая эффективность при относительно низкой стоимости очистки	Возможно образование на выходе соединений, превышающих по токсичности в несколько раз, исходную газовую смесь. Таким образом, неприменим при наличии во входящем потоке газа галогенов (F, Cl, Br, I), а также, что наиболее важно в контексте биогаза, серу.
Плазмокаталитическая технология	Простота эксплуатации (требуется только подача электроэнергии промышленной частоты), высокая степени очистки (до 99,9%), широкие диапазоны рабочих температур, возможность адаптировать работу аппаратов под любой объем очищаемых газов.	Требует предварительной очистки, высокие экономические затраты на оборудование и эксплуатацию в сравнении с другими методами.
Криогенная обработка	Высокая степень очистки, возможность повторного использования и продажи CO <sub>2</sub> в виде сухого льда.	Высокая энергоемкость процесса, требует тщательной предварительной очистки.

На основе анализа преимуществ и недостатков вышеописанных методов очистки и утилизации биогаза авторами была разработана инновационная технология нейтрализации биогаза на полигоне ТКО, представленная на рисунке 1.

Данная технология нейтрализации биогаза на полигонах ТКО состоит в том, что преимущественно аэробная ферментация ТКО достигается за приточно-вытяжной системы каналов в теле полигона. Приточные каналы выполняют таким образом, чтобы их стенки были газопроницаемы, а поток воздуха извне поступал в приточные каналы, проходил по транспортным и выходил через вытяжные каналы. Направленное движение газов обеспечивается

за счет естественной разницы температур и давлений в верхней и нижней частях.

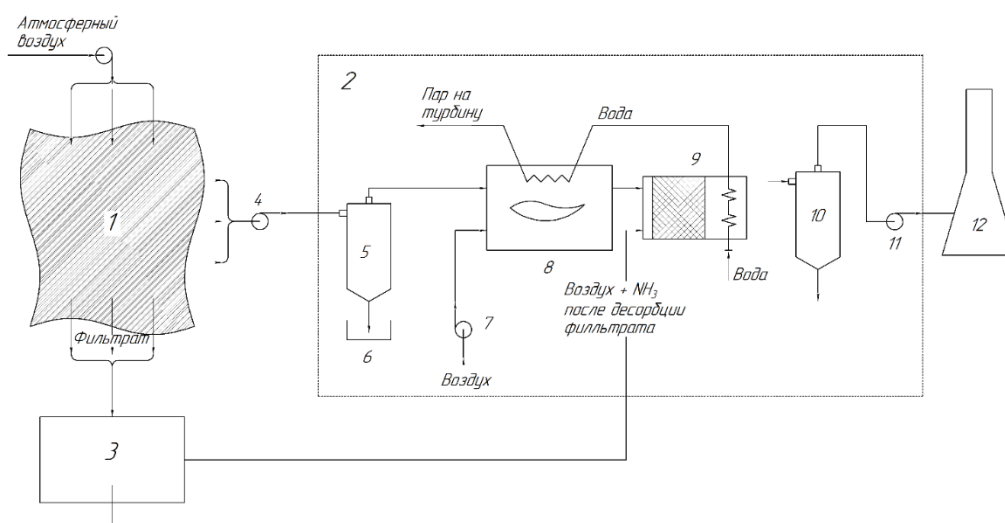


Рис. 1. Огневое обезвреживание газов с нейтрализацией десорбированного аммиака из фильтрата : 1 – полигон ТКО; 2 – участок нейтрализации свалочного газа; 3 – участок обезвреживания свалочного фильтрата; 4, 7 – воздуходувка; 5, 10 – аппараты по тонкой очистке газов; 6 – сборная емкость; 8 – парогенератор; 9 – каталитический реактор; 11 – дымосос; 12 – дымовая труба

Предложенная технология заключается в следующем. Свалочный газ при помощи воздуходувки 4 подается в циклон 5, где очищается от мельчайших частиц пыли, попавших в его состав с атмосферным воздухом. Отделенная пыль сбрасывается в сборную емкость 6. Очищенный от мелких частиц пыли газ подается в парогенератор 8, куда одновременно с этим подается воздух. Происходит процесс термического обезвреживания газовых выбросов посредством сжигания метана ( $\text{CH}_4$ ) в условиях недостатка кислорода воздуха.

Особенностью данной технологии является одновременная нейтрализация и свалочного газа, и свалочного фильтрата. Аммиак ( $\text{NH}_3$ ), образующийся в процессе биологического разложения отходов, абсорбируется водой, которая впоследствии используется в качестве восстановителя в процессе селективного восстановления продуктов неполного сгорания метана ( $\text{CH}_4$ ) – оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ). На выходе из реактора 9 образуются безвредные продукты – вода ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и азот ( $\text{N}_2$ ). Полученная смесь подается в аппарат тонкой очистки газов 10 для удаления оставшейся пыли. Далее обезвреженный газ при помощи дымососа 11 подается через дымовую трубу 12 в атмосферу.

Применение предложенной технологии позволяет также решить задачу снижения пожароопасности на полигонах захоронения ТКО за счет отвода и сжигания свалочного газа.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Окружающая среда. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr\\_otxod3.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_otxod3.xls) (дата обращения: 25.02.2021).
2. Счетная палата Российской Федерации, Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ выполнения мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность Российской Федерации, в части ликвидации объектов накопленного вреда и формирования комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами» [Электронный ресурс]. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/41b/41b02dc50697e6fc57ec2f389a8b68f0.pdf> (дата обращения: 25.02.2021).
3. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты атмосферы от газовых выбросов. Пенза: Изд-во ПТИ, 2003. 316 с.
4. Федорова Н.В., Щеглов Ю.В., Антоненко Е.М. Исследование сорбирующих свойств золошлаковых материалов ТЭС по отношению к парам азотной кислоты // Сорбционные и хроматографические процессы. 2012. № 3. С. 399-408.

*Лукашевич О. Д., Лукашевич В. Н.*

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Российская Федерация

### **НАПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

*Аннотация.* В работе рассмотрены основные направления экологизации материалов и процессов в зарубежном и российском дорожном строительстве. Указаны наиболее перспективные научно-технические разработки: повышение устойчивости дорожных покрытий; использование отходов местных промышленных предприятий (химической, строительной отрасли) при модифицировании битумных вяжущих; использование отходов камнедробления вместо природных каменных материалов для верхнего и нижнего слоев дорожных покрытий; применение полимерных отходов в качестве модификаторов.

*Ключевые слова:* автомобильная дорога, асфальтобетонное покрытие, воздействие на окружающую среду, промышленные отходы

*Lukashevich O. D., Lukashevich V. N.*

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Tomsk, Russian Federation

## **DIRECTIONS OF ROAD CONSTRUCTION'S ECOLOGIZATION**

*Annotation.* The paper considers main directions of the greening of materials and processes in foreign and Russian road construction. The most promising scientific and technical developments are indicated: increasing the stability of road surfaces; using waste from local industrial enterprises (e.g. from chemical and construction industry) when modifying bituminous binders; use of waste stone crushing instead of natural stone materials for the upper and lower layers of road surfaces; the use of polymer waste as modifiers.

*Key words:* motor road, asphalt concrete pavement, environmental impact, industrial waste

Проблема экологизации в строительстве, в том числе – в дорожно-строительной отрасли, является одной из наиболее активно обсуждаемых тем в научно-практической литературе, как отечественной, так и зарубежной [2, 4, 5, 6, 7].

С позиции системного подхода в основе экологизации строительства лежит умение предвидеть негативные побочные последствия применяемых технологических процессов, оценка интенсивности воздействия техники и технологий на природную среду и выявление технических возможностей, позволяющих минимизировать нежелательные последствия. Важно не упустить из вида, что проблемы защиты окружающей природной среды, которые рассматриваются при дорожном строительстве, связаны не только с результатами строительного производства – обеспечением транспортных связей для промышленности и урбанизованных агломераций, что сопровождается существенным ростом техногенной нагрузки на территорию. Следует также рассматривать непосредственно процесс строительного производства, включая производство дорожно-строительных материалов. Они оказывают негативное воздействие на все компоненты биотехносферы (атмосферу, гидросферу, биосферу и геосферу). Данное воздействие растет по мере увеличения масштабов строительства (повышения мощности строительной техники, создания новых материалов, использования комбинаций реагентов, роста интенсивности технологических процессов и т.д.).

«Зелеными» (экологизированными) технологиями в дорожном строительстве являются те, которые предполагают: рациональное природопользование (эффективное использование отчужденных земельных ресурсов, минимальное загрязнение территории, экономию расходных материалов); утилизацию отходов производства; поддержание автомобильной дороги в надлежащем состоянии в процессе эксплуатации; использование

новых дорожно-строительных материалов, позволяющих повысить долговечность и экологическую безопасность дороги.

Наиболее перспективные научно-технические разработки в направлении экологизации дорожного строительства приведены в табл.1.

*Таблица 1*

Примеры научно-технических разработок в «зеленом» дорожном строительстве

Техническая область разработки	Литературный источник
Повышение прочности и долговечности дорожных покрытий	6
Модифицирование битумных вяжущих	5
Использование отходов местных промышленных предприятий (химической, металлургической, строительной отрасли)	1, 9, 10
Использование отходов камнедробления вместо природных минеральных материалов	6, 7
Применение полимерных отходов в качестве модификаторов	6
Применение дисперсного армирования	6, 8

В России интерес к «зеленой» экономике в сфере гражданского и промышленного строительства заметно вырос в последние годы. Однако в дорожном строительстве есть значительное отставание. Нацпроект «Безопасные и качественные автомобильные дороги», на наш взгляд, должен охватить данное направление.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемова А.В. Активированный минеральный порошок на основе металлургических шлаков и его роль в асфальтобетоне // Леса России и хозяйство в них. 2009. С. 85-91.
2. Бершадский, В.Я. Требования экологической безопасности при проектировании транспортно-дорожных комплексов. Ч.II. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза проек-тов.: учеб. пособие / Екатеринбург: Изд-во Ур-ГУПС, 2013.– 257 с.
3. Васильовская Г.В., Назиров Д.Р. Применение отходов промышленности в качестве минерального порошка в асфальтобетоне // Вестник ИрГТУ. 2013. №10 (81). С. 153-157.
4. Глухов А. Т., Медведев Д. С. Проектирование экологических мероприятий //Новости в дор. деле: Науч.-техн. информ. сб. / Информавтодор. - М., 2003. - Вып. 3. - С. 23-30.
5. Евгеньев И.Е., Каримов Б.Б. Автомобильные дороги в окружающей среде. - М.: ООО «Трансдорнаука», 1997. - 285 с.
6. Лукашевич О.Д., Лукашевич В.Н. Пути повышения экологической безопасности при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог //

Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. № 5. С. 200-210.

7. Марьев В.А., Руденский А.В. Использование вторичных материальных ресурсов при строительстве и ремонте автомобильных дорог - важный резерв ресурсосбережения // Дороги и мосты. 2017. № 37/1. С. 11-24.
8. Подольский В.П., Расстегаева Г.А., Расстегаева Л.Н. Армированный асфальтобетон с применением активных минеральных отходов и побочных продуктов промышленности // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2000. № 9(18). С. 10.
9. Сенцов И.В., Ничипорович Е.Д., Спицкая А.Ш., Цыгвинцев И.В., Матирная П.И., Шавва А.А., Новик А.Н., Промышленные отходы и ТБО в дорожном строительстве// Alfabuild. 2018. №3(5). С. 52-65.
10. Ярмолинская Н.И. Дорожный асфальтобетон с применением минеральных порошков из техногенных отходов промышленности. Хабаровск: Изд-во хабаров. гос. тех. ун-та, 2002. 103 с.

*Монахов А. А.<sup>1</sup>, Винокурова В. В.<sup>1</sup>, Мельников Н. О.<sup>1</sup>, Максименко С. А.<sup>2</sup>, Акинин Н. И.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>АО «Сенежская НПЛ защиты древесины», г. Солнечногорск, Московская обл., Российская Федерация

## **ПОЛУЧЕНИЕ ТРУДНОВЫМЫВАЕМЫХ БИОЗАЩИТНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ**

*Аннотация.* В работе исследована возможность применения хромсодержащих техногенных отходов гальванических производств в качестве основы для получения трудновымываемых защитных средств для древесины, используемых при пропитке опор линий электропередачи (ЛЭП) и связи.

*Ключевые слова:* Хромсодержащие техногенные отходы, биозащита, трудновымываемые препараты, защита древесины

*Monakhov A. A.<sup>1</sup>, Vinokurova V. V.<sup>1</sup>, Melnikov N. O.<sup>1</sup>, Maksimenko S. A.<sup>2</sup>, Akinin N. I.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>АО «Senezhskaya NPL of wood protection», Solnechnogorsk, Russian Federation



## OBTAINING HARD-TO-WASH BIOPROTECTIVE PREPARATIONS BASED ON CHROMIUM-CONTAINING TECHNOGENIC WASTE

*Abstract.* The paper investigates the possibility of using chromium-containing industrial wastes as a base material for obtaining hard-to-wash protective agents for wood, used in impregnation of pillars for high voltage lines and communication lines.

*Key words:* Chromium-containing technogenic waste, bioprotection, hard-to-wash preparations, wood protection.

Современное гальваническое производство, несмотря на развитие технологий, все еще оказывает существенное влияние на загрязнение окружающей среды. Образующиеся в ходе технологического процесса промывные воды, гальванические шламы и отработанные концентрированные технологические растворы содержат вещества различных классов опасности, такие как соединения хрома, цинка, никеля, меди и ряда других металлов. Проблема дороговизны утилизации таких отходов и малое количество специальных полигонов побуждает предприятия складировать их на собственных территориях или утилизировать на несанкционированных свалках, нанося вред окружающей среде. Основные применяемые методы утилизации отходов гальванических производств представлены на рис. 1.

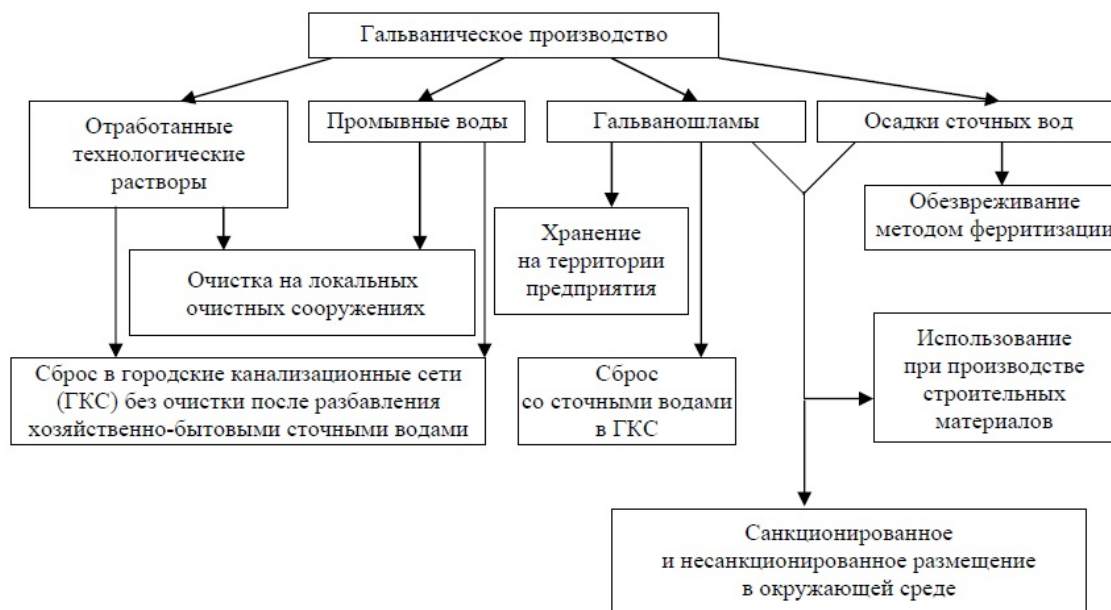


Рис. 1. Методы утилизации отходов гальванического производства

Существуют некоторые способы использования отходов гальваники как вторичного сырья, например в производстве керамического кирпича и цветной глазури, где возможна замена пигментов на отходы производства [1].

Цель данной работы – исследование возможности получения трудновываемых биозащитных препаратов для древесины на основе техногенных хромсодержащих отходов гальванических производств.

Сегодня в России для пропитки деревянных опор ЛЭП и связи наибольшее распространение получили трудновываемые антисептики типа ССА (Cr:Cu:As), состоящие из соединений хрома, меди и мышьяка. Нормативная документация [2] также допускает применение препаратов для пропитки древесины опор ЛЭП и связи типа СС (Cr:Cu), состоящих из соединений хрома и меди, ССF (Cr:Cu:F), состоящих из соединений хрома, меди и фтора.

Препараты типов ССА, ССF и СС, в соответствии с принятой классификацией ГОСТ Р 50241-92 [3], являются трудновываемыми по степени условной вымываемости, которая должна составлять от 10 % до 50 %. Все препараты, применяемые для защиты древесины, эксплуатируемой в условиях вымывания, содержат в своем составе хром. Фиксация их в древесине проходит за счет восстановления шестивалентного хрома  $Cr^{6+}$  до трехвалентного  $Cr^{3+}$  по схеме  $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ , считается, что восстановителем при этом являются фенольные группы лигнина [4]. Эти реакции позволяют уменьшить вымываемость компонентов и обеспечивают длительный срок службы. Основной проблемой, связанной с любым защитным составом, является непостоянство состава. Древесина, обработанная с помощью хромсодержащих препаратов, может содержать значительные количества нефиксированных элементов в просветах клеток и на поверхности древесины. Такие нефиксированные фракции легко удаляются или вымываются водой, поэтому при работе с данными составами необходимо уделять особое внимание поглощению и фиксации основных действующих веществ в древесине [5].

Ранее в работе [6] были исследованы свойства рецептур трудновываемых препаратов для защиты древесины в соответствии с [7]. В ССА препарат вместо соединений мышьяка вводились различные фторсодержащие соединения. Такие рецептуры имели пониженные показатели экологической опасности по сравнению с ССА, а также имели большую проникающую способность при меньших поглощениях сухих действующих веществ.

В настоящей работе в качестве источника хрома в новых рецептурах препаратов используются техногенные хромсодержащие отходы гальванического производства. Элементный химический состав типового образца таких отходов был получен с помощью эмиссионного спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой и представлен в табл. 1. Данный анализ показал высокое содержание хрома в образце и присутствие меди, которая также является неотъемлемым компонентом защитных трудновываемых составов.

Таблица 1

## Химический состав образца техногенных хромсодержащих отходов

№ п/п	Элемент	Содержание, мг/л	№ п/п	Элемент	Содержание, мг/л
1	Ag	<0,2	19	Mo	<2
2	Al	2,7	20	Na	37135,3
3	As	28,6	21	Ni	<0,6
4	B	<0,4	22	P	<7
5	Ba	0,1	23	Pb	<3
6	Be	0,1	24	Re	<0,6
7	Bi	<4	25	S	17007,9
8	Ca	92,6	26	Sb	<6
9	Cd	1,4	27	Se	<7
10	Co	2,6	28	Si	666,2
11	Cr	75120,0	29	Sn	7,51
12	Cu	1708,7	30	Sr	0,31
13	Fe	<0,2	31	Ti	21,2
14	Hg	<3	32	V	4,5
15	K	1967,5	33	W	<2
16	Li	0,7	34	Zn	864,8
17	Mg	32,7	35	Zr	0,5
18	Mn	0,7			

Таким образом, в зависимости от состава, количества отходов и их соотношения необходима нормализация по целевому составу (содержанию хрома в пересчете на действующие вещества) и отработка технологии приготовления пропиточных растворов. Кроме того, необходимо определять влияние возможных примесей на процесс пропитки и технологические характеристики пропитанной древесины. Также необходима отработка технологии подготовки отходов, а в частности отделения имеющейся нерастворимой фракции.

На основе полученных данных был проведен пересчет содержания  $\text{Cr}^{6+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  на содержание основных действующих веществ рецептуры, а именно  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и приготовлен концентрат (30 % мас.) препарата ХМБФ с требуемым содержанием компонентов путем добавления недостающих химических соединений. В качестве третьего компонента использовались борфториды общей формулы  $\text{BF}_3 \cdot \text{HF}$ .

Основными параметрами защищенности древесины, гарантирующими требуемый срок эксплуатации в соответствии с [2] являются общее поглощение сухих солей препарата и глубина пропитки.

Исследования проникающей способности препарата в древесину проводилось по [8] с использованием способа пропитки «вакуум – атмосферное

давление» в сравнении с препаратом ХМ-32 изготовленном в соответствии с [9]. Результаты испытания представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели проницаемости в древесину растворов препаратов

№ п/п	Препарат	Пропиточный коэффициент			Относительная проницающая способность
		по поглощению	по глубине проникновения		
			вдоль волокон	поперек волокон	
1	ХМБФ на отходах	1,05	1,2	1,2	Высокая
2	ХМ-32	0,95	1,0	1,1	Высокая

Анализ экспериментальных данных показывает, что проницающая способность препарата ХМБФ, приготовленного на основе техногенных хромсодержащих отходов, по сравнению с ХМ-32 выше, что объясняется наличием в его составе соединений фтора, которые по мимо капиллярного проникновения обладают также диффузионным.

Для сравнения получаемых поглощений препаратов готовили растворы (3 % мас.) защитных средств ХМ-32 и ХМБФ из химических реактивов и с применение хромсодержащих отходов. Средние поглощения сухих веществ препаратов в древесине после сушки и фиксации представлены в табл.3.

Таблица 3

Сравнение поглощений препаратов

№ п/п	Препарат	Поглощение, кг/м <sup>3</sup>
1	ХМ-32 на реактивах	21,8
2	ХМ-32 на отходах	29,1
3	ХМБФ на реактивах	21,5
4	ХМБФ на отходах	32,6

Поглощения сухих веществ выше у препаратов, изготовленных на основе техногенных хромсодержащих отходов, что связано с наличием дополнительных веществ в их составе. Поэтому для получения требуемых поглощений необходимо проводить пересчет на основные действующие вещества.

Таким образом, в работе получены трудновываемые биозащитные препараты для пропитки древесины на основе техногенных хромсодержащих отходов гальванических производств. В дальнейшем необходимо провести определение соответствия технологических и эксплуатационных свойств

полученных препаратов и определить параметры защищенности пропитанных лесоматериалов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селиванова Н.В., Трифонова Т.А., Ширкин Л.А. Утилизация отходов гальванического производства // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Том 13, №1(8) – С. 2085-2088.
2. ГОСТ 20022.0-2016 Защита древесины. Параметры защищенности.
3. ГОСТ Р 50241-92 Средства защитные для древесины. Экспресс-метод испытания вымываемости.
4. Эрмуш Н.А., Калниньш А.Я., Андерсоне И.В. Состав, свойства и механизм взаимодействия с древесиной защитного средства, содержащего соединения фтора, хрома, мышьяка и бора // Биоповреждения в строительстве. М.: Стройиздат, 1984. с.154-166.
5. M.H. Freeman, Todd F. Shupe, Richard Vlosky, Hoyt Michael Barnes Past, Present, and Future of the Wood Preservation // Industry Forest Products Journal. – 2003. – Vol. 53. No. 10. – p. 8-15.
6. Мельников Н.О., Максименко С.А., Акинин Н.И., Павлова В.П. Современные трудновымываемые препараты для биологической защиты деревянных опор линий электропередач и связи // Химическая промышленность сегодня. – 2019. – №1. – С.32-37.
7. Трудновымываемый препарат для защиты древесины и материалов на её основе: пат. 2654874 Российская Федерация: МПК В27К 3/00. /Максименко С.А., Максименко Н.А., Мельников Н.О. – №2016119100; заявл. 18.05.2016; опубл. 23.05.2018, Бюл. № 15.
8. ГОСТ 27014-86 Средства защитные для древесины. Метод определения проникаемости в древесину.
9. ГОСТ 28815-2018 Растворы водные защитных средств для древесины. Технические условия.

*Пармонов В. В., Алексеева Н. В.*

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Российская Федерация

## **ЗАКАЧКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В ГЛУБОКИЕ ВОДОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ЗЕМЛИ КАК СПОСОБ ИХ УТИЛИЗАЦИИ**

*Аннотация.* В данной статье обращается внимание на актуальные проблемы охраны окружающей среды, в частности, утилизации промышленных сточных вод. Важность и актуальность решения этой проблемы значительно повышается в плане необходимости обеспечения охраны окружающей среды и

ее водных ресурсов от загрязнения. Большое значение для человечества имеет изучение заполненных водой подземных прослоек Земной коры, как емкостей для хранения жидких и газообразных отходов, в том числе захоронения вредных стоков различных промышленных производств.

*Ключевые слова:* поглощающий горизонт, аквифер, полигон закачки, буферный горизонт, нагнетательная скважина, техническая жидкость

*Paramonov V. V., Alekseeva N. V.*

Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation

## **INDUSTRIAL WASTEWATER INJECTION INTO THE DEEP AQUIFERS OF THE EARTH AS A WAY TO DISPOSE OF THEM**

*Annotation.* This article draws attention to the current problems of environmental protection, in particular, the utilization of industrial wastewater. The importance and relevance of solving this problem is significantly increased in terms of the need to ensure the protection of the environment and its water resources from pollution. Of great importance for humanity is the study of water-filled underground layers of the Earth's crust, as containers for storing liquid and gaseous waste, including the disposal of harmful effluents of various industrial industries.

*Key words:* absorbing horizon, aquifer, injection site, buffer horizon, injection well, technical fluid

Высокоперспективным способом снижения загрязнения земных поверхностных вод является закачка сточных вод в подземные аквиферы через систему нагнетательных скважин.

В ряде стран широкое распространение получила утилизация промышленных стоков путем закачки их в поглощающие горизонты Земной коры.

Поглощающим горизонтом называют проницаемый водоносный горизонт, который расположен глубоко под землей и, который обладает достаточной емкостью для вмещения расчетного количества жидких отходов промышленности. Он характеризуется тем, что надежно изолирован от выше- и нижележащих, которые, в свою очередь, активно используются для лечебно-профилактических целей, для добычи полезных ископаемых, а также водоснабжения.

Для утилизации промстоков под землю используются специально оборудованные нагнетательные скважины, при помощи которых, под большим давлением, отходы закачиваются на разные глубины. Пласты-коллекторы в большинстве случаев расположены на глубинах более 700 м, что, по-видимому, обуславливается экономическими соображениями.

Одним из преимуществ данного способа является исключение загрязнения водных объектов (рек, озер, морей). При таком захоронении вредных жидкостей исчезает необходимость в строительстве очистных

сооружений. Не требуется прибегать к мерам по дополнительной очистке и обеззараживанию планируемых к закачке отходов. Эти аспекты тоже можно отнести к преимуществам. Есть и недостатки, например, мы не можем каким-либо образом наблюдать за поведением (распространением) закачанных в поглощающий слой веществами и его загрязнение будет необратимым, а также отсутствует информация об их поведении при контакте с породами, ограничивающими используемый горизонт. Полезные для нас водоносные слои могут быть загрязнены вредными веществами посредством диффузии и конвекции, и всегда присутствует вероятность образования более токсичных веществ из относительно безвредных (при химических реакциях взаимодействия).

В нашей стране захоронением жидких отходов в недра в основном занимаются предприятия химической промышленности и нефтяного промысла.

Перед закачкой в пласт сточные воды должны быть очищены от механических примесей и веществ, которые при определенных условиях могут закупорить поры пласта. Для этого были разработаны специальные стандарты качества, технологические регламенты для перекачиваемых отходов и сточных вод.

Осадочные породы, такие как: грубообломочные (галечники, гравий), известняки, трещиноватые породы, песчаники, доломиты имеют высокую проницаемость. Именно из-за этого их свойства они являются наиболее предпочтительными для сброса в них предварительно подготовленных сточных вод.

Современная технология позволяет подземно закачивать биологически опасные промышленные стоки даже в том случае, если рабочий поглощающий слой находится в непосредственной связи с вышележащим водоносным горизонтом. В то же время создание маломощного буферного горизонта и использование высоковязкой технической жидкости значительно повышают эффективность, в общем смысле этого слова, и экономическую эффективность изоляции отходов.

На протяжении многих лет на территории России успешно эксплуатируется несколько крупных полигонов подземного захоронения промышленных стоков предприятий химической отрасли.

Ряд обязательных требований предъявляется к геологическому строению территории, на которой расположен полигон для подземного захоронения промышленных отходов.

Если рабочий горизонт невозможно изолировать от вышележащих или есть в том сомнения, то можно использовать специальные технологии утилизации промышленных отходов, препятствующие непосредственному соединению рабочего горизонта с вышележащими.

Суть технологии заключается в том, что при закачке промышленных сточных вод в нужный нам подземный резервуар, одновременно с этим в горизонт, который расположен выше, закачивается, так называемая, техническая жидкость. Создается «буферный» горизонт, который служит водным барьером,

препятствующим поступлению закачиваемых промстоков в вышележащие водоносные горизонты. При этом на нижней части скважины, то есть в «забое», используемой для закачки технической жидкости, поддерживают давление, равное 0,9-1,1 от давления на забое нагнетательной скважины. Соблюдение этого условия очень важно, так как если в буферном горизонте давление будет больше 1,1 от давления в рабочем горизонте, то техническая жидкость станет просачиваться в рабочий горизонт, и наоборот, если же давление в буферном горизонте будет меньше 0,9 давления в рабочем горизонте, то часть промышленных стоков начнет поступать в буферный горизонт. Буферный горизонт по высоте должен составлять 0,1-0,25 от мощности (высоты) рабочего горизонта.

Требование к технической жидкости заключается в ее нейтральности, с точки зрения экологии, то есть, если какая-то ее часть попадет в вышележащие водоносные горизонты, то это не должно приводить к их загрязнению веществами, находящимися в промышленных стоках, закачанных в глубоководный горизонт.

В качестве технической жидкости используется раствор с высокой вязкостью. Вязкость должна быть в 1,5 раза выше вязкости закачиваемых стоков. Это даст снижение количества применяемой жидкости – экономический эффект, и при этом сохранит необходимое давление на забое нагнетательной скважины, при отсутствии перетока из буферного слоя в поглощающий.

Накопленный за долгие годы эксплуатации опыт использования полигонов закачки, как зарубежный, так и отечественный, свидетельствует о том, что полигоны являются наиболее эффективны и безопасны с точки зрения санитарии и безопасности. В сравнении с другими методами утилизации жидких отходов они обладают в десятки раз меньшими затратами при закачках.

При закачке промстоков в земные недра необходимо соблюдать определенные условия.

Одно из таких условий – это наличие проницаемого водонасыщенного пласта, который можно использовать в качестве поглощающего пласта-приемника.

Предъявляемые требования:

- заниженное расположение относительно более верхних продуктивных слоев;

- пористость и проницаемость для обеспечения закачки нужного количества промстоков при минимальном давлении и минимальном количестве нагнетательных скважин;

- продуктивный пласт должен обладать механически прочными границами относительно выше- и нижележащих;

- осадочные породы, образующие поглощающий горизонт, не должны выходить на земную поверхность в пределах 30...35 км от места закачки стоков.

Закачку промышленных стоков можно рассматривать как одну из мер, направленных на защиту природы. Так как в этом случае поверхностные



водоемы не подвергаются интенсивному загрязнению, соответственно, не страдает флора и фауна региона.

Законы Российской Федерации и ведомственные документы являются правовой основой для размещения сточных вод в недрах. Основными из них являются Закон РФ "О недрах" (статья 6 уточняет, что одним из видов использования недр является "... строительство и эксплуатация подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых") и "Положение о порядке лицензирования пользования недрами", в разделе 14 которого определен порядок использования недр для захоронения вредных веществ и отходов в недрах.

Строительство полигонов закачки и оприходование промстоков в нашей страны происходит на законных основаниях. Это отражено в законах, постановлениях Правительства РФ и нормативно-правовых актах соответствующих ведомств, имеющих отношение к порядку и правилам использования земных недр, а также лицензирования данного вида деятельности, к которым относятся: Министерство природопользования, Государственный комитет экологии, Госгортехнадзор.

Вывод.

В прошлом столетии утилизацию промышленных стоков решали просто – сбрасывали их в открытые водоемы: озера, реки, моря. Тем самым нанося серьезный ущерб окружающей среде. В настоящее время этим проблемам уделяется гораздо большее внимание, и свидетельством тому является описанный в данной статье надежный и экономичный способ захоронения отходов без ущерба для поверхностных вод, используемых обществом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миронов Е. А. Закачка промысловых сточных вод в продуктивные и поглощающие горизонты. М., «Недра», 1971
2. Вредные вещества в хим. промышленности. Н.В. Лазарев, том. III, изд. Химия, 1977 г.
3. О захоронении промышленных стоков в глубоких водоносных горизонтах. Веригин Н.Н., Саркисян В.С., Шибанов А.В. - Водные ресурсы, 1976, № 1,
4. Подземное захоронение промышленных сточных вод. В.М. Гольдберг, Н.П. Скворцов, Л.Г. Лукьянчикова. изд. Недра, 1994 г.
5. О захоронении промышленных отходов в глубоких горизонтах земной коры [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-zahoroneniipromyshlennyh-othodov-v-glubokie-gorizonty-zemnoy-kory>
6. Я.М. Грушко. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. Изд. Химия, Москва, 1976 г.

*Родионов Б. А., Буркова С. А., Воронцов К. Б.*

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова,  
г. Архангельск, Российская Федерация

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА УГЛЕРОДНЫХ АДСОРБЕНТОВ ИЗ ШЛАМ-ЛИГНИНА**

*Аннотация.* В работе проведен анализ процесса пиролиза шлам-лигнина с получением активных углей. Методом планированного эксперимента осуществлено моделирование процесса, получены математические модели, описывающие зависимости адсорбционных свойств и характеристик пористой структуры в зависимости от варьируемых факторов. Сырьем для синтеза адсорбентов служил шлам-лигнин, который является отходом очистки лигнинсодержащих сточных вод коагулянтами. Метод пиролиза – термохимическая активация. В качестве факторов эксперимента использовали продолжительность и температуру процесса пиролиза, дозировку активирующего агента – гидроксида натрия. Выходные параметры: адсорбционные свойства и характеристики пористой поверхности углей.

*Ключевые слова:* Шлам-лигнин, углеродные адсорбенты, планированный эксперимент.

*Rodionov B. A., Burkova S. A., Vorontsov K. B.*

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arhangelsk,  
Russian Federation

## **MODELING OF THE PROCESS OF SYNTHESIS OF CARBON ADSORBENTS FROM SLUDGE-LIGNIN**

*Abstract.* The paper analyzes the process of pyrolysis of sludge-lignin to produce active carbons. The method of the planned experiment was used to simulate the process, and mathematical models were obtained that describe the dependences of the adsorption properties and characteristics of the porous structure depending on the variable factors. The raw material for the synthesis of adsorbents was sludge-lignin, which is the waste from the treatment of lignin-containing wastewater with coagulants. The pyrolysis method is thermochemical activation. The duration and temperature of the pyrolysis process and the dosage of the activating agent, sodium hydroxide, were used as experimental factors. Output parameters: adsorption properties and characteristics of the porous surface of carbons.

*Key words:* Sludge-lignin, carbon adsorbents, planned experiment.

Актуальной задачей при производстве активных углей является синтез адсорбентов с заданными свойствами и характеристиками, к которым следует отнести адсорбционные свойства и параметры, определяющие пористую структуру адсорбентов. Данная задача решается путем разработки

математических моделей, связывающих характеристики АУ с условиями его получения. Моделирование процесса пиролиза технических лигнинов может быть осуществлено с использованием методов планированного эксперимента, в отношении к пиролизу шлам-лигнина подобные работы ранее не проводились.

Цель проведенной работы – получение математических моделей, устанавливающих зависимости характеристик активных углей из шлам-лигнина с условиями пиролиза.

Шлам-лигнин получали в лабораторных условиях путем обработки лигнинсодержащей сточной воды сульфатом алюминия, исходя из оптимальных условий [1], высушивали до воздушно-сухого состояния и подвергали пиролизу.

Пиролиз проводили методом термохимической активации, преимуществом которой является получение углей с высокими характеристиками пористой поверхности [2]. В качестве активирующего агента использовали гидроксид натрия, как эффективный реагент пиролиза углеродных материалов, имеющих неупорядоченную структуру [3].

Факторы эксперимента (изменяемые параметры):  $T_{\text{пир}}$ , °С – температура пиролиза;  $\tau$ , мин – время пиролиза;  $D_{\text{NaOH}}$ , % – дозировка гидроксида натрия.

Выходные параметры:  $W$ , % - выход адсорбента;  $Z$ , % – зольность;  $A_{\text{I}_2}$ , % – адсорбция йода;  $A_{\text{мг}}$ , мг/г – адсорбция метиленового голубого;  $A_{\text{г}}$ , мг/г – адсорбция гексана;  $A_{\text{в}}$ , мг/г – адсорбция паров воды;  $V_{\text{DR}}$ , см<sup>3</sup>/г - объем микропор, рассчитанный по уравнению Дубинина – Радускевича теории объемного заполнения микропор;  $V_{\text{ВЕТ}}$ , см<sup>3</sup>/г - объем микропор;  $V_{\Sigma}$ , см<sup>3</sup>/г - общий объем пор и  $S_{\text{ВЕТ}}$ , м<sup>2</sup>/г - удельная поверхность, рассчитанные по уравнению Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ) теории полимолекулярной адсорбции;  $V_{\text{ВН}}$ , см<sup>3</sup>/г - объем мезопор, определенный по методу Баррета-Джойнера-Халенды;  $S_{\text{М}}$ , м<sup>2</sup>/г - удельная поверхность мезо- и макропор, определенная по методу t-plot.

Использовали трехфакторный ротатбельный центральный композиционный план второго порядка, расчет вели по методике, описанной в [4]. Факторы эксперимента и матрица планирования представлены в таблицах 1 и 2, соответственно. Результаты эксперимента представлены в таблицах 3,4.

Таблица 1

Уровни и интервалы варьирования факторов

Уровни параметров	Входные параметры		
	$T_{\text{пир}}$ , °С	$\tau$ , мин.	$D_{\text{NaOH}}$ , %
- $\alpha$	650	30	120
-1	670	42	144
0	700	60	180
+1	730	78	216
+ $\alpha$	750	90	240
Интервал варьирования	30	18	36

Таблица 2

## Матрица планирования

№ опыта	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	№ опыта	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
1	-1	-1	-1	11	0	-1,682	0
2	1	-1	-1	12	0	1,682	0
3	-1	1	-1	13	0	0	-1,682
4	1	1	-1	14	0	0	1,682
5	-1	-1	1	15	0	0	0
6	1	-1	1	16	0	0	0
7	-1	1	1	17	0	0	0
8	1	1	1	18	0	0	0
9	-1,682	0	0	19	0	0	0
10	1,682	0	0	20	0	0	0

Таблица 3

## Выход и адсорбционные свойства АУ

№ опыта	Выход, %	З, %	A <sub>J2</sub> , %	A <sub>МГ</sub> , мг/г	A <sub>Г</sub> , мг/г	A <sub>В</sub> , мг/г
1	24	5,9	170	760	337	185
2	35	5,3	110	440	181	194
3	18	3,4	210	742	412	322
4	26	4,8	128	471	338	235
5	27	2,1	180	762	680	670
6	25	5,4	248	590	732	371
7	26	2,3	230	880	743	448
8	19	2	235	941	769	653
9	29	4	150	615	375	290
10	30	1,5	170	702	284	1176
11	17	0,7	248	920	736	774
12	29	5,9	247	734	296	361
13	34	4,8	90	278	185	164
14	23	1,3	230	888	839	547
15	24	2,1	150	700	334	149
16	17	4,2	210	690	676	321
17	19	1,9	190	475	886	516
18	20	2,2	165	695	359	266
19	17	2,6	153	690	292	286
20	20	0,9	211	842	369	444

На основании результатов, представленных в табл. 3, можно сделать вывод что полученные адсорбенты характеризуются относительно высокими адсорбционными свойствами: адсорбция йода – до 250 %, адсорбция метиленового голубого – до 890 мг/г, адсорбция паров гексана – до 800 мг/г, адсорбция паров воды – до 1200 мг/г.

Таблица 4

Характеристики пористой поверхности АУ

№	V <sub>DR</sub> , см <sup>3</sup> /Г	V <sub>ВЕТ</sub> , см <sup>3</sup> /Г	V <sub>Σ</sub> , см <sup>3</sup> /Г	S <sub>ВЕТ</sub> , м <sup>2</sup> /Г	V <sub>ВН</sub> , см <sup>3</sup> /Г	S <sub>М</sub> , м <sup>2</sup> /Г
1	0,19	0,22	0,29	469	0,06	86
2	0,15	0,16	0,22	348	0,06	54
3	0,35	0,39	0,51	853	0,08	173
4	0,11	0,15	0,24	340	0,09	104
5	0,23	0,27	0,36	588	0,07	95
6	0,46	0,53	0,82	1278	0,24	594
	0,50	0,57	0,75	1296	0,11	332
8	0,46	0,54	0,76	1271	0,16	429
9	0,29	0,32	0,41	659	0,08	109
10	0,23	0,26	0,34	562	0,06	95
11	0,50	0,64	0,93	1535	0,21	567
12	0,25	0,28	0,35	570	0,06	75
13	0,13	0,14	0,21	302	0,07	71
14	0,68	0,76	1,24	1901	0,43	427
15	0,33	0,37	0,52	881	0,11	201
16	0,34	0,38	0,49	828	0,07	154
17	0,36	0,41	0,57	922	0,12	252
18	0,34	0,38	0,46	784	0,06	96
19	0,11	0,24	0,28	482	0,03	39
20	0,35	0,39	0,37	812	0,07	128

Данные, представленные в табл. 6, показывают, что адсорбенты из шлам-лигнина обладают развитой пористой поверхностью, имеют значительные объем и площадь микропор и мезопор.

В ходе проведения анализа выходных данных по методике, представленной в [4], были получены следующие уравнения регрессии:

$$W = 19,55 - 1,79X_3 - 3,50X_1X_3 + 3,03X_1^2 + 2,67X_3^2$$

$$З = 2,29 - 0,99X_3 + 0,33X_1^2 + 0,52X_2^2 + 0,43X_3^2$$

$$A_{J_2} = 179,61 + 37,37X_3 - 10,63X_1X_2 + 26,88X_1X_3 - 7,13X_1^2 + 23,82X_2^2 - 7,13X_3^2$$

$$A_{MГ} = 680,79 - 40,67X_1 + 130,74X_3 + 60,00X_1X_3 + 57,00X_2X_3 + 53,28X_2^2 - 33,01X_3^2$$

$$A_{Г} = 482,96 + 201,74X_3$$

$$\begin{aligned}
A_B &= 335,55 + 96,5X_1 + 135,44X_3 + 104,43X_1^2 \\
V_{DR} &= 0,31 + 0,13X_3 - 0,06X_1X_2 + 0,06X_1X_3 + 0,03X_3^2 \\
V_{BET} &= 0,36 + 0,15X_3 - 0,06X_1X_2 + 0,07X_1X_3 \\
V_{\Sigma} &= 0,45 + 0,23X_3 - 0,08X_1X_2 + 0,10X_1X_3 + 0,08X_3^2 \\
S_{BET} &= 787,68 + 374,24X_3 - 138,38X_1X_2 + 162,38X_1X_3 + 68,71X_2^2 \\
V_{BJH} &= 0,08 + 0,07X_3 + 0,03X_1X_3 + 0,05X_3^2 \\
S_M &= 144,56 - 45,28X_2 + 119,45X_3 - 54,88X_1X_2 + 87,13X_1X_3 + 63,29X_2^2 \\
&\quad + 37,83X_3^2
\end{aligned}$$

Для реализации конкретных задач требуются активные угли с определенными характеристиками. В первую очередь к ним относятся характеристики пористой поверхности – объем и удельная поверхность. Изменяя технологические параметры процесса пиролиза, можно получить адсорбенты с заданными свойствами и характеристиками. Полученные нами математические модели связывают условия синтеза АУ из шлам-лигнина с их характеристиками и позволят моделировать процесс пиролиза, получая при этом адсорбенты с заранее прогнозируемыми свойствами.

На формирование свойств и пористой поверхности адсорбентов из шлам-лигнина оказывают влияние все факторы: температура и продолжительность пиролиза, дозировка щелочи, однако определяющим во многих случаях является именно дозировка активирующего агента, влияние которого на все параметры имеет положительный характер.

Установлено, что дозировка активирующего агента (гидроксида натрия) оказывает наиболее существенное влияние на все изученные нами выходные параметры: во всех моделях, кроме уравнения выхода АУ, данный фактор положителен. Таким образом, увеличивая дозировку щелочи, можно получать угли с высокоразвитой пористой структурой, однако их выход при этом будет снижаться. Температура и продолжительность пиролиза оказывают меньшее влияние на характеристики активных углей из шлам-лигнина. В то же время, одновременное увеличение данных факторов приводит к некоторому снижению  $V_{BET}$  и  $S_{BET}$  и увеличению  $S_M$ . Используя эффект взаимного влияния  $T$  и  $\tau$ , можно в определенной степени изменять соотношение параметров микропор и мезопор.

По соотношению величин объемов микропор и мезопор и удельных поверхностей  $S_{BET}$  и  $S_M$  сделан вывод о том, что структура полученных АУ является в основном микропористой.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Седова Е. Л., Воронцов К. Б., Буркова С. А. Влияние условий коагуляционной обработки на эффективность очистки лигнинсодержащей сточной воды по данным планированного эксперимента //Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2019. – №. 4 (370).

2. Chistyakov A. V., Tsodikov M. V. Methods for preparing carbon sorbents from lignin //Russian Journal of Applied Chemistry. – 2018. – Т. 91. – №. 7. – С. 1090-1105.
3. Carrott P. J. M. et al. Lignin—from natural adsorbent to activated carbon: a review //Bioresource technology. – 2007. – Т. 98. – №. 12. – С. 2301-2312.
4. Богданович Н. И. и др. Планирование эксперимента в примерах и расчетах //Архангельск: САФУ. – 2010. 126 с.

*Чувашаева К. Р., Нафикова Э. В., Гаянова К. Р.*

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

### **ВНЕДРЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНЫХ ПРАКТИК В ВУЗЕ НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВИАЦИОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*Аннотация.* в работе исследованы имеющиеся практики рационального природопользования в Уфимском государственном авиационном техническом университете, изучены технологии переработки пластиковых и органических отходов, а также предложены шаги для достижения целей устойчивого развития вуза.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, зелёные вузы, рациональное природопользование, экологическое просвещение, осознанное потребление, раздельный сбор отходов, ноль отходов.

*Chuvashaeva K. R., Nafikova E. V., Gayanova K. R.*

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

### **IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL PRACTICES IN THE UNIVERSITY ON THE EXAMPLE OF THE UFA STATE AVIATION TECHNICAL UNIVERSITY**

*Annotation.* The work investigates the existing practices of rational environmental management at the Ufa State Aviation Technical University, studies technologies for processing plastic and organic waste, and also suggests measures to take to achieve sustainable development goals.

*Key words:* sustainable development; green universities; rational environmental management; environmental education; conscious consumption; waste management; zero waste.

Все больше организаций по всему миру начинают адаптироваться к существующим реалиям, принимая во внимание разработанную ООН в 2015 году программу устойчивого развития. Данная программа содержит 17 целей,

полученных в результате объединения трех концепций: устойчивый экономический рост, сохранение природных ресурсов и улучшение благосостояния человечества [1]. В процессе перехода к устойчивому развитию одной из важнейших задач является изменение существующей культуры взаимодействия людей с окружающей средой. Высшая школа как один из главных институтов социализации молодежи играет важную роль в этом переходе. Экологизация вузов позволяет повысить уровень экологического образования среди студентов и преподавателей, снизить количество образуемых отходов и стимулировать ведение экологичного стиля жизни. Проведен анализ необходимых мероприятий по дальнейшей экологизации вуза на примере Уфимского авиационного технического университета, и разработаны шаги для достижения целей устойчивого развития в данном вузе.

В университетах образуются отходы следующих видов: органические отходы (столовые, кафе), макулатура (документация и архивы работ), пластик и резина, металл, стекло и другие. На данный момент на территории одиннадцати корпусов Уфимского авиационного технического университета установлено три бака для стекла, пластика и бумаги, студенты и сотрудники мало проинформированы о правилах приёма и сортировки вторсырья. Регулярно проводятся акции по сбору макулатуры, установлены два небольших контейнера для сбора батареек и пластиковых крышек, а также созданы пункты буккроссинга в общежитиях. При этом существуют доступные технологии переработки органических и пластиковых отходов, реализуемые на заводах по переработке вторичного сырья в Республике Башкортостан, что позволяет разделять потоки мусора и сокращать на территории университета количество отходов, которые не перерабатываются [2].

Пластиковых отходов в России образуется более 3 млн т. в год, темпы потребления пластика растут, при этом перерабатывается только 5-7 % [3, 4]. Этапы переработки пластиковых отходов включают в себя:

1. Сортировка: пластик разделяется по цвету, типу (1-7 и др.), отделяются непластиковые материалы.

2. Измельчение: пластик дробится на более мелкие части для осуществления дальнейшей переработки.

3. Мойка и сушка: пластик очищается от загрязнений любого характера, а затем сушится.

4. Агломерация: смешивание с красителями, стабилизаторами и наполнителями.

5. Экструдирование: формирование единого материала.

6. Охлаждение.

7. Грануляция: формирование единообразных по массе и форме гранул материала [5].

При этом разделение пластика по видам возможно несколькими способами: мокрым и сухим. При использовании мокрого метода измельченное сырье опускается под воду, и происходит сепарация по удельному весу: вследствие разности плотностей полиэтиленфталат и поливинилхлорид



опускаются на дно, а другие виды поднимаются на поверхность [6]. Тяжелые пластики удаляются винтовым конвейером, а легкие вымываются течением воды [7].

Доля органических отходов в ТКО составляет от 30 до 80 %. Существует несколько способов утилизации органических отходов в городских условиях, схема утилизации которых представлена на рисунке 1.

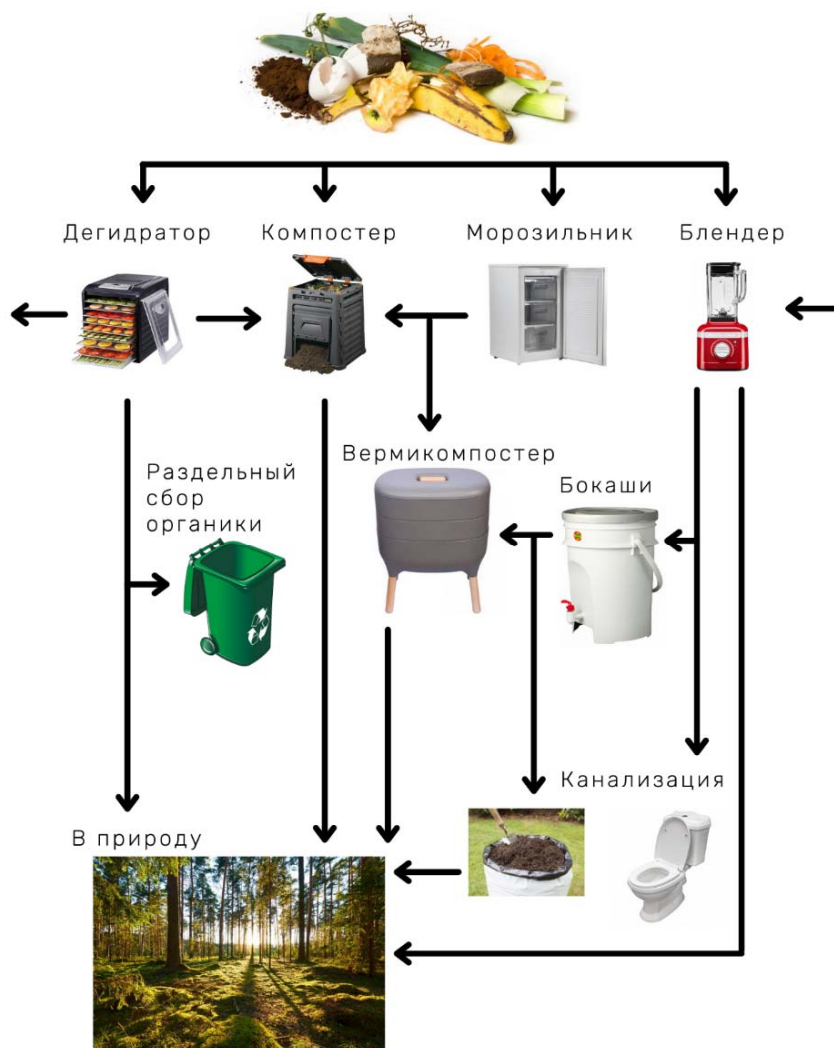


Рис. 1. Схема утилизации органических отходов в городских условиях (по Микаэлю Леграну)

Наиболее популярными способами компостирования в европейских странах являются компостирование в земле, использование компостеров бокаши, а также диспозеров – измельчителей отходов, устанавливаемых в кухонных раковинах. [8]

Захоронение органических отходов на полигоне опасно тем, что при разложении этого вида отходов образуется значительное количество свалочных газов (метан, углекислый газ, азот, сероводород и др.), вызывающих загрязнение окружающей среды и создают пожароопасную ситуацию [9]. Кроме

того, при снижении количества органических отходов в потоке ТКО остальные отходы лучше поддаются сортировке и переработке.

Для экологизации университета предлагаются следующие шаги:

1. Установка велопарковок на территории университета.

При низкой стоимости металлических велопарковок, эта мера позволит безопасно и надежно припарковать велосипед или самокат возле университета. Таким образом, университет сможет поддержать выбравших более экологичный вид транспорта студентов и сотрудников.

2. Создание вегменю для столовых УГАТУ.

Предоставление возможности выбора блюд без мяса и продуктов животного происхождения позволит студентам и сотрудникам университета снизить свой углеродный след.

3. Установка аэраторов.

Позволит снизить затраты на потребление воды в университете.

4. Стимулирование вторичного пользования канцелярии.

На мероприятиях экологического сообщества УГАТУ раздавались папки-скоросшиватели, которые нужны студентам каждый год для оформления работ. В 2021 году на базе десяти общежитий УГАТУ были реализованы станции буккроссинга, где каждый может поделиться книгой или взять на прочтение другую. Предлагается увеличить количество видов канцелярии, которыми можно пользоваться повторно, и обеспечить доступ студентов и сотрудников к коробкам с канцелярией на мероприятиях эконообщества и в университете.

5. Замена шрифт на более экологичный.

Существуют печатные шрифты, использующие меньше чернил. Такими шрифтами являются все шрифты без засечек и другие, к примеру: Ruman Eco, Ecofont Sans, Century Gothic, Brush Script, а также распространенный шрифт Courier.

6. Установка компостеров.

Установка компостеров на территории студгородка позволит значительно уменьшить количество образуемых органических отходов, а также увеличить доход университета за счет продажи образуемого перегноя агропромышленным компаниям города.

7. Реализация экологичных товаров многоразового пользования.

Многоразовые товары и товары из перерабатываемых материалов помогут популяризировать жизнь в стиле «ноль отходов» и привлечь внимание к проблеме мусорного кризиса. На многоразовые кружки, ручки и блокноты из переработанного тетрапака, тканевые мешочки для фруктов и овощей, а также многоразовые сумки-шоперы можно нанести символику вуза. Такие многоразовые товары позволят втрое уменьшить количество углеродных выбросов, создаваемых при покупке напитков в бумажные стаканчики. В России существуют проекты, которые позволяют людям из уязвимых групп населения (бездомным, зависимым и т. д.) создавать своими руками многоразовые товары (авоськи, сумки-шоперы и т.д.) (рис. 2). Продажа товаров с символикой вуза поможет покупателям внести свой вклад в

благотворительность, а также снизить свой личный мусорный след. Данное решение является наиболее эффективным в рамках поддержки программы устойчивого развития.



*Рис. 2. Авоськи, связанные слепыми людьми, в рамках проекта общественного экологического центра Улей, г. Уфа*

Таким образом, предлагаемые решения помогут вузу внести свой вклад в выполнение целей № 7, 10, 11, 12 и 13 устойчивого развития, разработанных ООН. В результате применения предложенных экологических решений вуз может сократить свои мусорный и углеродный след и стимулировать сотрудников и студентов вести образ жизни с меньшим влиянием на окружающую среду. Некоторые из предложенных решений (как например: использование экологических шрифтов, продажа экологических товаров, изготовленных людьми из уязвимых групп населения) наиболее эффективны при малых затратах. Отдельные экологические решения все же требуют более системных изменений и больших затрат, однако и они смогут предотвратить большое количество отходов от ненадлежащей утилизации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт ЮНЕСКО [электронный ресурс]// <https://en.unesco.org/sustainabledevelopmentgoals> (дата обращения: 30.04.2021).
2. Где сдать мусор в Уфе [электронный ресурс]// Башинформ [https://www.bashinform.ru/longread/gde\\_sdat\\_musor\\_v\\_ufe](https://www.bashinform.ru/longread/gde_sdat_musor_v_ufe) (дата обращения: 30.04.2021).
3. Гавриленко, В. А. Пластпереработка: состояние и перспективы// Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2020. – № 3(99). – С. 24-28.

4. Почему Россия наращивает импорт отходов [электронный ресурс]// <https://pro.rbc.ru/demo/5d67ca0a9a7947ceb139c665> (дата обращения: 30.04.2021).
5. Гоголь Э.В. Анализ существующих способов утилизации и переработки отходов полимеров/ Э.В. Гоголь, И. Х. Мингазетдинов, Г. И. Гумерова, О.С. Егорова, С.А. Мальцева, И.Г. Григорьева, Ю.А. Тунакова // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №10. – С.163-168
6. Основные факты про пластик [электронный ресурс]// <http://rybafish.info/kakoj-plastik-tonet-a-kakoj-net.htm/> (дата обращения: 30.04.2021).
7. Оборудование для переработки полимеров [электронный ресурс]// <https://stankopolimer.ru/flotation.html> (дата обращения: 30.04.2021).
8. Хайдаршин А.А. Создание вермиферм на базе студенческого городка уфимского государственного авиационного технического университета / А.А. Хайдаршин, А.А. Исмагилов, Э.В. Нафикова //Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020). материалы XVI Международной научно-технической конференции, в 2-х томах, посвящается 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Уфа, 2020. - Т.2. - С. 165-168.
9. Трубаев П.А. Исследование выхода свалочного газа с тела полигона ТБО //Энергетические системы. – 2017. – С. 436-443.

## СЕКЦИЯ 4. «ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД»

*Борисова О. Н., Доронкина И. Г.*

Российский государственный университет туризма и сервиса, г. Москва,  
Российская Федерация

### УДАЛЕНИЕ НЕРАСТВОРИМЫХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

*Аннотация:* В статье решаются задачи сервиса в сфере ресурсосбережения, экологии и природоохранных объектов. Рассмотрены механические методы очистки сточных вод (СВ) от нерастворимых примесей. Проведен анализ механических способов очистки СВ. Рассмотрены аппараты, применяемые при механической очистке СВ. Рассмотрена очистка сточных вод в центробежном поле, позволяющий ускорить процесс сепарации стоков от загрязнений при помощи центрифуг или гидроциклонов. Используемое оборудование имеет высокую производительность при больших скоростях, небольшие габаритные размеры и просты в обслуживании.

*Ключевые слова:* сточные воды, механические методы, процеживание, отстаивание, фильтрование, центробежное поле, гидроциклон.

*Borisova O. N., Doronkina I. G.*

Russian State University of Tourism and Service, Moscow, Russian Federation

### REMOVAL OF INSOLUBLE IMPURITIES FROM WASTEWATER USING MECHANICAL METHODS

*Abstract:* The article solves the problems of service in the field of resource conservation, ecology and environmental protection objects. Mechanical methods of purification of polluted effluents from insoluble impurities are considered. The analysis of mechanical methods of water purification is carried out. The devices used for mechanical treatment of polluted water are considered. Treatment of polluted effluents in a centrifugal field is considered, which makes it possible to accelerate the process of separation of effluents from pollutants using centrifuges or hydrocyclones. The equipment used has high performance at high speeds, small overall dimensions and is easy to maintain.

*Keywords:* polluted water, mechanical methods, straining, settling, filtration, centrifugal field, hydrocyclone.

В процессах потребления воды человеком и промышленностью вода подвергается загрязнению, изменяет свои физические и химические свойства и превращается в сточные воды.

Сточные воды (СВ) – воды, загрязненные при бытовой и производственной деятельности человека и требующие очистки. К ним также относятся ливневые (атмосферные) воды.

Существует несколько методов очистки сточных вод, одним из которых является механическая очистка СВ. Данный метод направлен на ликвидацию нерастворимых примесей и твердых фракций. Особенность данного способа заключается в том, что он может быть применен как индивидуально, так и в совокупности с другими в качестве первой ступени очистки. Количество применяемых методов зависит от степени загрязнения сточных вод. В случае, если после механической очистки вода может быть спущена в водоемы без разрушения экологического равновесия, применение дополнительных методов не требуется.

Механическая очистка является самой незатратной. При ее применении загрязнения из сточных вод удаляются в следующем процентном соотношении:

- 60-65% взвешенные частицы;
- 90-95% нерастворимые грубодисперсные элементы.

При рассматриваемом методе очистки используются различные решетки и сита для задержания крупных элементов и некоторого количества взвешенных частиц [1].

К основным механическим методам очистки СВ относятся [2]:

1. Процеживание. Во время процеживания отлавливаются крупные загрязняющие элементы и взвешенные частицы. Оборудование: сита, решетки. Сначала сточные воды проходят через сетку, которая задерживает крупные вещества и волокна, затем стоки поступают к мелкому сити, он отлавливает оставшиеся загрязнения. На выходе системы часто стоят микропроцеживатели, которые дополнительно задерживают нерастворенные элементы микроскопических размеров.

2. Отстаивание. Данный метод используется для максимального удаления взвешенных частиц, имеющих различную плотность. Оборудование: отстойники, сгустители, нефтеловушки, песколовки, жироловки, маслоуловители, шлакоотстойники и др. Отстаивание применяется для систем водоснабжения замкнутого типа. Они чаще всего используются на объектах химической, металлургической и рудной промышленности.

3. Фильтрация удаляет из сточных вод мелкие частицы различного происхождения. Основным элементом очистки являются фильтры. Их выбор зависит от деятельности предприятия, сбрасываемого отработанную воду. Так, например, в бумажной промышленности широко используются сетчатые и вакуумные фильтры. Для более активной очистки подходят центрифуги и гидроциклоны. Последние представляют собой конические сосуды из железа, на стенках которых под влиянием центробежной силы скапливаются тяжелые частицы.

4. Центробежное поле. Центробежные силы могут интенсифицировать процесс очистки стоков от различного рода загрязнений. Очистка СВ в центробежном поле происходит гораздо быстрее чем при использовании

отстойников. Это происходит благодаря тому, что центробежная сила может превышать силу тяжести.

Взаимосвязь величины извлекаемых зерен и влияния центробежных полей наглядно отражена на диаграмме Хукки (рис. 1). Зависимость показателей осей обратно пропорциональная, то есть чем больше размер зерна, тем меньше ускорение [3]. Данная закономерность свойственна как при высокой, так и при низкой производительности. Их отличие только в том, что при высокой производительности величина извлекаемых зерен в целом больше.

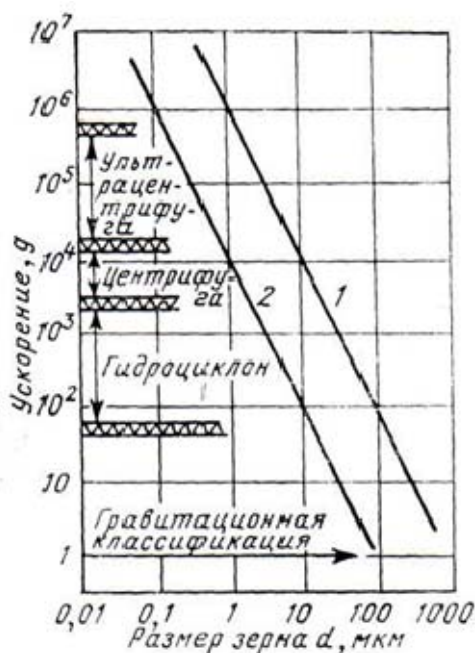


Рис. 1. Диаграмма Хукки: 1 – при высокой производительности; 2 – при низкой производительности

Количественный показатель центробежной силы (F) напрямую зависит от величины радиуса [2]:

$$F = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R = \frac{m\pi^2 n^2 R}{900},$$

где m – масса частицы; v – линейная скорость ( $v=\omega R$ );  $\omega$  – угловая скорость ( $\omega = \frac{\pi n}{30}$ ); n – число оборотов; R – радиус кривизны траектории.

Отношение центробежной силы к силе тяжести называется фактором разделения. Этот показатель отражает интенсивность центробежного поля по сравнению с гравитационным и вычисляется по формуле [3]:

$$K = \frac{\pi^2 n^2 R}{900g} \approx \frac{Rn^2}{900}$$

Из этой формулы следует, что фактор разделения зависит от числа оборотов и от радиуса вращения. Например, частица крупностью 40 мкм, находящаяся в поле с  $K = 100$ , будет двигаться в радиальном направлении

относительно воды примерно с той же скоростью, что и частица 400 мкм, находящаяся в гравитационном поле.

В зависимости от применяемых аппаратов различают два процесса очистки, а именно: гидроциклонирование и центрифугирование.

Гидроциклоны – неподвижные цилиндрические аппараты, предназначенные для работы с жидкой средой. Основная их задача – это сепарация загрязняющих веществ по размеру и плотности составных частиц. СВ в гидроциклоны подаются под давлением тангенциально к внутренней поверхности цилиндра [4].

Центрифуги – аппараты, в которых материал получает вращательное движение от рабочей поверхности ротора (центробежное поле создается при вращении самого аппарата), тем самым осуществляя отделение загрязнений от сточных вод.

#### 5. Гидроциклонирование

В практике очистки СВ различают напорные, открытые (безнапорные), батарейные (мультигидроциклоны) и многоярусные гидроциклоны.

Наиболее часто применяют напорные гидроциклоны (рис.2) [5].

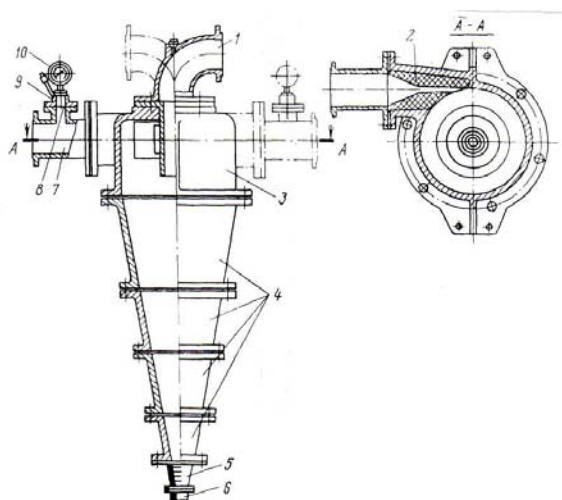


Рис. 2. Классифицирующий конический гидроциклон: 1 – сливной патрубок; 2 – сменные вкладыши; 3 – цилиндр; 4 – конусы; 5 – конус из колец; 6 – песковая насадка; 7 – питательный патрубок; 8 – резиновая диаграмма; 9 – разделительная камера; 10 – манометр

Напорный гидроциклон представляет собой цилиндроконический аппарат с короткой цилиндрической частью и длинной конической. Цилиндр сверху закрыт и имеет осевое отверстие для слива. В вершине конуса имеется разгрузочное отверстие для песков. Угол конусности составляет 10-20°.

СВ для очистки от взвешенных веществ подаются в верхнюю часть цилиндра (непосредственно под крышку) с помощью тангенциально расположенного питающего патрубка. Коническая часть гидроциклонов



большого диаметра (а также футерованных каменным литьем) составлена из нескольких секций, у гидроциклонов малых размеров она цельная. Внутренние диаметры цилиндра и основания конуса равны и являются основным конструктивным размером гидроциклона. В промышленной практике применяют гидроциклоны диаметром от 25 до 1400мм. С увеличением диаметра гидроциклона его производительность возрастает пропорционально квадрату диаметра [6].

Внутренняя поверхность гидроциклона футеруется резиной или каменным литьем для предотвращения абразивного износа корпуса аппарата. Вставка питающего патрубка, сливной патрубков и песковые насадки выполняются съемными. Корпус аппарата литой (чугунный) или сварной (из листовой стали). В современных конструкциях гидроциклонов используются полимерные материалы.

В результате тангенциального ввода в гидроциклон СВ приобретают интенсивное вращательное движение. Частота вращения потока внутри гидроциклона различна на разных радиусах вращения и достигает нескольких тысяч оборотов в минуту (особенно в аппаратах малого размера). Соответственно внутри гидроциклона создается центробежная сила, на несколько порядков превосходящая силу тяжести. Под действием центробежной силы тяжелые и крупные частицы отбрасываются и прижимаются к стенке, сползают по ней вниз и разгружаются через песковое отверстие (скорость осаждения пропорциональна квадрату скорости вращения частиц, примерно равной скорости СВ на входе в аппарат). Основная масса воды разгружается через верхнее (сливное) отверстие гидроциклона; вместе с водой выносятся вверх мелкие частицы[7].

Объемную производительность  $Q$  напорного гидроциклона (л/мин) можно определить по формуле:

$$Q = 5K_D K_\alpha d_{\text{пит}} d_{\text{сл}} \sqrt{gH},$$

где  $d_{\text{пит}}$  и  $d_{\text{сл}}$  - диаметры питающего и сливного отверстий;  $g$  – ускорение свободного падения;  $H$  – давление на входе;  $K_D$  и  $K_\alpha$  – эмпирические коэффициенты, учитывающие диаметр гидроциклона и угол конуса, определяются по формулам:

$$K_D = 0,8 + \frac{1,2}{1+0,1D}; K_\alpha \text{ при } \alpha = 20^\circ \text{ равен } 1.$$

Из условий обеспечения максимальной производительности  $d_{\text{сл}}$  не может быть меньше  $d_{\text{пит}}$ . Для свободной разгрузки частиц диаметр пескового отверстия  $d_{\text{песк}}$  не может быть меньше, чем тройной размер максимальных частиц. На практике  $d_{\text{песк}}$  выбирают в пределах  $d_{\text{песк}} = (0,15 \div 0,8) d_{\text{сл}}$ .

Для повышения эффективности работы гидроциклона требуется поддержание постоянного и достаточно высокого давления на входе  $H$  – порядка  $(10-30) \cdot 10^4 \text{ Па}$ .

Реальная производительность гидроциклона диаметром 500мм может достигать  $85-90 \text{ м}^3/\text{ч}$  (при диаметре 50мм производительность составляет  $3-4 \text{ м}^3/\text{ч}$ ).

При очистке небольших количеств СВ от тонкодиспергированных примесей напорные гидроциклоны малого диаметра объединяют в общий агрегат, в котором они работают параллельно (рис. 3) – *батареи* гидроциклоны (мультигидроциклоны).

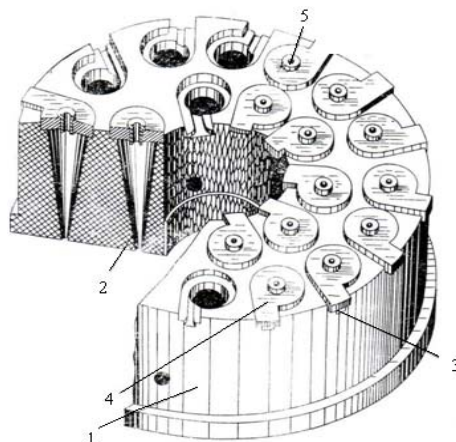


Рис. 3. Общий вид батарейного гидроциклона: 1 – корпус; 2 – конус; 3 – питание; 4 – крышка; 5 – слив

Основной конструктивный параметр гидроциклона при неизменном диаметре – отношение диаметра песковой насадки к диаметру сливного патрубка. С увеличением отношения увеличивается выход песков, снижается их крупность и содержание в них твердого; соответственно уменьшается выход слива и его крупность[8].

Крупность граничного размера частицы  $d_{гр}$  (частицы этого размера распределяются приблизительно поровну между сливом и песками) можно приближенно определить по формуле:

$$d_{гр} = 5,6 \frac{d_{сл} \sqrt{DT}}{d_{песк} \omega \sqrt{H} \sqrt{\rho_T - 1}}$$

где  $d_{сл}$  и  $d_{песк}$  – диаметр соответственно сливного и пескового патрубков;  $D$  – диаметр гидроциклона;  $T$  – содержание твердого в питании гидроциклона;  $H$  – давление на входе в гидроциклон;  $\rho_T$  – плотность твердой фазы.

В реальных условиях крупность максимальных частиц, выносимых в слив, в 1,5-2 раза больше расчетной.

Изменение отношения диаметра песковой насадки к диаметру сливного патрубка за счет размера песковой насадки практически не влияет на производительность гидроциклона, а при изменении диаметра сливного патрубка производительность аппарата изменяется прямо пропорционально изменению диаметра.

Для очистки СВ от крупных примесей (гидравлическая крупность порядка 5мм/с), особенно содержащих всплывающие компоненты, применяют

открытые (безнапорные) гидроциклоны (рис. 4). От напорных они отличаются большей производительностью.

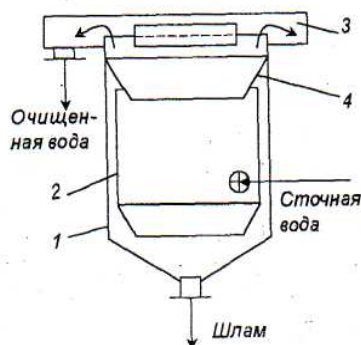


Рис. 4 Гидроциклон открытого типа (безнапорный): 1 – корпус, 2 – внутренний цилиндр, 3 – кольцевой лоток, 4 – диафрагма (коническая вставка)

Внутри корпуса открытого гидроциклона обычно имеется внутренний цилиндр (см. рис. 4), кольцевой лоток и коническая диафрагма. СВ тангенциально подаются в пространство, ограниченное внутренним цилиндром. Поток движется вверх, доходит до верха цилиндра и разделяется на два потока. Один из них (осветленная вода) движется к центральному отверстию диафрагмы и в итоге попадает в кольцевой лоток. Другой поток со взвешенными частицами поступает в пространство между стенками цилиндра и гидроциклона и затем – в коническую часть аппарата [9].

Производительность открытого гидроциклона можно определять по формуле:

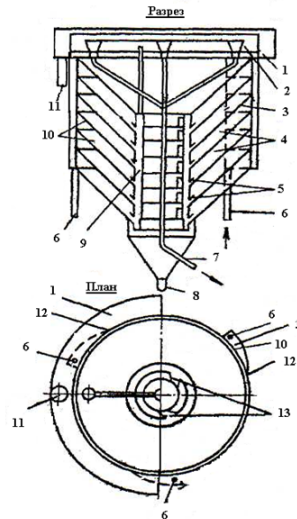
$$Q=2,83KU_0D^2,$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от типа гидроциклона ( $K=0,61$  для гидроциклона без внутренних устройств;  $K=1,98$  для гидроциклона с внутренним цилиндром и конической диафрагмой);  $D$  – диаметр гидроциклона;  $U_0$  – гидравлическая крупность частиц, которые необходимо выделить для обеспечения эффекта очистки.

С применением открытых гидроциклонов подвергают очистке СВ прокатных цехов, содержащие окалину (производительность одного аппарата – около  $200\text{м}^3/\text{ч}$ ).

Степень очистки СВ от взвешенных веществ с применением гидроциклонов – на уровне 70%.

Принцип тонкослойного отстаивания взвешенных веществ реализован в многоярусных гидроциклонах (рис. 5).



*Рис. 5.* Многоярусный открытый гидроциклон: 1 – водосборный желоб; 2 – полупогруженная кольцевая стенка; 3 – аванкамера; 4 – ярусы; 5 – шламоотводные козырьки; 6 – водоподающие трубы; 7 – труба для удаления всплывающих веществ; 8 – труба для удаления шлама; 9 – шламоотводящая шахта; 10 – конические диафрагмы; 11 – выпуск осветленной воды; 12 – тангенциальные выпускные насадки; 13 – наклонные впуски

Рабочий объем такого аппарата разделен коническими диафрагмами на несколько ярусов, работающих самостоятельно. СВ через три щели подаются тангенциально в пространство между ярусами и движутся к центру. Твердые частицы осаждаются из СВ на диафрагмы нижних ярусов. Осадок сползает и через щели поступает в коническую часть. Осветленная вода поступает в кольцевой лоток. Всплывающие нефтяные и масляные загрязнения удаляются с помощью маслосборной воронки.

В многоярусных гидроциклонах совмещены принципы работы открытого гидроциклона и тонкослойного отстойника, число ярусов составляет 4-20, высота яруса 130-200мм, скорость СВ на входе в аппарат 0,5м/с.

Разнородный состав загрязнений предусматривает применение различных методов очистки сточных вод. Для очистки сточных вод от загрязнений используются очистные сооружения механической, химической, физико-химической и биологической очистки [10].

Механические методы очистки имеют ряд особенностей, что дает им преимущества над другими методами. Они являются наименее затратными, и наиболее простыми для очистки сточных вод от твердых фракций и крупных волокон.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисова О. Классификации сточных вод по разным критериям и методы их очистки // Водочистка. 2019. № 3. С. 57-61.
2. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Технология сточных вод. Контроль качества окружающей среды // Учебное пособие по дисциплине "Инженерная защита окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления", специальность "Инженерная защита окружающей среды", электронное издание, № госрегистрации 0321401109 / Москва, 2013.
3. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Технологии сточных вод (инженерная защита гидросферы) // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2010. № 6. С. 2-128.
4. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Повышение экоэффективности технологии очистки сточных вод // Водочистка. 2016. № 11. С. 26-32.
5. Доронкина И.Г., Борисова О.Н. Эколого-экономическая эффективность технологических процессов очистки сточных вод // Сервис в России и за рубежом. 2015. Т. 9. № 4 (60). С. 112-121
6. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Повышение экоэффективности технологии очистки сточных вод // Сервис в России и за рубежом. 2014. № 1 (48). С. 153-162.
7. Доронкина И.Г., Борисова О.Н. Очистка сточных вод современного города / Славянский форум. 2020. № 2 (28). С. 146-158.
8. Доронкина И.Г., Борисова О.Н. Ионообменные технологии очистки сточных вод с использованием ионитов // В сборнике: Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020), материалы XVI Международной научно-технической конференции, в 2-х томах, посвящается 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Уфа, 2020. С. 291-296.
9. Шубов Л.Я., Борисова О.Н. Исследование территории заблуждений // Твердые бытовые отходы. 2013. № 7 (85). С. 42-47.
10. Борисова О.Н., Кочетков А.С., Кудров Ю.В., Сумзина Л.В., Губанов Н.Н. Первостепенные мероприятия по энергосбережению в ЖКХ // В сборнике: Современные проблемы туризма и сервиса. Сборник статей научных докладов по итогам Всероссийской научной конференции. Под редакцией Н.А. Платоновой, О.Е. Афанасьева. 2018. С. 42-49.

*Доронкина И. Г.*

Российский государственный университет туризма и сервиса, г. Москва,  
Российская Федерация

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Аннотация. Универсального способа очистки сточных вод одновременно от всех вредных примесей и веществ не существует. Как правило, очистка сточных вод от загрязнений производится последовательно несколькими методами. В работе рассмотрен один из физико-химических методов очистки сточных вод - адсорбция.

Ключевые слова: сточные воды, адсорбция.

*Doronkina I. G.*

Russian state University of tourism and service, Moscow, Russian Federation

## **PHYSICAL AND CHEMICAL METHOD OF WASTEWATER TREATMENT**

*Abstract.* There is no universal method for treating wastewater simultaneously from all harmful impurities and substances. As a rule, wastewater treatment from pollution is carried out sequentially by several methods. The paper considers one of the physico-chemical methods of wastewater treatment - adsorption.

*Keywords:* wastewater, adsorption.

Человек интенсивно использует природную воду, после её необходимой очистки и подготовки, в своей хозяйственной деятельности – в быту, в промышленности, в сельскохозяйственном производстве. Для целого ряда производств (пищевая промышленность, производство полупроводников и люминофоров, ядерная техника), а также для медицинских целей, для выполнения химанализов и пр. требуется вода особой чистоты [1].

Приблизительно половина потребляемой человечеством воды превращается в сточные воды, сбрасываемые (после очистки) в водные объекты [2].

Можно констатировать: вследствие, негативного воздействия на окружающую среду выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, попадания в грунтовые воды токсичного фильтрата (образуется на объектах размещения твердых отходов), водосборные площади и водные объекты (поверхностные и подземные) интенсивно загрязняются. Отсюда актуальная задача сегодняшнего дня – усиление контроля за качеством воды в реках и водохранилищах и одновременное создание современных очистных сооружений, применение современных технологий очистки сточных вод [3].

При выборе системы очистки сточных вод необходимо учитывать, что универсального способа очистки одновременно от всех вредных примесей и

веществ не существует, как правило, очистка сточных вод от загрязнений производится последовательно несколькими методами [4].

Один из физико-химических методов очистки сточных вод, является адсорбция.

*Адсорбция* – процесс поглощения вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твердого тела (адсорбента) или жидкости. Поглощаемое вещество носит название адсорбтива; в адсорбированном состоянии его называют адсорбатом.

При прочих равных условиях поглотительная способность адсорбента по отношению к данному веществу зависит от температуры и давления, при которых производится адсорбция, а также от концентрации поглощаемого вещества.

Адсорбцию осуществляют в специальных аппаратах – адсорберах и применяют в промышленности для очистки отходящих газов, для очистки воды и сточных вод, для извлечения ценных компонентов [5].

Принято различать два типа адсорбции – физическую и химическую.

При физической адсорбции адсорбированный слой связан с поверхностью адсорбента силами Ван-дер-Ваальса, а при химической адсорбции (хемосорбции) силами химического взаимодействия. Физическая адсорбция обратима, хемосорбция может быть и необратимой.

Движущей силой адсорбции является стремление системы к минимуму свободной поверхностной энергии.

Адсорбция характеризуется большой скоростью установления адсорбционного равновесия (состояние, при котором за единицу времени столько же частиц на поверхности адсорбента вновь задерживается, сколько и удаляется с нее).

Ряд факторов влияет на смещение адсорбционного равновесия [6]:

– абсорбция – переход адсорбированного вещества с поверхности внутрь адсорбента (например, за счет растворения адсорбтива в адсорбенте; поскольку поверхность адсорбента при этом освобождается, возможна адсорбция новых порций поглощаемого вещества);

– химические реакции на поверхности – как между различными одновременно адсорбированными веществами (процессы, относящиеся к каталитическим), так и между адсорбтивом и адсорбентом (например, взаимодействие с углем ряда вполне устойчивых в растворах производных трехвалентного кобальта: при их адсорбции происходит разрушение исходных соединений с восстановлением кобальта до двухвалентного);

– введение вещества, лучше адсорбирующегося, чем первоначальное – в этом случае происходит вытеснение вновь введенным веществом адсорбированного ранее (например, если в раствор, из которого уголь адсорбировал HCl ввести HNO<sub>3</sub>, то большая часть HCl заменится на его поверхности азотной кислотой и перейдет обратно в раствор).

Если адсорбция не осложнена побочными процессами и влияющими факторами, предел адсорбции  $\Gamma_{\infty}$  можно определить по уравнению Лэнгмюра (уравнение мономолекулярного слоя):

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{bC}{1 + bC},$$

где  $\Gamma_{\infty}$  - предельная величина адсорбции (емкость монослоя);

$b$  – коэффициент, зависящий от температуры;

$C$  – концентрация адсорбтива до адсорбции.

Адсорбенты обычно имеют большую удельную поверхность – до нескольких сотен м<sup>2</sup>/г.

В качестве адсорбентов при очистке сточных вод чаще всего используют активные угли крупностью 0,5-5 мм (реже – до 15-20 мм); в ряде случаев применяют высокодисперсные активные угли с частицами размером – 40 мкм. Эффективность активных углей связана с пористостью поверхности.

Сырьем для получения активных углей может быть любой углеродсодержащий материал – уголь, древесина, полимеры, отходы пищевой и целлюлозно – бумажной промышленности и др.

Основные требования к активным углям – прочность, высокая адсорбционная емкость при малом времени контакта с водой, высокая селективность и способность подвергаться регенерации.

Технология получения активных углей включает операции удаления смолистых веществ термической обработкой при температуре до 600°C (эту операцию в различных источниках называют по-разному – обугливанием, карбонизацией, пиролизом), активирования материала (обработка угля водяным паром или диоксидом углерода при температуре 800-1000°C) и, при необходимости, модифицирования поверхности угля (обработка растворами солей, кислот, щелочей для повышения активности угля).

Сорбционная емкость активных углей изменяется от 0,3 до 2,2 мг-экв/г.

Помимо активных углей в качестве сорбентов используются некоторые отходы производства – золы ТЭЦ, шлаки (феррохромовые, электроплавки стали), опилки, а также некоторые природные неорганические материалы (глины, цеолиты и др.). В отличие от активного угля, неорганические сорбенты практически не регенерируются (исключение – цеолиты) [7].

Регенерация адсорбента – важнейшая технологическая операция процесса адсорбционной очистки сточных вод.

Для десорбции адсорбированных углем веществ возможно применение разных способов:

– использование перегретого пара (темп. 200-300°C, избыточное давление 0,3-0,6 МПа) или нагретого инертного газа (темп. 120-140°C); расход пара – от 3 до 30 кг на 1 кг отгоняемого вещества; после десорбции пары конденсируют и вещество извлекают из конденсата;

– использование экстракции (жидкофазной десорбции) органическими растворителями (дихлорэтан, метанол, бензол и др.); по окончании десорбции



остатки растворителей удаляют из угля с помощью острого пара или инертного газа;

– использование термообработки отработавшего адсорбента при температуре 700-800°C без доступа воздуха с использованием газа и водяного пара (при этом невозможна утилизация адсорбированных веществ и происходит потеря адсорбента);

– использование реагентов (озон, хлор) для окисления адсорбированных на угле веществ (деструктивная регенерация, приводит к потере адсорбата, т.е. адсорбированные вещества не должны представлять ценности).

Адсорбционные методы используют для очистки сточных вод от фенолов, пестицидов, гербицидов, ПАВ, ароматических нитросоединений, нефтепродуктов и др. веществ [8]. Наиболее целесообразно применять адсорбцию при небольшой концентрации в сточных водах органических загрязнений, особенно если они хорошо поглощаются из сточных вод при небольшом удельном расходе адсорбента; эффективно применение адсорбции в операции доочистки сточных вод после биологической очистки. Следует отметить, что при использовании адсорбции возможна очистка сточных вод сразу от нескольких загрязнителей.

Эффективность адсорбционной очистки сточных вод составляет 80-95%, что позволяет достигать остаточной концентрации загрязнителей ниже нормативных значений. Например, остаточная концентрация нефтепродуктов в сточных водах после их адсорбционной очистки в большинстве случаев не превышает 0,05 мг/л, что соответствует ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения.

В практике применяют два основных способа адсорбционной очистки сточных вод [9]:

– интенсивное перемешивание адсорбента со сточными вод:

- в смесителях с мешалками;
- в кипящем слое;

– фильтрование сточных вод через неподвижный слой адсорбента.

Процессы очистки, основанные на интенсивном перемешивании адсорбента со сточными водами в смесителях с лопастными мешалками, проводят в одну или несколько стадий, причем крупность активного угля не должна превышать 0,1 мм. Более эффективна многоступенчатая технология (рис.1), предусматривающая дробную подачу адсорбента по ходу технологического процесса в последовательно установленные смесители; после каждого смесителя установлен отстойник для отстаивания сточных вод с целью отделения отработанного адсорбента [10].

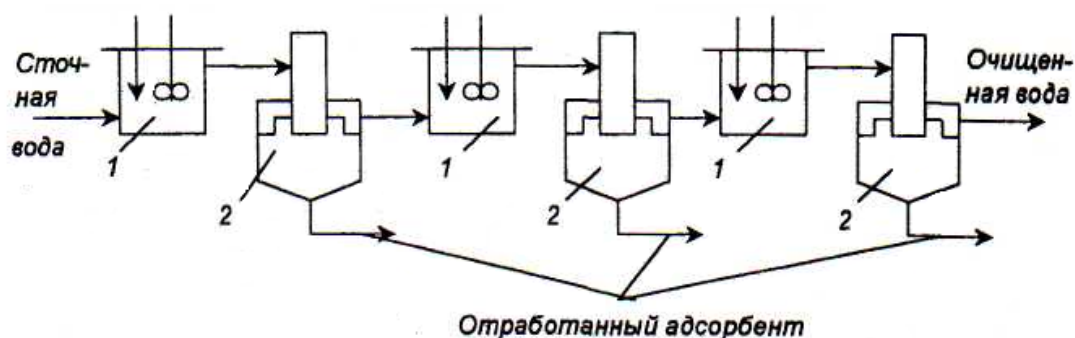


Рис. 1. Схема очистки СВ с использованием смесителей для перемешивания с адсорбентом: 1 – смесители; 2 – отстойники

В процессах кипящего слоя размер частиц адсорбента составляет 0,5-1мм. Скорость потока – около 10 м/ч. Процессы кипящего слоя целесообразно применять при относительно высоком содержании в сточных водах взвешенных веществ. Активный уголь через воронку 2 по трубе 3 (рис. 2) непрерывно поступает под распределительную решетку 4 адсорбера с диаметром отверстий 5-10 мм. Сточные воды захватывают зерна адсорбента и проходят вместе с ними через отверстия решетки 4. Над решеткой образуется кипящий слой, в котором идет процесс очистки. Избыток угля поступает в сборник 5 и оттуда – на регенерацию. Очищенную воду отводят через желоба в верхней части адсорбента в сборник 5, где происходит доосветление воды.

Фильтрацию сточных вод через неподвижный слой адсорбента производят в последовательно установленных фильтрационных колоннах, пропуская воду снизу-вверх. В качестве адсорбента обычно применяют активный уголь крупностью 1,5-5 мм; при снижении крупности угля возрастает гидравлическое сопротивление фильтрованию сточных вод. Адсорбент укладывают на слой гравия, расположенного на решетке. Необходимое условие – перед адсорбционной очисткой из сточных вод должны быть удалены взвешенные вещества.

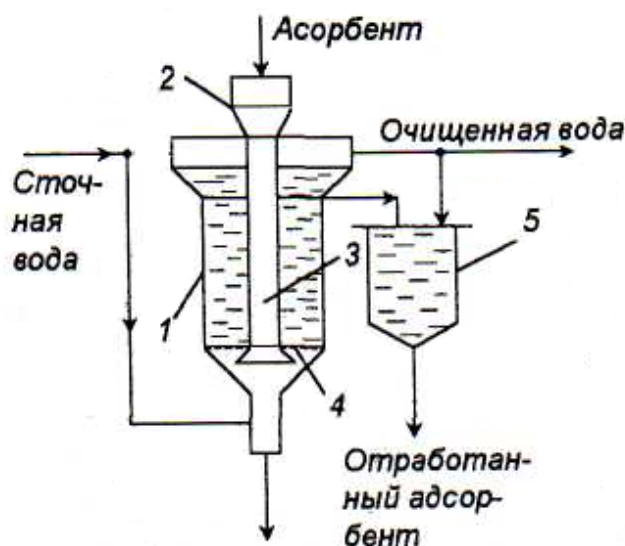


Рис. 2. Схема очистки сточных вод в цилиндрическом адсорбере с использованием кипящего слоя адсорбента: 1 – колонна; 2 – воронка; 3 – труба; 4 – решетка; 5 – сборник

Следует отметить, что для адсорбции ПАВ могут быть использованы осадки гидроксидов алюминия и железа (а также осадки сульфидов меди и фосфатов кальция), которые образуются при введении в сточные воды коагулянтов. Совместное использование коагуляции и адсорбции пылевидным углем способствует глубокой очистке сточных вод от ПАВ, особенно если в качестве коагулянтов использовать соли цинка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Технологии сточных вод (инженерная защита гидросферы) // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2010. №6. С.2-128.
2. Пупырев Е.И. Сбор и очистка хозяйственно-бытовых сточных вод: критический обзор достигнутых результатов// Вестник МГСУ. 2019. Т.14. №11 (134). С.1365-1407.
3. Кузнецова Н. В. Очистка сточных вод и их влияние на окружающую среду / Н. В. Кузнецова, О. В. Козинская, А. Ю. Пазухина // Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке: материалы Национальной научно-практической конференции, Волгоград, 10 ноября 2020 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2021. – С. 166-172.
4. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Повышение экоэффективности технологии очистки сточных вод// Сервис в России и за рубежом. 2014. №1(48). С.153-162.

5. Истрашкина М.В. Разработка многокомпонентных адсорбционных фильтров для очистки сточных вод сложного состава, содержащих органические загрязнители с различными свойствами / М. В. Истрашкина, О. В. Атаманова // Комплексные проблемы техносферной безопасности: Материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 26–28 октября 2017 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. – С. 165-169.
6. Доронкина И.Г., Борисова О.Н. Эколого-экономическая эффективность технологических процессов очистки сточных вод// Сервис в России и за рубежом. 2015. Т.9. №4 (60). С.112-121.
7. Скулкина А. В. Новые технологии в очистке сточных вод / А. В. Скулкина, М. Н. Иванцова // Актуальные вопросы органической химии и биотехнологии: материалы очных докладов Международной научной конференции, Екатеринбург, 18–21 ноября 2020 года. – Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью "ИЗДАТЕЛЬСТВО АМБ", 2020. – С. 666-668.
8. Азматова, Р. А. Анализ методов повышения эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод / Р. А. Азматова, Е. В. Калинина, Л. В. Рудакова // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2020. – Т. 1. – С. 176-179.
9. Ксенофонов Б. С. Усовершенствование технологической схемы физико-химической очистки сточных вод / Б. С. Ксенофонов, А. С. Козодаев, Р. А. Таранов, М. С. Виноградов // Экология и промышленность России. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 10-13. – DOI 10.18412/1816-0395-2021-4-10-13.
10. Скулкина А. В. Новые технологии в очистке сточных вод / А. В. Скулкина, М. Н. Иванцова // Актуальные вопросы органической химии и биотехнологии: материалы очных докладов Международной научной конференции, Екатеринбург, 18–21 ноября 2020 года. – Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью "ИЗДАТЕЛЬСТВО АМБ", 2020. – С. 666-668.

*Иштылечева Е. О., Деньгина Е. А.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

## **АНАЛИЗ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПРИРОДНЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

*Аннотация.* В работе приведен литературный анализ сорбционной способности существующих природных неорганических материалов. Изучены и обобщены результаты исследований эффективности применения сорбентов на основе данных материалов по отношению к ионам тяжелых металлов.

*Ключевые слова:* сорбенты, адсорбционный метод очистки, сточные воды, тяжелые металлы.

## **ANALYSIS OF THE SORPTION CAPACITY OF NATURAL INORGANIC MATERIALS**

*Abstract.* The paper presents a literary analysis of the natural inorganic materials sorption capacity. The results of studies on the effectiveness of sorbents based on these materials in relation to heavy metal ions were studied and generalized.

*Key words:* sorbents, adsorption method, wastewater treatment, heavy metals

Развитие промышленности, сельского хозяйства, рост производимых населением отходов являются факторами, порождающими все новые, неконтролируемые источники поступления загрязняющих веществ в водные объекты.

Одними из самых распространенных и негативно сказывающихся загрязнителей являются тяжелые металлы, которые характеризуются способностью к аккумуляции в компонентах окружающей среды.

Для защиты гидросферы от сточных вод, содержащих тяжелые металлы разработаны и успешно реализуются на практике различные методы их очистки. В соответствии со справочником наилучших доступных технологий (НДТ), содержащим обобщенную информацию о подходах и методах, применимых при очистке сточных вод на предприятиях, относящихся к областям применения НДТ, сорбционные методы очистки является наиболее экономически целесообразными при очистке сточных вод от тяжелых металлов, по сравнению с другими существующими методами.

Адсорбция представляет собой процесс поглощения загрязняющих веществ твердым материалом – сорбентом. В качестве сорбентов используются природные и синтетические материалы. Несмотря на их разнообразие, многие не удовлетворяют всему комплексу требований, предъявляемых к материалам подобного типа, в связи с чем поиск и разработка новых сорбционных материалов, в том числе природного происхождения, ведется постоянно.

Среди природных сорбентов для очистки сточных вод от тяжелых металлов представляют интерес неорганические сорбенты, представленные в виде различных минеральных пород. Существует множество исследований, направленных на изучение, анализ и совершенствование адсорбционных способностей данных материалов.

Одним из наиболее распространенных материалов для получения сорбентов является природный цеолит.

Природный цеолит – это минеральное сырье, обладающее рядом уникальных свойств: высокой селективностью поглощения, устойчивостью к высоким температурам и агрессивным средам.

Химический состав цеолита представлен оксидами, содержание которых в зависимости от месторождения варьируется [1]:  $\text{SiO}_2$  – 60-70 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 10-14

%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,5-3 %, а также в малых количествах содержатся оксиды кальция, магния, калия, натрия, марганца и фосфора.

Нагревание цеолита до 700 °С способствует повышению сорбционных свойств материала, т. к. из него выделяется вода, что приводит к увеличению сорбента в объеме и возрастании его пористости.

Очистка сточных вод сорбентами на основе цеолита происходит в основном за счет ионного обмена. Сорбент поглощает катионы тяжелых металлов, таких как ртуть, кадмий, цинк и магний, посредством отдачи отрицательно заряженных ионов натрия, кальция или калия.

Способность цеолитов поглощать ионы тяжелых металлов исследовано во многих научных работах. Так, по результатам проводимых исследований [2] степень очистки сточных вод от ионов железа и меди составляет 55 %, от цинка – 80 %, от алюминия и кадмия – 50 %, от магния – 57 %, от хрома – 60 % и от свинца – 75 %.

Адсорбционными свойствами по отношению к тяжелым металлам обладают и глинистые минералы, например, бентонит.

Бентонит – глинистый природный материал, который характеризуется высокой удельной поверхностью, что обуславливает значительную адсорбционную емкость. Как и в цеолитах, очистка сточных вод происходит в процессе ионного обмена. Обменный комплекс бентонита в основном представлен ионами натрия и кальция.

Данный материал проявляет высокую сорбционную емкость по отношению к свинцу, железу, цинку, ионам мышьяка. Кроме того, способен поглощать из очищаемой сточной воды взвешенные вещества (эффективность очистки более 95 %), а также извлекать гумусовые вещества (эффективность очистки 70-98 %) [3].

Благотворно на процесс сорбции влияет повышение температуры, при котором также наблюдается увеличение механической прочности сорбента. Оптимальная температура устанавливается в интервале 550-650 °С. Увеличение температуры приводит к снижению удельной поверхности и, тем самым, к более низким показателям очистки.

Доломит так же относится к карбонатным породам. Очистка осуществляется в процессе ионного обмена. Катионы кальция, магния и калия в эквивалентных количествах обмениваются катионами тяжелых металлов, тем самым увеличивая общую жесткость очищаемой сточной воды.

Эффективность очистки с применением сорбента на основе доломита по отношению к различным тяжелым металлам отличается. Так, высокая степень очистки наблюдалась от марганца, цинка (70 %) и железа (64 %) [4].

Кроме того, проводимое исследование [5], оценивающее адсорбционную способность доломита при воздействии на него ультразвука, показало, что ультразвук благотворно влияет на поглощающую способность сорбционного материала. За 5-10 с. ультразвукового воздействия концентрация железа уменьшилась в 10 раз, концентрация меди – в 4,4 раза, а концентрация ртути – в

2 раза. Данный эффект был достигнут за счет увеличения рН очищаемой воды, что способствовало лучшему осаждению гидроксидов тяжелых металлов.

Также в качестве сорбентов для очистки сточных вод от тяжелых металлов представляют интерес опал-кристаллитовые породы, в которую входят опоки, диатомит и трепел.

Опоки – это легкие, тонкопористые кремнистые породы. В отличие от диатомита и трепела характеризуются большей твердостью и плотностью.

Опока характеризуется большой сорбционной емкостью, пористостью, высокой удельной поверхностью. К его достоинствам относятся механическая прочность, устойчивость к воздействию кислот и щелочей, а также дешевизна материала и его доступность.

Проведенные исследования [6] по изучению эффективности поглощения тяжелых металлов сорбентом на основе данного материала показали, что степень очистки промышленных стоков от кобальта достигает 80-90 %, от меди – 60-65 %, от цинка – 70-90 %, от никеля – 75-95 %, от хрома – 70-95 %.

Диатомит – рыхлая кремнистая порода, легко растирающаяся в порошок. Химический состав диатомита схож с составом опоки:  $\text{SiO}_2$  – не менее 80 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – не более 7,5 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – не более 4 % и оксиды магния и кальция – не более 1,5 %.

Данный материал обладает большой внутренней поверхностью, большой пористостью (содержит до 80-90 % пустот) и малой плотностью. Но, несмотря на перечисленные качества, его использование в качестве сорбента еще мало изучено.

Проявляет хорошую степень очистки от хрома [7] – 50-93 %, что сравнимо с эффективностью опоки (70-95 %). Также изучены степени извлечения ионов кадмия, которая составила 72 %, цинка – 60 %, свинца – 71 % и меди – 66 % [8].

Повышение эффективности диатомита возможно при его модификации. Так, в исследовании [56] проводили обработку сорбента 30 % раствором соляной кислоты и 25 % раствором гидроксида аммония. Полученный модифицированный сорбент показал высокую степень извлечения из сточных вод следующих тяжелых металлов: меди – 99,5 %, кадмия – 99,3 %, цинка – 94 % и свинца – 99,6 %.

Трепел – рыхлая, тонкопористая осадочная порода, имеющая высокие сорбционные показатели. По внешнему виду и среднему химическому составу аналогичен диатомиту, но с меньшим содержанием органических остатков.

Проводимые эксперименты по изучению сорбционных свойств трепела показали его высокую эффективность по отношению к нефтепродуктам, маслам, взвешенным веществам и тяжелым металлам.

Для увеличения сорбционной способности трепела его подвергают термической обработке или модификации органическими, неорганическими веществами, а также кислотами и щелочами.

Термическая обработка трепела происходит при температуре 200-300 °С, при котором наблюдается потеря воды до 80 %. Удаление воды способствует

увеличению пористости материала, а следовательно, и его адсорбционной способности.

Так, в работе [9] термическую активацию образцов трепела проводили в течение 30-60 мин. в интервале температур 200-700 °С, что способствовало увеличению удельной поверхности в 1,4 раза, сорбционного объема пор в 1,25 раз. Наибольший объем пор был достигнут для образца, который подвергся обработке при 500 °С в течение 60 мин.

Так как данный сорбент не обладает высокой ионообменной емкостью, то в работе [10] исследовали способ его повышения путем обработки трепела горячим щелочным раствором. Это способствовало уменьшению содержания в очищаемой воде ионов кальция и магния в 90 и 33 раза соответственно. Кроме того, повысилась поглощение меди и цинка в 2,2 и 3,2 раза соответственно.

Таким образом, проанализировав литературные данные по эффективности применения и разработки сорбентов на основе природных неорганических сорбентов, авторы показали необходимость продолжения работ в данном направлении.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лозинская, Е.Ф. Выбор природных сорбентов для очистки сточных вод от ионов меди (II) / Е.Ф. Лозинская, Т.Н. Митракова, Н.А. Жилиева // Auditorium. – 2014. – № 1. – С. 5-10.
2. Синельцев, А.А. Сорбционная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью модифицированного гранулированного глауконита : дис. ... канд. техн. наук : 03.02.08 Синельцев Алексей Андреевич. – Саратов, 2016. – 160 с.
3. Кошелев, А.В. Разработка технологии получения сорбентов на основе бентонитовых глин для систем очистки воды / А.В. Кошелев, Н.В. Веденева и [др.] // Вода и экология: проблемы и решения. – 2018. – № 2. – С. 32-39.
4. Латыпова, Ф.М. Исследование адсорбционных свойств природных сорбентов для очистки сточных вод / Ф.М. Латыпова, Л.Х. Арасланова и [др.] // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 5. – С. 155-158.
5. Сабахова, Г.И. Методы активации сырьевых компонентов в технологии сульфидов из серы нефтегазового комплекса и аморфного диоксида кремния : монография / Г.И. Сабахова, Р.Т. Ахметова, А.И. Хацринов. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2013. – 124 с.
6. Shachneva, E. Adsorption of cadmium ions from aqueous solutions on modified sorbents / E. Shachneva, D. Archibasova // Chemistry & Chemical Technology. – 2018. – Vol. 12. – P. 182-187.
7. Калюкова, Е.Н. Адсорбционные свойства некоторых природных сорбентов по отношению к катионам хрома (III) / Е.Н. Калюкова, Н.Н. Иванская // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2011. – Т. 11. – С. 496-501.



8. Максатова, А.М. Физико-химические основы получения адсорбента на основе диатомита / А.М. Максатова, А.И. Везенцев и [др.] // Вестник современных исследований. – 2017. – № 7. – С. 162-169.
9. Голушко, О.Г. Физико-химические показатели трепела в зависимости от различных режимов его активации / О.Г. Голушко, А.И. Козинец, М.А. Надаринская // Современное состояние животноводства: проблемы и пути их решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / НИИСХ Юго-Востока – Саратов, 2018. – С. 177-178.
10. Анисимов, В.С. Исследование сорбционных и ионообменных свойств трепела и его химически модифицированного продукта / В.С. Анисимов, К.В. Петров, А.Н. Ратников // Вода: химия и экология. – 2009. – № 10. – С. 12-17.

*Карпова Н. В., Гордели Т. Н., Меркулов Е. А.*

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова, филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ, город Новочеркасск, Российская Федерация

### **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ПРУДАХ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

*Аннотация.* В статье рассматриваются проблемы загрязнения водных источников в современных реалиях, пути защиты и восстановления экологического равновесия на водных объектах с использованием различных конструкций из традиционных материалов.

*Ключевые слова:* факторы, загрязняющие вещества, традиционные материалы, эффективность затрат, сточные воды, платы за сбросы, пруд.

*Karpova N. V., Gordeli T. N., Merkulova E. A.*

Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunova, branch of FSBEI HE Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

### **ECOLOGICAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION TECHNOLOGIES FOR LOCALIZATION OF POLLUTANTS IN PONDS FOR ADDITIONAL WASTEWATER TREATMENT**

*Abstract.* The article deals with the problems of pollution of water sources in modern realities, ways of protecting and restoring ecological balance in water bodies using various structures made of traditional materials.

*Key words:* factors, pollutants, traditional materials, cost efficiency, wastewater, discharge charges, pond.

Целесообразность регулирования различных факторов в биологических прудах для интенсификации деструкции загрязнений сточных вод, включая

сложные органические вещества и соединения азота, обосновывается экологической и экономической эффективностью затрат по сравнению с существующими вариантами. Загрязнение водных источников приводит к снижению всех производственных ресурсов. В основу эколого-экономического анализа заложено предотвращение нанесения ущерба окружающей природной среде за счет уменьшения сброса в открытый водоем с очищенными сточными водами загрязняющих веществ.

Эколого-экономический расчет основывается на общей плате за загрязнение поверхностных и подземных объектов:

$$P_{вод} = P_{нвод} + P_{лвод} + P_{слвод}, \quad (1)$$

где  $P_{нвод}$  – плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов, руб.;

$P_{лвод}$  – плата за сбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов, руб.;

$P_{слвод}$  – плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ, руб.

Плата за сбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы сбросов, определяется путем умножения соответствующих ставок платы на величину загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ:

$$P_{нвод} = \sum_{i=1}^n (C_{нивод} \cdot M_{ивод}), \text{ при } M_{ивод} < M_{нивод}, \quad (2)$$

где  $i$  – вид загрязняющего вещества ( $i = 1, 2, \dots, n$ );

$C_{ивод}$  – ставка платы за сброс 1 тонны  $i$ -го загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов сбросов, руб.;

$M_{ивод}$  – фактический сброс  $i$ -го загрязняющего вещества, т;

$M_{нивод}$  – предельно допустимый сброс  $i$ -го загрязняющего вещества, т.

Ставка платы за сброс 1 т загрязняющего вещества в пределах допустимых нормативов сбросов определяется по зависимости:

$$C_{ивод} = N_{бнивод} \times K_{эвод}, \quad (3)$$

где  $N_{бнивод}$  – базовый норматив платы за сброс 1 т  $i$ -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов, руб.;

$K_{эвод}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния поверхностного водного объекта.

Для большинства административных районов Ростовской области, расположенных в бассейне реки Дон, коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния поверхностного водного объекта принимается равным 3,0.

Плата за сбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов определяется путем умножения соответствующих ставок платы на разницу между лимитными и предельно допустимыми сбросами загрязняющих веществ и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ:

$$P_{\text{ливод}} = \sum_{i=1}^n [C_{\text{ливод}} \parallel (M_{\text{ивод}} - M_{\text{ивод}} - M_{\text{нивод}})] \text{ при } M_{\text{нивод}} \parallel M_{\text{ивод}} \parallel M_{\text{ивод}}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{ливод}}$  – плата за сбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов, руб.;

$C_{\text{ливод}}$  – ставка платы за сброс 1 тонны  $i$ -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб.;

$M_{\text{ливод}}$  – сброс  $i$ -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб.

Ставка платы за сброс 1 тонны  $i$ -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита определяется по зависимости:

$$C_{\text{ливод}} = H_{\text{бливод}} \times K_{\text{эвод}}, \quad (5)$$

где  $H_{\text{бливод}}$  – базовый норматив платы за сброс 1 тонны  $i$ -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб.

Плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующих ставок платы в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы сбросов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент:

$$P_{\text{слвод}} = 5 \cdot \sum_{i=1}^n [C_{\text{ливод}} \cdot (M_{\text{ивод}} - M_{\text{ивод}})] \text{ при } M_{\text{ивод}} \parallel M_{\text{ливод}}, \quad (6)$$

где  $P_{\text{слвод}}$  – плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ.

На основе базовых нормативов платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты в пределах допустимых нормативов сбросов и в пределах установленного лимита, разработанных в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации [1].

Таблица 1

Общая плата за загрязнение водных объектов для биологического пруда

Вещества	ПДС, мг/л	Временно установленный лимит, мг/л	Фактический сброс, мг/л	Фактический сброс, т/год	Плата, руб.
<i>Базовый вариант (до реконструкции биологического пруда)</i>					
Азот аммонийный	0,5	—	0,36	4,32	574776
Азот нитритный	0,02	0,09	0,59	7,08	10337985
Азот нитратный	9,1	—	7,86	94,32	69325
БПК <sub>полн</sub>	4	4,8	4,26	51,12	111953
Фосфаты	1,2	—	1,49	17,88	1057986
Взвешенные вещества	15	—	11,54	138,48	1225548

Окончание табл. 1

Всего	—	—	—	—	13377573
<i>Предлагаемый вариант (после реконструкции биологического пруда)</i>					
Азот аммонийный	0,5	—	0,26	3,12	415116
Азот нитритный	0,02	0,09	0,42	5,04	6945210
Азот нитратный	9,1	—	5,58	66,96	49216
БПК <sub>полн</sub>	4	4,8	3,00	36,00	78840
Фосфаты	1,2	—	1,21	14,52	499050
Взвешенные вещества	15	—	6,67	80,04	708354
Всего					8695786

Снижение платы за сброс очищенных сточных вод составляет:

$$\Delta П = 13377573 - 8695786 = 4681787 \text{ (руб.)},$$

а с учетом коэффициента индексации платы:

$$\Delta П = 4681787 \cdot 48 / 1000 = 244726 \text{ (руб.)}$$

Таким образом, при управлении гидравлическими и биологическими факторами работы биологического пруда, направленном на интенсификацию процесса доочистки сточных вод, эколого-экономический эффект за счет снижения платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты составляет 244,726 тыс. руб., что составляет 35 % от платы за сброс очищенных сточных вод до проведения реконструкции.

В технологических схемах защиты и восстановления экологического равновесия на водных объектах использование различных конструкций из традиционных материалов, как показывает практика, вызывает ряд больших затруднений, связанных с ресурсоемкостью, несовершенством конструкций, которые весьма слабо поддаются биологическим принципам эволюционного совершенствования, недостаточно или полностью не способны выполнять необходимые функциональные задачи и т.п. Использование новых конструкционных материалов с основой из высокопрочных синтетических тканей позволяет совершенствовать существующие и создавать новые технологии по защите водных объектов от загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами и аварийными сбросами (выбросами) от различных технологических систем (очистные сооружения, промышленные предприятия и т.п.), транспортных магистральных нефтепроводов и др.

Применительно к полученным результатам исследований, связанных с использованием высшей водной растительности (ВВР) для процессов деструкции загрязняющих веществ в целях защиты водных объектов от залповых загрязнений на биологических прудах доочистки, нами рекомендуется устраивать ботанические площадки на устьевом участке сброса сточных вод с использованием ТНК (таблица 1).

Ботаническая площадка должна устраиваться на мелководном участке реки (глубина 1...1,5 м) из условий нестеснения русловой части. Размеры ботанической площадки должны определяться в зависимости от сбрасываемого

расхода сточных вод и возможного залпового выброса неочищенных сточных вод. Управление гидравлической структурой потока на ботанической площадке, а также насыщения водной среды кислородом целесообразно осуществлять с использованием ТНК, как это разработано для биологических прудов доочистки.

Используемые в настоящее время технологии очистки и доочистки сточных вод с течением времени потребуют своего совершенствования. В эволюционном процессе совершенствования ТНК, по нашему мнению, будут незаменимы, так как выполняемые из них различные конструкции весьма легко поддаются совершенствованию, используя при этом последние достижения в области фундаментальных и прикладных наук [3].

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что производственные исследования разработанной технологии показали эффективность нитрификации в локализованной зоне, составила около 90%, это свидетельствует о практическом завершении процесса деструкции трудноокисляемых загрязнений. Эколого-экономический эффект за счет снижения платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты составляет 224,726 тыс. руб., что составляет 35 % платы за ущерб водным ресурсам окружающей среды до проведения реконструкции [4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление правительства РФ от 28 августа 1992 г. N 632 (с изменениями на 12 февраля 2003 г.) «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия».
2. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 N 52-ФЗ (последняя редакция).
3. Волосухин, В. А. Строительные конструкции: учебник / В. А. Волосухин, С. И. Евтушенко, Т. Н. Меркулова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. - 555 с.
4. Экологическая составляющая городской территории и ее воздействие на состояние окружающей среды Карпова Н.В. Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. 2015. № 4. С. 123-127.

*Кузахметов М. В., Буркова С. А., Воронцов К. Б.*

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,  
г. Архангельск, Российская Федерация

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

*Аннотация.* В работе был применён метод планирования эксперимента для моделирования процесса коагуляционной очистки лигнинсодержащих сточных вод. Для оценки воздействия рН, дозы коагулянта и продолжительности процесса на выходные параметры - эффективность очистки по лигнину и цветности, остаточное содержание взвешенных веществ использовался центральный композиционный план второго порядка. Была проведена серия опытов с различными коагулянтами: сульфатом и оксихлоридом алюминия, алюмокалиевыми квасцами и сульфатом железа (III). Были получены математические модели (уравнения регрессии), связывающие эффективность очистки исследуемых стоков с условиями обработки. Установлено, что продолжительность обработки практически не влияет на эффективность очистки, влияние рН имеет отрицательный, а дозы коагулянта положительный характер.

*Ключевые слова:* Лигнин, сточные воды, коагуляция, планированный эксперимент.

*Kuzahmetov M. V., Burkova S. A., Vorontsov K. B.*

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk,  
Russian Federation

## **MODELING OF THE PROCESS OF COAGULATION TREATMENT OF WASTE WATER**

*Abstract.* The experimental planning method was used to simulate the process of coagulation treatment of lignin-containing wastewater. A second - order central composite plan was used to evaluate the effects of pH, coagulant dose, and process duration on the output parameters-lignin and chromaticity purification efficiency, and residual suspended matter content. A series of experiments were conducted with various coagulants: aluminum sulfate and oxychloride, aluminum-potassium alum and iron (III) sulfate. Mathematical models (regression equations) were obtained that relate the efficiency of the wastewater treatment under study to the treatment conditions. It was found that the duration of treatment practically does not affect the cleaning efficiency, the effect of pH is negative, and the dose of the coagulant is positive.

*Key words:* Lignin, waste water, coagulation, planned experiment.

В настоящее время в России и во всем мире существует опасность загрязнения водных ресурсов стоками промышленных предприятий. Промышленные сточные воды сильно различаются по составу, силе, потоку и объему в зависимости от конкретной отрасли или производственного предприятия. Типичные отрасли, производящие значительные объемы сточных вод, представлены целлюлозно-бумажными предприятиями, сталелитейными заводами, нефтеперерабатывающими и нефтехимическими предприятиями, заводами по производству химикатов и удобрений, предприятиями по упаковке мяса и птицы, овощей и фруктов и многими другими. Промышленные сточные воды могут содержать соединения, устойчивые к биологическому разложению, или токсичные компоненты, мешающие удовлетворительной работе очистных сооружений [1].

Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности характеризуются высокими уровнями водопотребления и водоотведения. На территории Архангельской области находятся предприятия целлюлозно-бумажной промышленности, которые вносят определённый вклад в техногенное загрязнение водных ресурсов региона. Такими предприятиями являются Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат и предприятие Группы Илим, располагающиеся на реке Северная Двина.

Для очистки сточных вод необходимо выделить из них твёрдую фазу и нарушить агрегативную устойчивость. Для этого существует множество методов по эффективному удалению всевозможных видов загрязнений [2]. На практике применяются такие методы очистки воды, как фильтрование, мембранный метод, метод обратного осмоса, электродиализ, ионный обмен, электрокоагуляция, сорбционная очистка, фотокатализ, коагуляция, флокуляция, озонирование, флотация и другие.

Наиболее опасными веществами в составе сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности является лигнин и его соединения. Поэтому объектами исследований были лигнинсодержащая вода, приготовленная из сульфатного лигнина АО «Архангельский ЦБК» (модельная вода), а также производственные стоки, отобранные на ОАО «Архангельский ЦБК», характеристика которых приведена в табл. 1.

*Таблица 1*

Характеристика сточных вод

Сточная вода	С <sub>л</sub> , мг/л	ЦВ, °ПКШ	С <sub>вв</sub> , мг/л
Модельная вода	400	1800	0
Сток промывки целлюлозы	60	750	47
Сток после отбеливания целлюлозы	267	780	51

Лигнин является высокомолекулярным соединением и для его удаления лучше всего подходит коагуляция. Имеются исследования по применению природных коагулянтов [3, 4], однако, наиболее распространены

неорганические коагулянты, которые и были использованы в данной работе: сульфат алюминия (СА), оксихлорид алюминия (ОХА), алюмокалиевые квасцы (АКК) и сульфат железа (СЖ).

Цель данной работы – оценить возможность и эффективность применения метода планирования эксперимента для коагуляционной очистки лигнин содержащих сточных вод и получить математические модели (уравнения регрессии), связывающие факторы с выходными параметрами.

В качестве факторов эксперимента были выбраны рН, дозировка коагулянта (Д, мг/л) и время обработки ( $\tau$ , мин). Выходными параметрами были выбраны эффективность очистки по лигнину ( $\Theta_{л}$ , %), эффективность очистки по цветности ( $\Theta_{цв}$ , %), содержание взвешенных веществ ( $C_{вв}$ , мг/л).

В работе использовался центральный композиционный план второго порядка. Уровни и интервалы варьирования факторов для модельной и сточной воды и производственных стоков, а также матрица планирования представлены в таблицах 2 и 3, соответственно. В результате проведения эксперимента для модельной сточной воды и производственных стоков были получены результаты (таблицы 4 и 5), обработанные по методике, представленной в [6]. На основании экспериментальных данных были разработаны уравнения регрессии для модельной сточной воды и производственных стоков, представленные в таблицах 6 и 7, соответственно. Все полученные модели были проверены на адекватность по критерию Фишера при уровне значимости 0,05.

Таблица 2

Уровни и интервалы варьирования факторов

Факторы	Уровни варьирования факторов				
	$-\alpha$	-1	0	1	$\alpha$
рН, ( $x_1$ )	4,5	5,0	5,8	6,5	7,0
Дозировка коагулянта, % ( $x_2$ )	20	30	45	60	70
Продолжительность, мин ( $x_3$ )	1,0	1,6	2,5	3,4	4,0

Таблица 3

Матрица планирования эксперимента

№ опыта	Кодированные значения			Натуральные значения		
	рН ( $x_1$ )	Д ( $x_2$ )	$\tau$ ( $x_3$ )	рН ( $x_1$ )	Д ( $x_2$ )	$\tau$ ( $x_3$ )
1	-1	-1	-1	5,0	30	1,6
2	1	-1	-1	6,5	30	1,6
3	-1	1	-1	5,0	60	1,6
4	1	1	-1	6,5	60	1,6
5	-1	-1	1	5,0	30	3,4
6	1	-1	1	6,5	30	3,4
7	-1	1	1	5,0	60	3,4



Окончание табл. 3

8	1	1	1	6,5	60	3,4
9	-1,682	0	0	4,5	45	2,5
10	1,682	0	0	7,0	45	2,5
11	0	-1,682	0	5,8	20	2,5
12	0	1,682	0	5,8	70	2,5
13	0	0	-1,682	5,8	45	1,0
14	0	0	1,682	5,8	45	4,0
15	0	0	0	5,8	45	2,5
16	0	0	0	5,8	45	2,5
17	0	0	0	5,8	45	2,5
18	0	0	0	5,8	45	2,5
19	0	0	0	5,8	45	2,5
20	0	0	0	5,8	45	2,5

Таблица 4

Результаты очистки модельной воды

№	Э <sub>л</sub> , %			Э <sub>цв</sub> , %			С <sub>вв</sub> , мг/л		Э <sub>л</sub> , %	Э <sub>цв</sub> , %	С <sub>вв</sub> , мг/л
	СА	ОХА	АКК	СА	ОХА	АКК	СА	ОХА			
1	80	88	88	87	87	92	25	22	67	78	75
2	7	10	14	4	8	3	30	90	30	45	123
3	81	91	89	85	90	91	17	60	80	85	120
4	55	88	25	62	95	14	3	10	48	60	138
5	88	88	86	91	90	92	61	25	70	82	130
6	3	18	15	2	2	4	15	3	30	48	120
7	90	90	90	90	92	91	60	51	85	90	85
8	48	88	52	54	92	73	18	34	50	60	150
9	89	88	90	92	94	92	50	4	75	88	143
10	10	53	12	6	45	2	5	60	25	36	100
11	60	12	17	60	3	13	3	51	30	42	60
12	83	90	86	91	96	84	80	80	80	85	95
13	76	85	80	79	95	85	72	12	70	82	110
14	85	92	70	92	95	88	20	70	75	89	116
15	54	70	54	48	70	75	32	85	70	84	74
16	58	82	75	64	88	83	42	33	75	88	100
17	76	70	80	80	93	73	25	65	80	80	58
18	75	90	85	81	75	90	6	20	84	88	90
19	80	89	76	85	94	87	10	9	76	90	84
20											

Результаты очистки модельной сточной воды показывают, что эффективность очистки от лигнина достигает 90 % для алюминийсодержащих

коагулянтов, и несколько ниже – 80...85 % при использовании сульфата железа. То же характерно и для эффективности очистки по цветности, которая достигает значений 95 и 90 %, соответственно. Остаточное содержание взвешенных веществ в осветленной воде намного ниже в случае применения алюминийсодержащих коагулянтов – сульфата и оксихлорида алюминия. Таким образом, сульфат железа имеет наименьшие показатели очистки среди испытанных коагулянтов.

Таблица 5

Результаты очистки производственных стоков

№	Сток от промывки целлюлозы			Сток после отбелки целлюлозы		
	Э <sub>л</sub> , %	Э <sub>цв</sub> , %	С <sub>ВВ</sub> , мг/л	Э <sub>л</sub> , %	Э <sub>цв</sub> , %	С <sub>ВВ</sub> , мг/л
1	65,4	88,0	76	35,5	80,0	178
2	56,0	84,0	74	19,2	55,7	136
3	66,3	89,9	106	45,5	94,2	96
4	59,0	85,6	98	24,8	71,6	74
5	66,3	84,9	156	29,9	83,8	192
6	52,1	83,6	40	8,7	39,2	146
7	68,2	90,1	62	38,5	85,6	130
8	60,2	85,2	52	26,2	77,7	112
9	57,0	84,8	72	36,5	89,1	90
10	56,4	80,5	18	20,5	68,1	132
11	52,0	85,9	24	10,5	71,1	228
12	66,7	86,1	108	32,7	82,3	80
13	65,2	89,7	34	20,5	35,4	224
14	65,3	70,3	12	15,0	59,5	110
15	65,0	81,7	46	26,2	70,1	132
16	64,6	90,7	24	31,5	81,0	126
17	60,4	90,0	12	25,2	81,5	132
18	68,2	89,2	22	29,9	31,6	70
19	66,0	88,7	32	16,6	79,5	130
20	64,5	77,5	20	22,2	41,8	108

Результаты очистки производственных стоков проводились с использованием только оксихлорида алюминия, как наиболее эффективного по данным обработки модельной воды. Производственные стоки имеют более сложный состав и эффективность их очистки по всем показателям на 10...20 % ниже, чем у модельной сточной воды.

Проанализировав полученные уравнения регрессии можно сделать следующие заключения. На эффективность очистки от лигнина и цветности оказывают влияние рН и доза коагулянта, причем влияние первого фактора отрицательно, а второго – положительно, данный факт характерен для

уравнений всех коагулянтов и сточных вод. Продолжительность как фактор в вышеуказанных уравнениях отсутствует и, значит, существенного влияния на удаление лигнина и цветности не оказывает. Кроме того, наибольшая эффективность очистки, то есть максимальные значения  $\mathcal{E}_л$  и  $\mathcal{E}_{цв}$  и минимальные значения  $C_{ВВ}$  были получены при использовании оксихлорида алюминия.

Таблица 6

Уравнения регрессии для модельной сточной воды

Параметр	Коагулянт	Математические модели
$\mathcal{E}_л, \%$	СА	$Y=69,09-26,27 \cdot X_1+9,86 \cdot X_2+11,25 \cdot X_1 \cdot X_2-3,50 \cdot X_1 \cdot X_3-9,04 \cdot X_1^2$
	ОХА	$Y=80,04-15,51 \cdot X_1+20,80 \cdot X_2+17,88 \cdot X_1 \cdot X_2-3,24 \cdot X_1^2-10,13 \cdot X_2^2+3,13 \cdot X_3^2$
	АКК	$Y=72,45-27,68 \cdot X_1+12,38 \cdot X_2+5,38 \cdot X_1 \cdot X_2-7,79 \cdot X_1^2-7,61 \cdot X_2^2$
$\mathcal{E}_{цв}, \%$	СА	$Y=72,75-27,50 \cdot X_1+11,65 \cdot X_2+14,13 \cdot X_1 \cdot X_2-10,50 \cdot X_1^2+2,41 \cdot X_3^2$
	ОХА	$Y=82,77-17,89 \cdot X_1+24,77 \cdot X_2+21,50 \cdot X_1 \cdot X_2-4,93 \cdot X_1^2-12,00 \cdot X_2^2+4,09 \cdot X_3^2$
	АКК	$Y=83,30-30,99 \cdot X_1+14,45 \cdot X_2+4,76 \cdot X_3+10,25 \cdot X_1 \cdot X_2+7,50 \cdot X_1 \cdot X_3+7,25 \cdot X_2 \cdot X_3-13,20 \cdot X_1^2-12,67 \cdot X_2^2$
$C_{ВВ}, \text{мг/л}$	СА	$Y=20,8-12,6 \cdot X_1+7,1 \cdot X_2-9,9 \cdot X_1 \cdot X_3+5,2 \cdot X_2^2+6,8 \cdot X_3^2$
	ОХА	$Y=36,4-14,1 \cdot X_1 \cdot X_2+12,4 \cdot X_2 \cdot X_3+8,3 \cdot X_2^2$
$\mathcal{E}_л, \%$	СЖ	$Y=77,43-16,70 \cdot X_1+10,99 \cdot X_2+1,35 \cdot X_3-9,82 \cdot X_1^2-8,05 \cdot X_2^2-1,86 \cdot X_3^2$
$\mathcal{E}_{цв}, \%$	СЖ	$Y=85,76-15,33 \cdot X_1+8,37 \cdot X_2+1,74 \cdot X_3-8,59 \cdot X_1^2-8,06 \cdot X_2^2$
$C_{ВВ}, \text{мг/л}$	СЖ	$Y=79,63+7,60 \cdot X_2-9,38 \cdot X_2 \cdot X_3+17,23 \cdot X_1^2+14,22 \cdot X_3^2$

Таблица 7

Уравнения регрессии для производственных стоков (СА)

Сточная вода	Параметр	Математические модели
Сток от промывки целлюлозы	$\mathcal{E}_л, \%$	$Y=64,65-2,92 \cdot X_1+2,83 \cdot X_2-2,52 \cdot X_1^2-1,58 \cdot X_2^2$
	$\mathcal{E}_{цв}, \%$	$Y=86,06-1,59 \cdot X_1-2,66 \cdot X_3-1,41 \cdot X_3^2$
	$C_{ВВ}, \text{мг/л}$	$Y=24,72-16,60 \cdot X_1+8,29 \cdot X_2+12,50 \cdot X_1 \cdot X_2-14,50 \cdot X_1 \cdot X_3-17,00 \cdot X_2 \cdot X_3+14,59 \cdot X_1^2+22,02 \cdot X_2^2$
Сток после отбелки целлюлозы	$\mathcal{E}_л, \%$	$Y=25,04-7,13 \cdot X_1+5,79 \cdot X_2-2,27 \cdot X_3+2,44 \cdot X_1^2-1,37 \cdot X_3^2$
	$\mathcal{E}_{цв}, \%$	$Y=63,97-9,86 \cdot X_1+6,53 \cdot X_2+4,80 \cdot X_1 \cdot X_2+6,30 \cdot X_1^2+5,63 \cdot X_2^2-4,71 \cdot X_3^2$
	$C_{ВВ}, \text{мг/л}$	$Y=116,56-35,79 \cdot X_2+10,69 \cdot X_2^2+15,29 \cdot X_3^2$

В целом, данные математические модели могут быть использованы для расчета эффективности процесса коагуляционной очистки как модельных, так и производственных сточных вод и прогнозирования результатов очистки при заданных условиях без проведения эксперимента.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Developments in wastewater treatment methods [Electronic resource] / Amit Sonune [et al.] // Elsevier. – 2004. – Iss. 167. - P. 55–63. – Electronic text data. –

Mode of access : <https://doi.org/10.1016/3.desal.2004.06.113>, free access (15.04.2021). – Title from screen.

2. Смаилов, Д.Ж. Современные методы очистки сточных вод [Текст] / Д.Ж. Смаилов, М.В. Фесенко // Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук : материалы международной науч.-практ. конф.: посвящ. 75-летию доктора хим. наук, проф. В. В. Полякова 21 февраля 2020 г. / Сев.-Казахстанский гос-ный ун-т им. М. Козыбаева. – Петропавловск, 2020. – Т. 2. – С. 77-80.
3. Optimization of coagulation-flocculation process for colour removal from azo dye using natural polymers: response surface methodological approach methods [Electronic resource] / I. A. Obiora-Okafo [et all.] // Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH). – 2017. – Iss. 36(2). - P. 482–495. – Electronic text data. – Mode of access : <http://dx.doi.org/10.4314/njt.v36i2.23> (16.04.2021). – Title from screen.
4. Obiora-Okafo I.A Optimization of coagulation-flocculation process for colour removal from synthetic dye wastewater using natural organic polymers: Response surface methodology applied [Electronic resource] / Obiora-Okafo I.A, Onukwuli O.D // International Journal of Scientific & Engineering Research. – 2015. – Vol. 6. - Iss. 12. – P. 693-704.
5. Богданович Н. И. и др. Планирование эксперимента в примерах и расчетах //Архангельск: САФУ. – 2010. – 90 с.

*Ракишева Д. А.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

## **МЕТОДЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНОЙ ВОДЫ**

*Аннотация.* В статье проанализированы методы обеззараживания сточной воды, такие как хлорирование, озонирование и УФ-обеззараживание. Приведены достоинства и недостатки данных методов. Рассмотрено негативное влияние методов обеззараживания на окружающую среду.

*Ключевые слова:* Обеззараживание сточной воды, хлорирование, озонирование, обеззараживание ультрафиолетовым излучением.

*Rakisheva D. A.*

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation

## **METHODS OF DISINFECTING WATER**

*Abstract.* The article analyzes the methods of waste water disinfection, such as chlorination, ozonation and ultraviolet disinfection. The advantages and disadvantages of these methods are presented. The negative impact of disinfection methods on the environment is considered.

*Key words:* Disinfecting water, chlorination, ozonation, ultraviolet disinfection.

Очистка сточной воды является актуальной проблемой во многих странах. Во многих сточных водах присутствуют возбудители серьезных заболеваний, а именно холеры дизентерии, тифа, вирусного гепатита, полиомиелита, лямблиоза, лептоспироза, бруцеллёза, туберкулёза, гельминтозы и других.

Согласно информации Всемирной организации здравоохранения, около 65% населения мира получали инфекционные заболевания из-за контакта с загрязненными водоемами, на которых оказывало влияние и сточные воды [1]. В итоге, одним из важных моментов очистки сточной воды стало ее обеззараживание.

На данный момент распространение получили три метода обеззараживания сточной воды: обеззараживание хлором, озоном и ультрафиолетовым излучением. Хлорирование и озонирование – это химический метод обеззараживания, основанный на окисление оболочек клеток микроорганизма, вследствие происходит разрушение и гибель этих микроорганизмов [1]. Уф-обеззараживание – это физический метод, основанный на мгновенном разрушение микроорганизмов излучением ультрафиолета.

Хлорирование получило широкое использование, так как метод простой и менее затратный. В процессе используется газообразный хлор, гипохлорит натрия или диоксид хлора. Хлорирование имеет высокую степень очистки в отношении бактерий, но вирусы в сточной воде уничтожаются не так эффективно, что является одним из недостатков. Еще одним недостатком является образование в процессе взаимодействия воды после хлорирования с фенольными соединениями опасных органических веществ: тригалогенметана, хлорфенола хлорамина. Данные соединения имеют высокую токсичность, мутагенность и канцерогенность, при этом их нельзя удалить в процессе биологической очистки. Также, остатки хлора в очищенной воде оказывают негативное влияние на живые организмы в водоеме и останавливают их процесс самоочищения.

В настоящее время стараются заменить обеззараживание хлором на более эффективный и экологический метод обеззараживания, этому способствуют и нормативные документы по санитарно-эпидемиологическому надзору за обеззараживанием сточной воды в России [2], которые ограничивают содержание хлора в очищенной воде.

Как уже сказано выше, следующий распространенный метод обеззараживания – это озонирование. Данный метод является более эффективным по сравнению с хлорированием, погибают как бактерии, так и вирусы, споры плесени. Но обеззараживание озоном имеет свои нюансы. Например, в процессе обеззараживания стоков с высокой концентрацией органических соединений образуются токсичные вещества. Из этого следует, что сточную воду перед озонированием важно предварительно очищать. Недостатками метода является большое потребление электроэнергии, которое расходуется на получение озона, высокая токсичность озона, немалые эксплуатационные расходы [3]. Озонирование целесообразно использовать как

заключительный этап очистки сточной воды, когда требуется наименьшее количество озона или при необходимости обезвреживания токсичных соединений, находящихся в очищаемой воде.

На сегодняшний день более эффективным и действенным методом обеззараживания, которое производит дезинфекцию сточной воды и не содействует появлению вредных токсичных соединений в воде, прошедшей обеззараживание, является метод обеззараживания ультрафиолетовым излучением. УФ-обеззараживание отлично справляется с большинством микроорганизмами находящихся в воде, в частности убивает бактерии и вирусы, которые относятся к возбудителям дизентерии, холеры, тифа, туберкулёза, вирусного гепатита. Уничтожение микроорганизмов происходит под действием прямых ультрафиолетовых лучей, которые оказывают разрушающее действие на молекулы ДНК и оболочку клеток этих микроорганизмов. При УФ-обеззараживании в воду не добавляют химические соединения. Самое главное в методе – это выбрать необходимую дозу излучения для уничтожения микроорганизмов.

Не сложная технология и высокая эффективность УФ-обеззараживания сделало его популярным во многих странах. Сейчас появляются все более мощные и энергосберегающие источники УФ-излучения и новые конструктивные решения оборудования для УФ-обеззараживания, что делает метод конкурентоспособным в сравнение с другими способами обеззараживания.

В последнее время наблюдается рост устойчивости патогенной микрофлоры к хлору, озону и ультрафиолету. Так, за 15-20 лет воздействие хлора на микроорганизмы снизилось в 5-6 раз, влияние озона в 2-3 раза, а ультрафиолета в 2-4 раза [1]. Следовательно, в будущем будет увеличение дозы хлора и озона для обеззараживания сточной воды, что будет оказывать негативное влияние на водоемы. Но увеличение дозы УФ-излучения не повлияет на окружающую среду, что является преимуществом.

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что УФ-обеззараживание наиболее эффективное по борьбе с вирусами по сравнению с хлорированием и озонированием и не образует токсичных соединений в сточной воде. Использование УФ-излучения для обеззараживания ливневых, хозяйственных и бытовых сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, в отличие от химических методов обеззараживания, в большей мере отвечает требованиям по охране окружающей среды [4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шляпин С.Н. Сравнение различных методов обеззараживания сточных вод // Производственно-практический журнал «Водоснабжение и водоотведение». 2013. №3/13. С. 20-25.
2. Методические указания МУ 2.1.5.800-99: Организация госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод / Минздрав России: Москва, 2000.

3. Очистка сточных вод озонированием [Электронный ресурс]. – URL: <http://stroy-spravka.ru/ochistka-stochnykhvod-ozonirovaniem> (дата обращения: 27.04.2021).
4. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177?marker=7DI0K8> (дата обращения: 27.04.2021).

*Хасанова Э. А., Дергилёва А. С., Кострюкова П. В., Вдовина И. В.*

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

### **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД НА ГАЗОКОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ**

*Аннотация.* В работе проведен анализ воздействия газокomppressorной станции на окружающую среду. Рассмотрены и проанализированы различные способы очистки сточных вод. Выделена наиболее оптимальная технология очистки производственных и хозяйственно-бытовых стоков на газокomppressorной станции.

*Ключевые слова:* Вода, очистка, стоки, газокomppressorная станция, окружающая среда, гидросфера.

*Khasanova E. A., Dergileva A. S., Kostryukova P. V., Vdovina I. V.*

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

### **DEVELOPMENT OF MEASURES FOR TREATMENT OF WASTE WATER AT A GAS COMPRESSOR STATION**

*Annotation.* The paper analyzes the impact of the gas compressor station on the environment. Various methods of wastewater treatment are considered and analyzed. The most optimal technology for the purification of industrial and household wastewater at a gas compressor station has been identified.

*Key words:* Water, treatment, effluents, gas compressor station, environment, hydrosphere.

Газовая отрасль России – это сложная система, которая включает в себя добычу, транспортировку, хранение и переработку газа. Единая система газоснабжения (ЕСГ) имеет достаточно обширный состав, структура которого представлена в табл. 1 [1].

Таблица 1

## Состав Единой Системы Газоснабжения

№	Наименование	Количество/ протяженность
1	Газовые и газоконденсатные месторождения	Более 200 шт.
2	Магистральные газопроводы (МГ) и отводы	170,7 тыс. км
3	Линейные компрессорные станции (КС)	250 шт.
4	Газоперекачивающие агрегаты (ГПА)	3825 шт.
6	Газоперерабатывающие заводы	16 шт.

Данные Экологических отчётов ПАО Газпром по динамике выбросов загрязняющих веществ, динамике водоотведения и образования отходов от предприятий газовой отрасли за последние 5 лет в период 2015-2019 гг. представлены на рисунках 1, 2 и 3 [2].

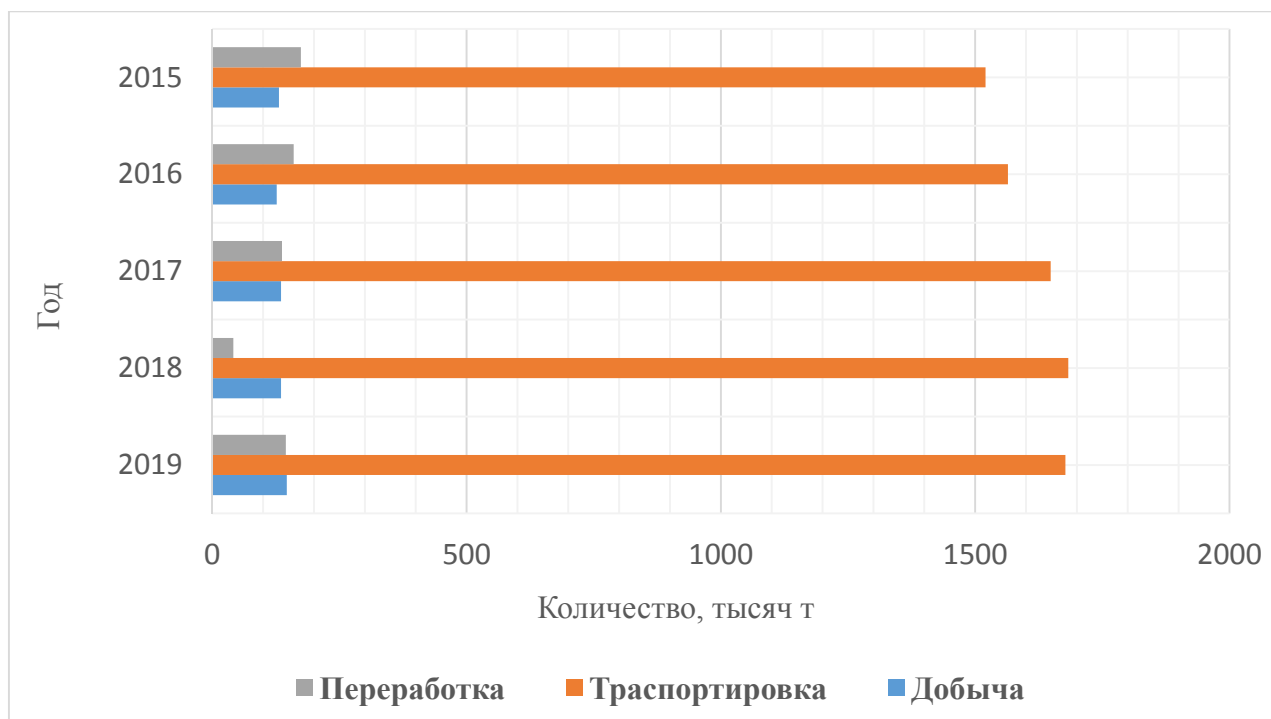


Рис. 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ



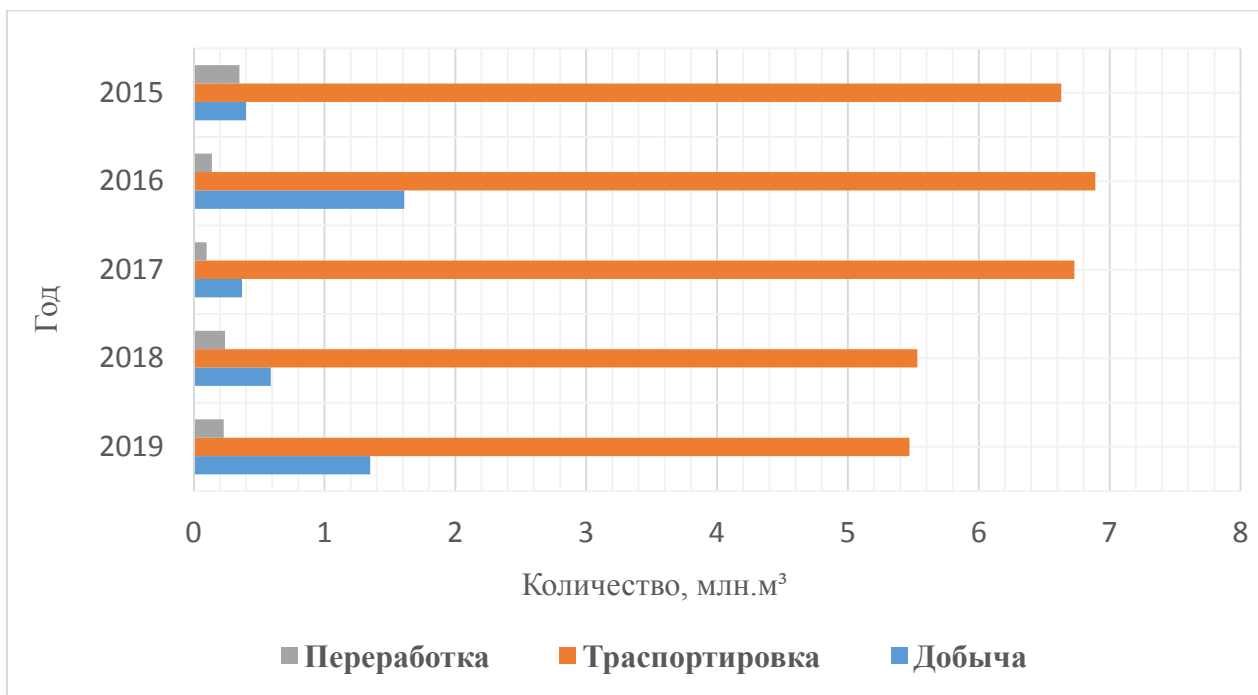


Рис. 2. Динамика водоотведения в водные объекты

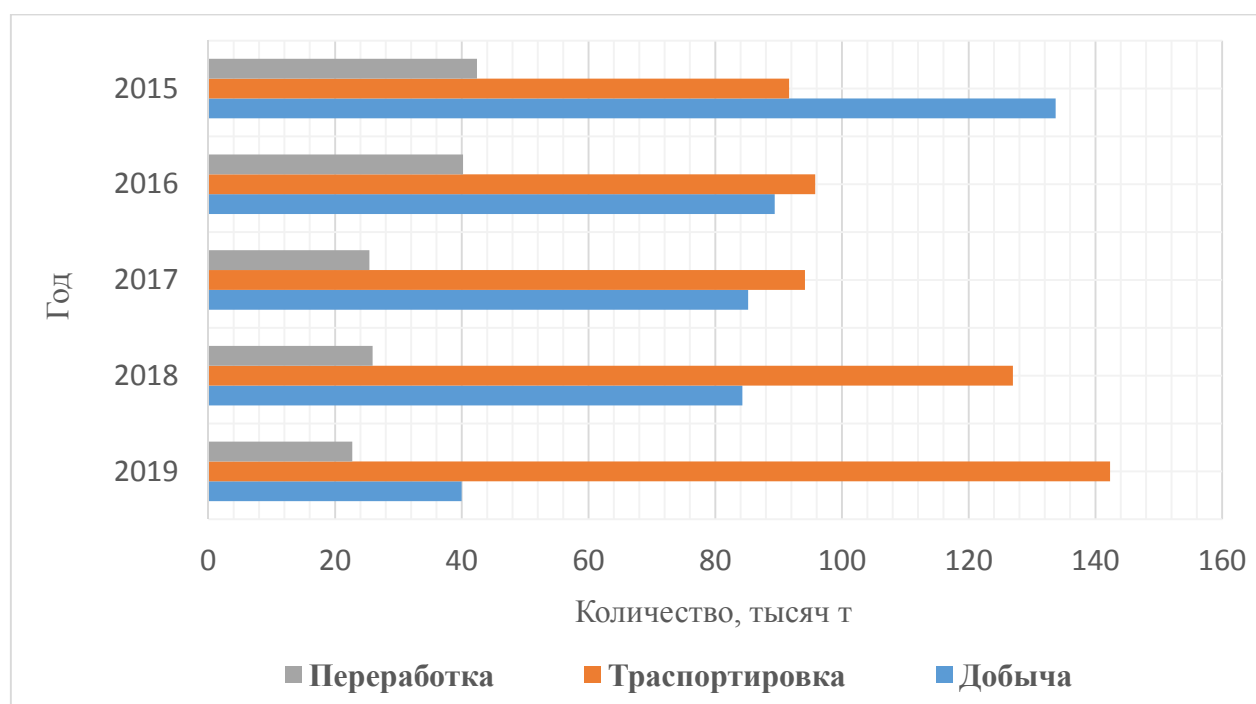


Рис. 3. Динамика образования отходов

Доля выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников предприятий газового комплекса составила около 9% всех выбросов России, это около 2797 тыс. т загрязняющих веществ. В ходе различной деятельности, а именно переработки, транспортировки и добычи природного газа более

негативное влияние на окружающую среду оказывает именно транспорт газа [3,10].

Одним из основных объектов системы транспорта газа, которое оказывает негативное воздействие на окружающую среду, является газокompрессорная станция. Потому что именно здесь сосредоточено наибольшее количество различного производственного оборудования, предназначенного для того, чтобы обеспечить технологический процесс транспорта газа. В состав компрессорной станции обычно входят объекты технологической зоны – газоперекачивающие агрегаты и связанные с ними технологические установки очистки и охлаждения газа, узлы сбора жидкости, емкости сбора конденсата. Также имеется ряд вспомогательных объектов – дизельные электростанции, ремонтные мастерские, котельные. Каждый из этих объектов характеризуется своим специфическим влиянием на различные компоненты окружающей среды [4,9].

В целом на газокompрессорной станции учтено 245 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, из них: организованных – 217, неорганизованных – 28, основными источниками выбросов являются ГПА. Работа станции в целом сопровождается выбросом в атмосферу около 24 наименований загрязняющих веществ, в том числе твердых – 7, жидких и газообразных – 17. Приоритетными загрязняющими веществами, выделяющимися в атмосферу, являются: диоксид азота, оксид азота, оксид углерода и метан.

В гидросферу ежегодно сбрасывается 24747,00 т сточных вод. Основными загрязнителями сточных вод являются: взвешенные вещества, БПК<sub>полн.</sub>, азот аммонийный, фосфаты, СПАВ, нефтепродукты, нитраты, нитриты, ХПК, тяжелые металлы, но многие загрязняющие вещества значительно превышают допустимые значения (ПДК).

В результате деятельности на газокompрессорной станции образуются 32 вида отходов производства и потребления. К отходам производства относятся: отработанные масла; шлам и газовый конденсат; люминесцентные (ртутные) лампы; металлолом и различные виды пластика. Ко второй категории относится бытовой мусор и различные пищевые отходы. Всего ежегодно образуется 76,8 т отходов, среди которых преобладают отходы 4-го класса опасности [5].

Проанализирована деятельность газокompрессорной станции «Заполярная» и составлена схема входных и выходных потоков воздействия предприятия на окружающую среду, представленная на рисунке 4.

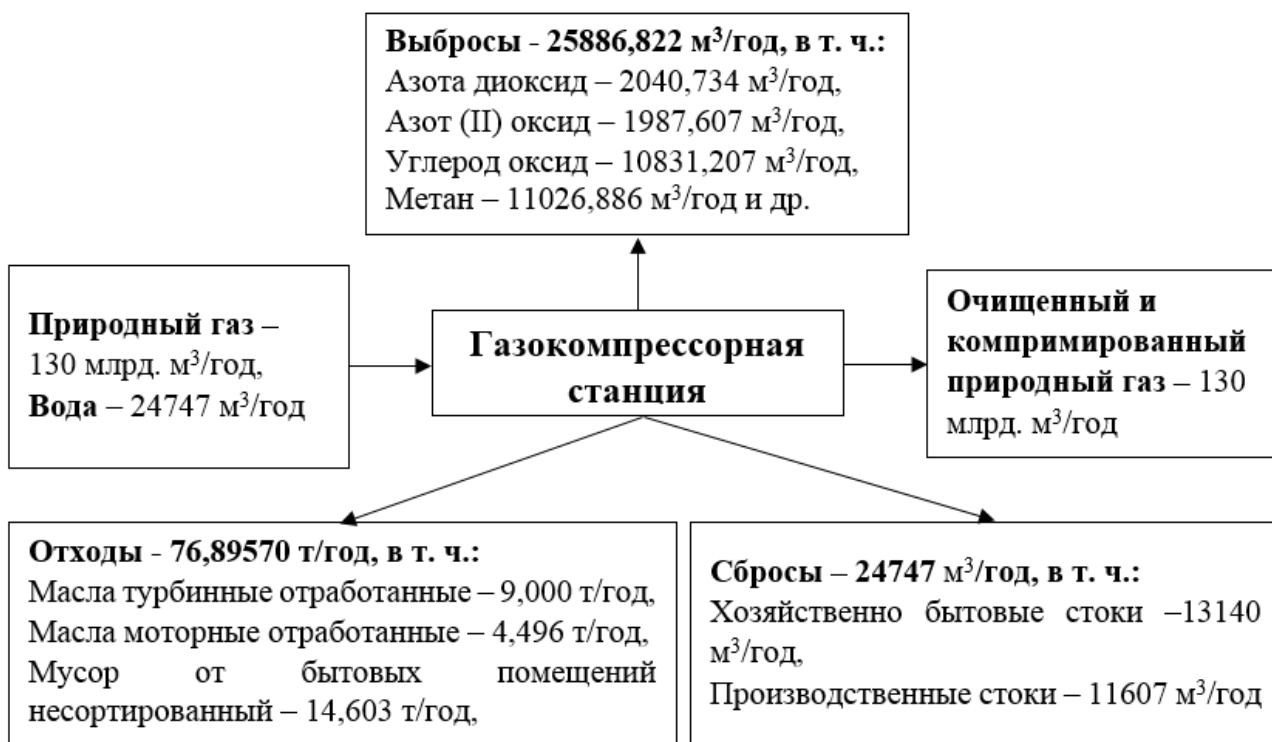


Рис. 4. Баланс выходных и входных материальных потоков

Газокомпрессорная станция оказывает негативное воздействие в определенной степени на атмосферу, гидросферу и литосферу.

На предприятии используются фильтры для очистки воздуха, что снижает негативное воздействие на атмосферу.

Отходы накапливаются на 13-ти местах накопления отходов на территории предприятия. На ГКС осуществляется раздельное накопление образующихся отходов по их видам и классам опасности. Станция не имеет собственного или арендуемого полигона твердых бытовых отходов. В связи с этим, предприятие передает образующиеся отходы сторонним организациям.

Но основной проблемой на предприятии является очистка производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод. На данный момент на станции существует только механическая водоочистка, которой крайне недостаточно для полной очистки стоков от загрязняющих веществ. Поэтому на предприятии требуется создание более эффективной очистной системы, где будут внедрены современные и действенные методы очистки сточных вод и высокопроизводительные очистные сооружения.

Существует множество технологий по очистке производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод:

Канализационные очистные сооружения рулонного типа, которые предусматривают очистку производственных стоков с помощью трёх блоков: аэротенка-отстойника, доочистки и аэробного стабилизатора избыточного ила [6].

Очистное оборудование «Бионикс» предусматривает очистку производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод с помощью

первичного отстойника; зоны анаэробного усреднителя; одноступенчатого биореактора, вторичного отстойника; блока доочистки [7].

Очистные сооружения для производственных и бытовых стоков предусматривает очистку хозяйственно-бытовых сточных вод с помощью блоков усреднения; блока предварительной очистки; блока флотации; насосной станции очищенных стоков; блока нагрева, обработки осадка [8].

Усовершенствованная и обновленная система очистки сточных вод включает в себя следующее: производственно-дождевые воды проходят два этапа очистки от нефтепродуктов, после чего по трубам поступают к хозяйственно-бытовым стокам и вместе следуют в канализационные насосные станции бытовых стоков, где перекачиваются на канализационные очистные сооружения. Этапы водоочистки: I ступень механической очистки; физико-химическая очистка; II ступень механической очистки; биологическая очистка; доочистка (рис. 5).

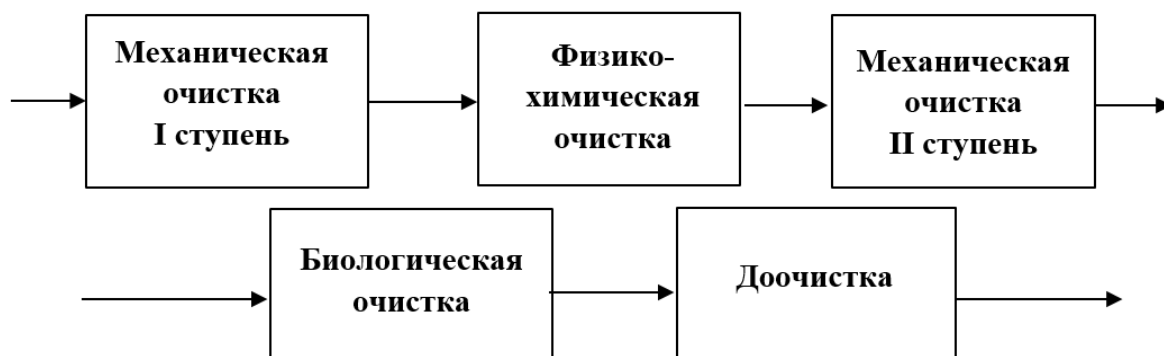


Рис. 5. Блок-схема предлагаемой очистной системы

Составлен и подсчитан материальный баланс природосберегающей технологии, сводная таблица которого представлена в табл. 2.

Таблица 2

Материальный баланс технологического процесса очистки производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод

Приход				
	кг/ч	т/сут	т/год	% <sub>масс</sub>
1	2	3	4	5
1. Загрязн. произв. вода	1325,000	31,800	11607,000	36,10
1.1 Нефтепродукты	1,000	0,024	8,760	-
1.2 Взвешенные вещества	6,000	0,144	52,560	-
2. Хоз.-бытовая вода	1500,000	36,000	13140,000	40,87
2.1 БПК	1,000	0,024	8,760	-
2.2 СПАВ	0,010	0,00024	0,088	-
2.3 Фосфаты	0,008	0,00019	0,070	-

2.4 Азот аммонийный	0,116	0,00278	1,0115	-
2.5 Взвешенные вещества	1,200	0,02880	10,512	-
3. Активный ил	845,328	20,288	7405,075	23,03
<b>ИТОГО</b>	<b>3670,328</b>	<b>88,088</b>	<b>32152,075</b>	<b>100,00</b>
<b>Расход</b>				
1. Очищенная вода	2815,730	67,57653	24665,432	76,717
2. Взвешенные вещества	7,171	0,17211	62,821	0,195
3. Нефтепродукты	0,999	0,02399	8,756	0,027
4. Избыточный активный ил	846,317	20,31162	7413,739	23,058
5. Потери	0,111	0,002672	0,974	0,003
<b>ИТОГО</b>	<b>3670,328</b>	<b>88,088</b>	<b>32152,075</b>	<b>100,000</b>

По выполненным расчётам выявлено, что для очистки 24747 т загрязненных вод требуется 7405 т активного ила.

По результатам анализа всех данных можно сделать вывод, что в результате деятельности газокomppressorной станции основному негативному воздействию подвергается гидросфера. Однако предлагаемый способ очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод является достаточно эффективным, действенным и современным методом, что позволит газокomppressorной станции уменьшить негативное антропогенное влияние на гидросферу Земли.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаев А.С. Единая транспортная система: учеб. М.: Лицей, 2011. 126 с.
2. Экологический отчет ПАО «Газпром» за 2019 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.gazprom.ru/f/posts/13/830510/gazprom-ecology-report-2014.pdf](http://www.gazprom.ru/f/posts/13/830510/gazprom-ecology-report-2014.pdf). Дата обращения: 15.09.2020.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году». [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/). Дата обращения: 25.10.2020.
4. Островская А.В. Экологическая безопасность газокomppressorных станций: учеб. – 2-е изд. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. 151 с.
5. Козаченко А.Н. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов: М.: Нефть и газ, 1999. 463 с.
6. Патент № 2019145132 РФ. Канализационные очистные сооружения рулонного типа / П.А. Ермаченко; опубл. 21.07.2020.
7. Патент № 2020104010 РФ. Очистное оборудование / А. С. Шевченко; опубл. 12.05.2020.
8. Патент № 2014145499/05 РФ. Очистные сооружения для производственных и бытовых стоков / А. К. Стрелков; опубл. 20.04.2016.
9. Дорош И. В., Нафикова Э. В., Александров Д. В., Нуруллина А. Р. Коррозионный мониторинг магистральных нефтепроводов. 2020. № 4-2(56). С. 60-61.

10. Шайдуллин Р. Р., Кострюкова Н. В., Елизарьев А. Н. Обеспечение безопасности на объектах газопереработки: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Уфа. 2020. С. 121-125.

*Штолина В.В., Ксенофонов Б.С.*

Московский Государственный Технический Университет имени Н. Э. Баумана, г. Москва, Российская Федерация.

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ФЛОТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД**

*Аннотация.* В работе проведен подробный обзор флотационной очистки жиросодержащих сточных вод с применением второго рабочего раствора, отмечена сущность данного метода интенсификации, механизм воздействия, а также влияние на эффективность флотационной очистки.

*Ключевые слова:* Очистка сточных вод, жиросодержащие сточные воды, флотация, вторая рабочая жидкость, легкорастворимый газ.

*Shtolina V.V., Ksenofontov B.S.*

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

## **INTENSIFICATION OF FLOTATION TREATMENT OF GREASY WASTEWATER**

*Abstract.* In work provides a detailed review of the flotation treatment of greasy wastewater using a second working solution, the essence of this intensification method, the mechanism of action, as well as the effect on the efficiency of flotation treatment are noted.

*Key words:* Wastewater treatment, greasy wastewater, flotation, second working fluid, readily soluble gas.

Флотация – один из наиболее эффективных методов очистки производственных сточных вод, который позволяет удалять такие загрязнения как жиры, нефтепродукты и поверхностно-активные вещества. Данный метод основывается на способности пузырьков газа приклеиваться к взвешенным частицам, которые находятся в воде, и подниматься вместе с ними на поверхность пенного слоя, при этом происходит эффект осветления воды. Сущность флотации заключается в специфическом действии молекулярных сил, вызывающих слипание частиц примесей с пузырьками газа, всплывание флотокомплексов и образование на поверхности жидкости пенного слоя, содержащего извлеченные вещества [1].

Флотационная очистка получает все более широкое распространение в очистке жиросодержащих сточных вод. Этому способствует развитие

представлений о возможности использования различных систем аэрации, а также возможности применения различных конструкционных решений и множества реагентов [2]. Представляется целесообразным использование комбинированных систем аэрации, а также их сочетания в виде двух или нескольких рабочих жидкостей.

Интенсифицировать флотационный процесс можно с помощью использования второй рабочей жидкости. Вторая рабочая жидкость – это, как правило, водовоздушная смесь или жидкость легкорастворимого газа (например, углекислого газа, метана, сероводорода). Вводится такая жидкость одновременно с первым рабочим раствором. Зачастую используется именно углекислый газ, поскольку он является легкодоступным газом, образующимся повсеместно, достаточно бюджетный, а метан или сероводород плохо применимы в эксплуатационном отношении, с ними гораздо сложнее работать.

Сущность интенсификации данного способа заключается в том, что вводимый сначала под давлением 0,4-0,6 МПа воздух выделяется во флотокамере в виде пузырьков размером 0,2-0,5 мм, а затем в него диффундирует углекислый газ, что способствует увеличению размеров пузырька. При этом воздуха подается 5-10 % от всего расхода очищаемой воды. В этом случае насос будет работать в качестве диспергатора и способствовать перемешиванию раствора [1].

Процесс, который мы наблюдаем:

- Образование флотокомплекса;
- Постепенное увеличение газового пузырька за счет выделения легкорастворимого газа;
- Значительное увеличение скорости подъема флотокомплексов во всем объеме жидкости;
- Не наблюдается увеличение интенсивности разрушения комплексов «частица-пузырек»;
- Эффективность извлечения загрязнений значительно возрастает;

Механизм воздействия раствора легкорастворимого газа на флотокомплексы заключается в следующем: после воздействия воды, насыщенной раствором воздуха, образуется малый пузырек на частице загрязнений, а затем в него начинает диффундировать хорошо растворимый газ. В образовавшийся флотокомплекс из пузырька труднорастворимого газа, то есть воздуха, устремляется хорошо растворимый газ ( $\text{CO}_2$ ), потому что углекислый газ не хочет выделяться из жидкости, он может выделяться только в принудительном порядке. Углекислый газ устремляется в «газовый зародыш», который образовался из труднорастворимого газа, то есть воздуха. Таким образом, сначала выделяется труднорастворимый газ в виде малых пузырьков, в них далее диффундирует хорошо растворимый газ, то есть углекислый газ, и пузырек увеличивается в размерах. Пузырек увеличивается, когда флотокомплекс уже был сформирован из малого пузырька и слипшейся с ним частицы. Образовавшаяся пара начинает подниматься в пенный слой. Подобный флотокомплекс в пенном слое начинает коалисцировать с другими

флотокомплексами, то есть объединяется в более крупные агрегаты пузырьков, что позволяет захватывать более крупные загрязнения. За счет этого происходит уплотнение пены, то есть в пене содержится меньшее количество воздуха, что впоследствии позволяет легко ее собирать, транспортировать, утилизировать и она занимает меньшее количество места. Данный способ позволяет уменьшить время флотации, повысить скорость флотации и скорость протекания процесса в целом в 2-2,5 раза, поскольку с введением второй рабочей жидкости, скорость всплывания флотокомплексов значительно возрастает [3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ксенофонтов Б.С. Водоподготовка и водоотведение: учеб. пособие. М.: Изд-во «Форум»: ИНФРА-М, 2018. 296 с.
2. Штолина В.В. Интенсификация реагентной обработки жиросодержащих сточных вод. / Б.С. Ксенофонтов, В.В. Штолина // К.: Изд-во ИП Сагиева А.Р. Химия и инженерная экология: сборник трудов международной научной конференции, 2020. 380 с.
3. Школьная Е.И. Интенсификация напорной флотации путем введения двух рабочих растворов. / Е.И. Школьная, А.С. Козодаев // М.: ИД «Universum: химия и биология: электрон. научн. журнал», 2016. №9 (27).



## **СЕКЦИЯ 5. «ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ»**

*Августинович А. А., Власенко Е. К.*

«Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

### **РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Аннотация.* В работе проведен ретроспективный анализ общей и первичной заболеваемости детского населения Республики Беларусь, как в целом, так и в разрезе областей республики за период с 2008 по 2019 год: проанализирована структура и динамика заболеваемости, выявлены основные тенденции.

*Ключевые слова.* Заболеваемость детского населения, общая заболеваемость, первичная заболеваемость, динамика, структура.

*Augustinovich A. A., Vlasenko E. K.*

International State Ecological Institute named after A.D. Sakharov Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

### **RETROSPECTIVE ANALYSIS OF MORBIDITY OF CHILD POPULATION OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Annotation.* The work carried out a retrospective analysis of the general and primary morbidity of the child population of the Republic of Belarus, both in general and in the context of the regions of the republic for the period from 2008 to 2019: the structure and dynamics of morbidity were analyzed, the main trends were identified.

*Keywords.* Children's morbidity, general morbidity, primary morbidity, dynamics, structure.

Охрана здоровья детей – важнейшая государственная задача, ибо здоровье нации определяется, прежде всего, здоровьем детей и подростков. Вместе с тем, тяжелейший социально-экономический кризис на протяжении последних лет определяет отрицательные тенденции в динамике здоровья детей, растет численность детей с хронической патологией и морфофункциональными отклонениями, остается высокой острая заболеваемость. В структуре заболеваемости детей по-прежнему первое место занимают заболевания органов дыхания. Прослеживается тенденция роста, притом значительного, болезней нервной системы и органов пищеварения [1, 2].

При анализе динамики заболеваемости детского населения Республики Беларусь за период с 2008 по 2019 год не было выявлено тенденции к росту или

снижению как общей, так и первичной заболеваемости детского населения (рис. 1).

На протяжении данного периода показатели общей заболеваемости колебались от 198352,9 на 100 тыс. детского населения в 2008 году, до 208079,4 на 100 тыс. детского населения в 2019 году.

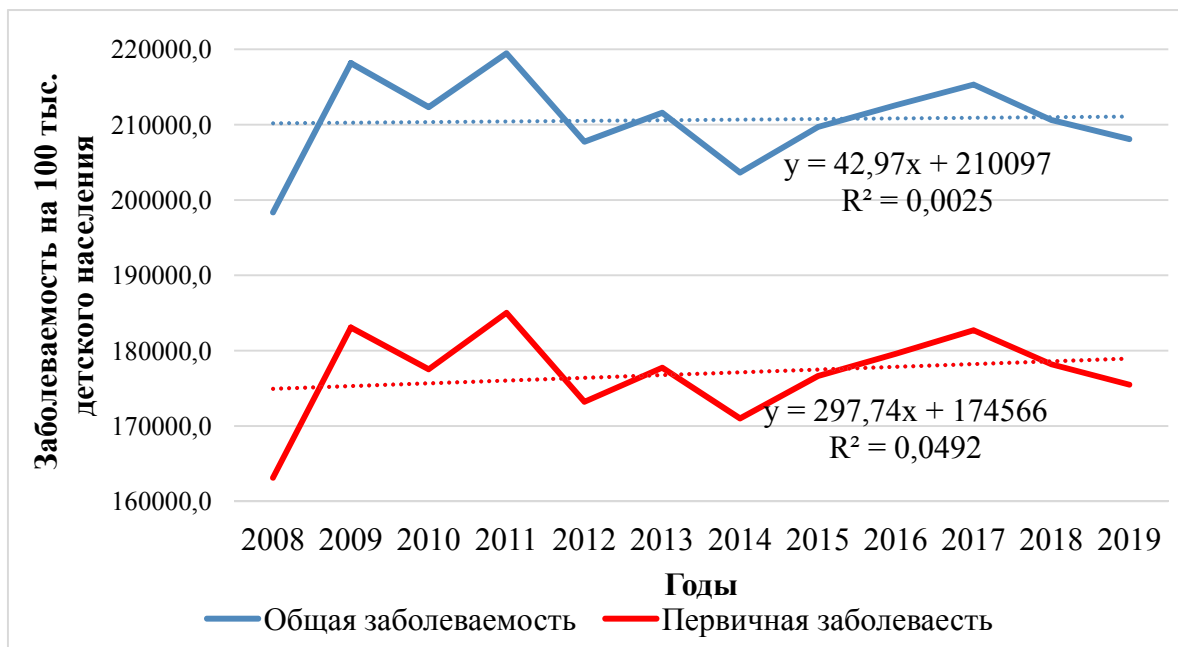


Рис. 1. Динамика заболеваемости детского населения Республики Беларусь, 2008 – 2019 гг., на 100 тыс. детского населения

Среднегодовой показатель общей заболеваемости (A0) составил 210628,025 на 100 тыс. детского населения. Ежегодный показатель тенденции (A1) – 42,97 на 100 тыс. детского населения.

Показатели первичной заболеваемости колебались от 163136,0 на 100 тыс. детского населения в 2008 году, до 175484,6 на 100 тыс. детского населения в 2019 году.

Среднегодовой показатель первичной заболеваемости (A0) составил 176940,97 на 100 тыс. детского населения. Ежегодный показатель тенденции (A1) – 297,74 на 100 тыс. детского населения.

Анализ погодных темпов прироста, как общей, так и первичной заболеваемости детского населения Республики Беларусь в период с 2008 по 2019 год характеризовался как периодами роста, так и периодами спада заболеваемости.

Отношение показателя общей заболеваемости к показателю первичной заболеваемости определяет тенденцию заболеваемости к хронизации патологического процесса. Так в работе было отмечено, что на начало и конец исследуемого периода (2008 и 2019 годы) данный показатель не изменился и составил 0,8, что свидетельствует о том, что доля хронической патологии в структуре заболеваемости детского населения практически не изменилась.

В работе была проанализирована структура заболеваемости (общей и первичной) детского населения республики на начало и конец изучаемого периода.

В структуре общей заболеваемости детского населения Республики Беларусь первое ранговое место в 2008 году занимали болезни органов дыхания – 77 %, второе место – болезни глаза и его придаточного аппарата (7 %), третье место занимали болезни органов пищеварения – 6 %, четвертое – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (5 %), а также болезни кожи и подкожной клетчатки – 5 %. На конец изучаемого периода (2019 год) структура существенно не изменилась.

Первое ранговое место также занимали болезни органов дыхания – 79 %, второе – болезни глаза и его придаточного аппарата – 8 %, третье место занимали травмы отравления и некоторые другие последствия внешних причин (5%), болезни кожи и подкожной клетчатки и болезни органов пищеварения составили в структуре по 4 %.

Анализ структуры первичной заболеваемости детского населения в 2008 году выявил, что первые ранговые места занимали следующие нозологии: первое место – болезни органов дыхания (82 %), второе – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (6 %), третье – болезни кожи и подкожной клетчатки (5 %), инфекционные и паразитарные болезни составили в структуре 4 %, а болезни глаза и его придаточного аппарата – 3 %.

В конце изучаемого периода первое место в структуре первичной заболеваемости детского населения республики занимали также болезни органов дыхания (84 %), второе место – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (6%), третье место – некоторые инфекционные и паразитарные болезни, а также болезни глаза и его придаточного аппарата (по 4%), болезни кожи и подкожной клетчатки составили 3%.

Отмечено, что наибольший среднегодовой показатель общей заболеваемости детского населения за исследуемый период был зарегистрирован в городе Минске и составил 312646,2 на 100 тыс. детского населения, что на 48,4 % выше, чем в среднем по республике. Отмечено, что среднегодовая заболеваемость детского населения за исследуемый период также была выше средней по республике в Гомельской области и составила 216907,7 на 100 тыс. детского населения.

Наименьшее значение среднегодового показателя общей заболеваемости детского населения было зарегистрировано в Брестской области и составило 153026,4 на 100 тыс. дет. населения (рис. 2).

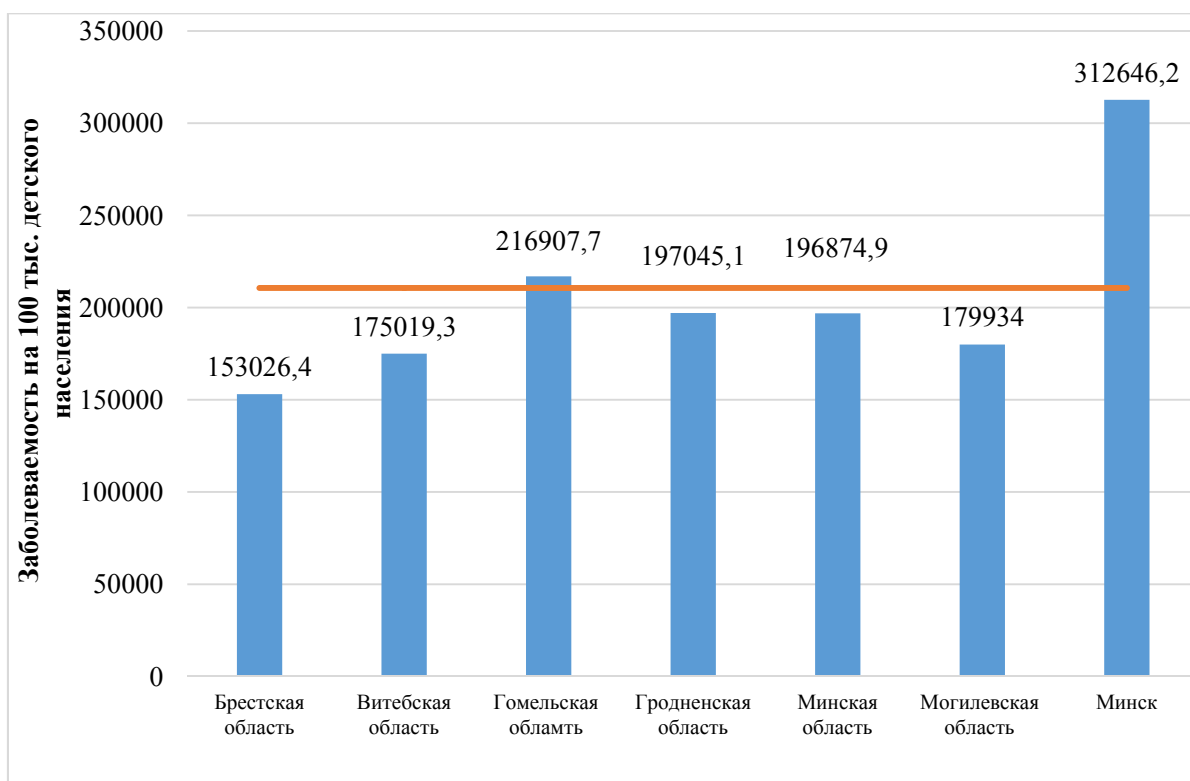


Рис. 2. Показатели среднегодовой заболеваемости (общей) детского населения Республики Беларусь по областям (2008 - 2019 гг.), на 100 тыс. детского населения

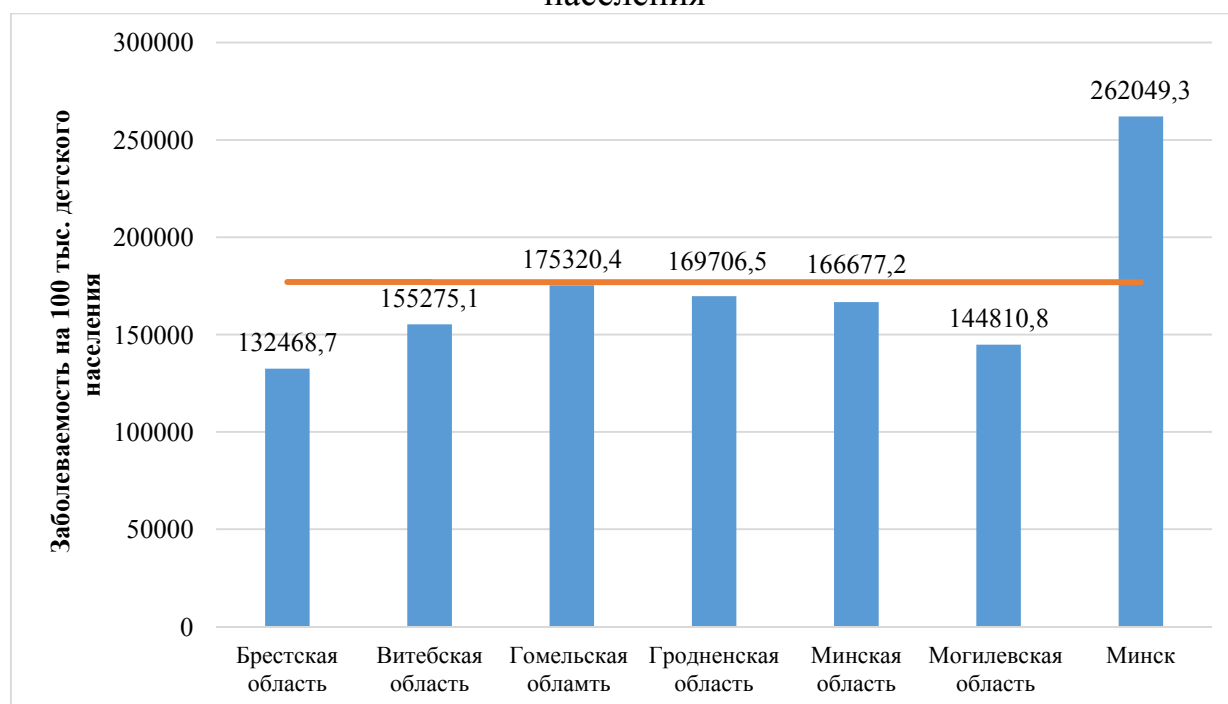


Рис. 3. Показатели среднегодовой заболеваемости (первичной) детского населения Республики Беларусь по областям (2008 - 2019 гг.), на 100 тыс. детского населения

Наибольшее значение среднегодового показателя первичной заболеваемости детского населения за исследуемый период также был зарегистрирован в городе Минске и составил 262049,3 на 100 тыс. детского населения, а наименьшее – в Брестской области и составил 132468,7 на 100 тыс. детского населения (рис. 3).

В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы:

1. В динамике общей и первичной заболеваемости детского населения Республики Беларусь не было выявлено выраженного изменения заболеваемости к росту или снижению.

2. В структуре общей и первичной заболеваемости первое ранговое место занимают болезни органов дыхания.

3. Наибольший среднегодовой показатель общей и первичной заболеваемости отмечен в городе Минске, что превышает значения среднереспубликанского показателя.

4. Доля хронической патологии в структуре заболеваемости практически не изменилась.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бяхова М.М. Кардиологические и иммунологические показатели у детей в условиях различного загрязнения атмосферного воздуха / М.М. Бяхова [и др.] // Гигиена и санитария - 2012. - №3.
2. Гулицкая Н.И. Состояние здоровья детей в Республике Беларусь / Н.И. Гулицкая, Л.Н. Ломать // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2004. - №4.

*Антоненко Ю. С.<sup>1</sup>, Немцева Л. А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, г. Саратов, Российская Федерация

## **ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРЫ НА КОЛИЧЕСТВО ОНКОЗАБОЛЕВАНИЙ: ОЦЕНКИ РИСКА**

*Аннотация.* В работе проведен анализ экологической ситуации в г. Магнитогорске (Челябинской области); выявлена проблема влияния загрязнений атмосферы на рост ЗНО. Проанализированы и выявлены оценки риска и определены пути решения данной проблемы.

*Ключевые слова:* загрязнения, экологическая ситуация, онкозаболевания, оценка риска, пути решения.

Antonenko J. S<sup>1</sup>., Nemtseva L. A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Saratov State Medical University V. I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation

## INFLUENCE OF ATMOSPHERIC POLLUTION ON THE NUMBER OF CANCER DISEASES: RISK ASSESSMENT

*Abstract.* The paper analyzes the ecological situation in the city of Magnitogorsk (Chelyabinsk region); the problem of the influence of atmospheric pollution on the growth of malignant neoplasms was revealed. Analyzed and identified risk assessments and identified ways of solving this problem.

*Key words:* pollution, ecological situation, cancer, risk assessment, solutions.

Сегодня, оценивая ситуацию по Челябинской области и в г. Магнитогорске в частности, влияния загрязнений атмосферы на рост онкозаболеваний, можно выявить следующую актуальную проблему: за последние 10 лет (в период с 2005 по 2015 год) отмечается достоверное увеличение заболеваемости населения Челябинской области злокачественными новообразованиями (ЗНО) с 246,4 до 273,1 случая на 100 тысяч жителей (стандартизованный показатель) [2, С. 16].

В схеме 1 (см. рис.1) мы показываем структуру заболеваемости ЗНО по Челябинской области.

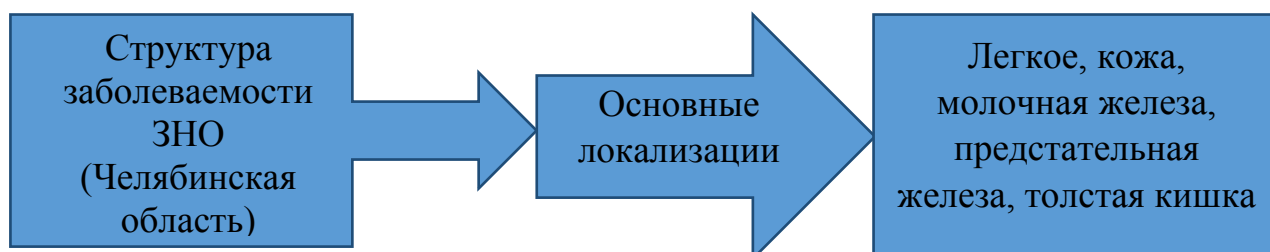


Рис. 1. Структура заболеваемости ЗНО по Челябинской области

Мы отмечаем, что высокий уровень заболеваемости ЗНО вышеуказанных данных, порождает рост уровня смертности. Если рассматривать смертность в России от ЗНО за последние годы, то данная смертность вышла на второе место, после смертности от системы кровообращения.

Челябинская область имеет такую же приверженность, кроме того, количество смертельных случаев от ЗНО возрастает с каждым годом. Это связано с плохой экологической ситуацией (загрязнений атмосферы и водоемов), ростом количества пожилого населения по региону. Доказано, что пожилые люди лидируют по количеству риска развития различных раковых заболеваний.

На сегодняшний день Южным Уралом внедряется программа по борьбе с онкологией (ЗНО). Программа создана из-за роста показателей заболеваемости

раком и высоким уровнем смертности. В 2017 г. Заболеваемость ЗНО в Челябинской области была 473 человека на 100 тысяч населения. Прирост данного показателя за 10 лет составил 19,1 %, а уровень смертности от рака высокий – 236,5 человек на 100 тысяч. Мы видим большое количество заболевших людей, выявленных на IV стадии (22,8%) ЗНО, с высоким уровнем смертности за год (25,6%). ЗНО в общей структуре смертности занимают второе место (15,9%) после болезней системы кровообращения (47,3%). В структуре мужской смертности удельный вес ЗНО – 17,1%, у женщин – 14,7% [2, С.15]. Рассмотрим показатели ЗНО по России на 2017 г. в диаграмме, на рис. 2.

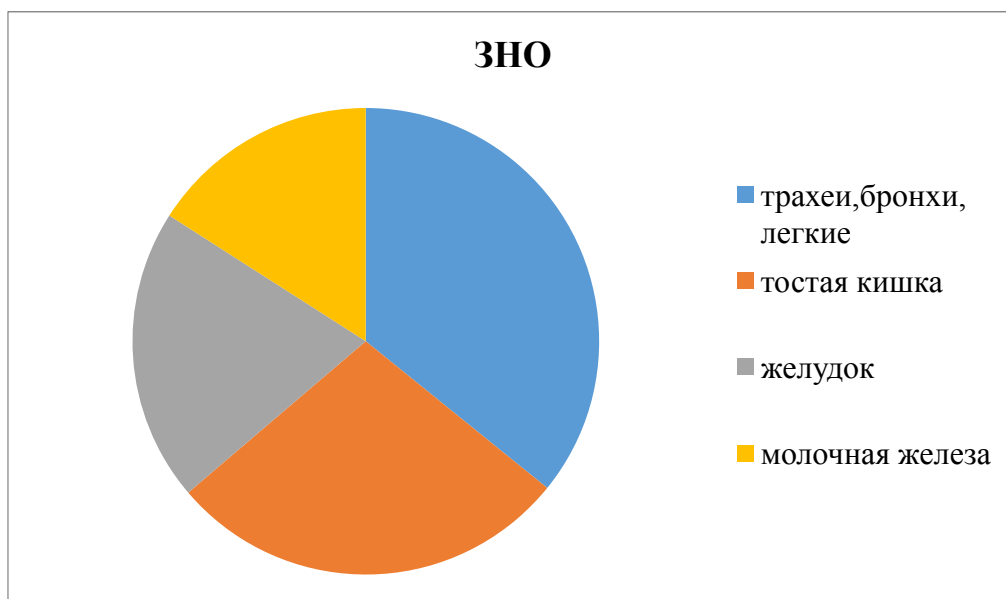


Рис. 2. ЗНО по России на 2017 г.

Причем стоит отметить, что у мужского населения более четверти смертей (26,1%) от ЗНО отмечено при опухолях трахеи, бронхов, легкого, 11,7% - при ЗНО толстой кишки, затем от ЗНО желудка – 10,7% и предстательной железы 8,1%. У женщин показатели немного ниже – 16,4% обусловлены ЗНО молочной железы, следующий показатель толстой кишки – 15,8%, желудка – 8,8% и трахеи, бронхов, легкого – 7,1%. Это связано с тем, что большинство мужчин работает на вредном производстве градообразующих предприятий.

Мы определяем следующие пути решения указанной проблемы [3]. Один из них, решение экологической проблемы при реализации социальных программ Челябинской области. В 2017 году на разные программы по улучшению экологии и реализацию социальных программ от благотворителей поступило 642,2 млн. рублей. Самым крупным благотворителем фонда был ПАО ММК. Сегодня, в период реализации федерального проекта «Чистый воздух», было решено 12 крупными промышленным центрами РФ, среди которых Магнитогорск и Челябинск, снизить до 2024 года общий объём выбросов в атмосферу на 20% в сравнении с 2017 годом. Важная задача,

обозначена президентом России Владимиром Путиным – до 2030 года снизить загрязнения атмосферы на 50%.

Уровень комплексного загрязнения атмосферы (КИЗА) в г. Магнитогорске за девять месяцев 2019 года составил 7,62%, а в 2017г. за тот же период он был 13,4%. Данные получены со стационарных постов наблюдений за состоянием атмосферного воздуха Росгидромета и ММК. На снижение КИЗА повлиял ряд проведенных экологических программ (проектов), которые мы приводим в табл. 1.

*Таблица 1*

Перечень экологических программ (проектов) в г. Магнитогорске

П. №	Название программы (проекта)	Результаты
1	запуск новой аглофабрики №5	сокращение выбросов пыли в 2 раза (2,1 тыс. тонн в год), диоксид серы – в 4раза (3,5 тыс. в год), бензапирена в 16 раз
2	запуск систем аспирации литейных дворов доменных печей №9, №10 и №1 в 2017-2018 гг.	сокращение выбросов пыли 1,14 тыс. тонн в год
3	2017год - реконструкция сероулавливающих установок аглоцеха	очистка воздуха до 95%
4	программа по сокращению пылегазовых выбросов коксохимического производства в окружающую среду	за девять месяцев 2019 г. удалось снизить концентрацию бензапирена в атмосфере на 22%.
5	строительство новой коксовой батареи №12, призванной заменить пять старых агрегатов	запланированное снижение индекса КИЗА
6	строительство новой доменной печи №11, оснащенной современными системами очистки воздуха	запланированное снижение индекса КИЗА
7	в 2021 году в Магнитогорске завершается строительство мусорного полигона	это выведет из эксплуатации городскую свалку и начнется ее рекультивация.

Таким образом, можно отметить масштабные изменения в природоохранной деятельности города, многие годы город идет к стратегической цели - снижению КИЗА в Магнитогорске до уровня менее 5 единиц до 2025 года, что соответствует определению «Чистый город».

Второй путь – раннее диагностирование ЗНО по всему региону и в г. Магнитогорске, в частности. По статистическим данным, за последние 10 лет в Челябинской области на 14,1% увеличился уровень показателя запущенности



ЗНО (с учетом ЗНО визуальных локализаций в III стадии заболевания) и в 2017 году составил 35,5%, см. рис. 3.



Рис. 3. Сравнительный анализ уровня показателя запущенности ЗНО

Наиболее высокие показатели запущенности ЗНО выявлены в полости рта и глотки - 58,9 %, шейке матки - 47,%, молочной железы - 32,6 %, а показатель запущенности при ЗНО кожи - 1,75 % [9, С. 9].

Существует такая мера, как диспансеризация по разным возрастным группам и группам риска. Эта мера позволит выявить ЗНО на ранних стадиях и снизит общий показатель смертности. Кроме того, есть еще направление – оснастить оборудованием существующие учреждения, которые оказывают услуги диагностики и помощи заболевшим раком. Далее необходимо создать дополнительных центров по онкологической помощи (их планируют 16) по области. В 2020 году — на базе областной клинической больницы №3 и Центральной медико-санитарной части; в 2021 году ООО «НовоМед» (г. Магнитогорск).

Таким образом, ранняя диагностика позволит своевременно выявить онкологию и лечение продолжить успешное лечение больных. Конечно, выявить конкретный вид опухоли поможет только скрининг. Третий путь лежит в переоснащении онкоцентра новым оборудованием. В рамках национального проекта «Здравоохранение» диспансер получил оборудование на полмиллиарда рублей. 200 млн. было выделено в 2019 г., а 240 млн. – в 2020 г. В общем количестве было куплено 40 единиц современной аппаратуры (операционной и терапевтической). Среди данного оборудования следует отметить уникальный ускоритель (см. рис. 4), эндовидеоскопические стойки для проведения обследований, УЗИ-аппарат экспертного класса, рентгенодиагностический комплекс, современный маммограф со стереотаксической приставкой [10].



*Рис. 4. Ускоритель онкоцентра г. Магнитогорск*

Последний позволит сделать прицельную биопсию молочных желез (сложно диагностируемые опухоли).

И наконец, пятое направление – экологическое воспитание подрастающего поколения через дизайн-образование в ВУЗах [8]. Приобщение студентов к решению экологических проблем, путем реализации строительных отходов и преобразование их в собственные дизайн-объекты (проекты) [1,4,5,6,7]. Данное направление широко применяется в ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» в институте ИСАиИ, на кафедре дизайна. Студенты в рамках изучаемых дисциплин сначала изучают стили и направления мебели, затем на проектной деятельности разрабатывают свой дизайн-проект с опорой на изученное, а на учебной практике воплощают его в материале (из строительных отходов) [5].

Подводя итоги вышесказанного, хочется отметить важность экологических программ по восстановлению атмосферы воздуха городской среды и их влияние на снижение уровня загрязнений и выбросов. Мы считаем, что только комплексный и системный подход к решению экологических проблем промышленных городов могут повлиять на сложившуюся проблему региона – рост ЗНО. Кроме того, необходимо выделять средства на лечение и раннюю диагностику рака в загрязненных регионах России.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhdanova N. S. и др. Design product projecting made of recycled materials // Int. J. Appl. Eng. Res. 2015. Т. 10. № 24.
2. Аксенова И.А. Обоснование алгоритма ведения пациента при неverified и нестадированных опухолях на основе анализа показателей выживаемости в системе регионального здравоохранения. Диссертация / И.А. Аксенова. – Челябинск. 2020. 151 с. <https://www.dissercat.com/content/obosnovanie-algoritma-vedeniya-patsienta-pri-neverifiedirovannykh-i-nestadirovannykh-opukhol> (дата обращения: 12.04.2021). – Текст : электронный.

3. Антоненко Ю.С. Проблемы экологического дизайна в современном городе. В сб. конференции «Культура и экология - основы устойчивого развития России. Человеческий капитал как ключевой ресурс зеленой экономики». – Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2020. – С. 23-26.
4. Антоненко Ю.С. Урбанизация ландшафта городской среды // Архитектура. Строительство. Образование. - 2015. № 2 (6). - С. 103-113.
5. Антоненко Ю. С., Екатеринушкина А. В., Григорьев А. Д., Жданова Н. С., Медер Э. А., Саляева Т. В. Сборник рабочих программ по направлению подготовки 54.03.01 «Дизайн», профиль "Дизайн среды": учебное пособие. – Магнитогорск, 2018. 101с.
6. Жданова Н.С., Антоненко Ю.С., Мишуковская Ю.И. Приобщение студентов к экспериментальной работе по использованию нетрадиционных материалов в детской мебели // Перспективы науки. - 2019. - № 10 (121). - С. 86-91.
7. Жданова Н.С. Обучению студентов проектированию мебели с использованием строительных отходов. // Современные тенденции изобразительного, декоративного прикладного искусств и дизайна. 2017. - № 1. - С. 44-50.
8. Панкина М.В. Актуализация экологической проблематики в дизайн-образовании В сб. конференции «Культура и экология - основы устойчивого развития России. Человеческий капитал как ключевой ресурс зеленой экономики». – Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2018. — С. 35-40.
9. Региональные программы борьбы с онкологическими заболеваниями РП\_Челябинская\_область от 26.06.2019 г. № 479-рп Челябинск <https://pravmin74.ru/npa/rasporyazhenie-pravitelstva-chelyabinskoy-oblasti-ot-25122020-g-no-1127-rp-o-vnesenii> (дата обращения: 12.10.2021). – Текст : электронный.
10. Магнитогорский рабочий 16 апреля, 2021 Источник: <https://www.mr-info.ru/104328-dlya-diagnostiki-i-lecheniya-magnitogorskiy-onkodispenser-poluchil-oborudovanie-na-polmilliarda-rublej.html> (дата обращения: 12.10.2021). – Текст : электронный.

*Бондаренко С. Л.<sup>1</sup>, Басов Г. Ф.<sup>2</sup>, Филимонова С. В.<sup>3</sup>, Филимонов Н. Е.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Институт Мониторинга Климатических и Экологических Систем Сибирского отделения Российской академии наук, г.Томск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, г.Томск, Российская Федерация

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО НИ ТПУ «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г.Томск, Российская Федерация

<sup>4</sup>ОГБПОУ «Томский экономико-промышленный колледж», г.Томск, Российская Федерация

## **МОБИЛЬНАЯ ГЕОЛОКАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

*Аннотация.* В работе приведен анализ существующей на данный момент ситуации загрязнения воздуха углекислым газом CO<sub>2</sub> в свободной атмосфере, в жилых и производственных помещениях. Рассмотрено влияние повышенного содержания CO<sub>2</sub> на самочувствие и здоровье человека, выявлена проблема отсутствия системы мониторинга и контроля содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере, обозначена актуальность проблемы неконтролируемого повышения концентрации CO<sub>2</sub> в уличном воздухе в период сезонных лесных пожаров. В качестве решения данной проблемы предложен план разработки мобильной геолокационной системы анализа и контроля CO<sub>2</sub> (МГС АиК CO<sub>2</sub>), структура и функции которой близки к концепции "умный город".

*Ключевые слова:* Атмосфера, углекислый газ, экология, повышенная концентрация, мониторинг содержания, контроль, пожар, смог, заболевания органов дыхательной системы, мобильная система анализа, геолокация.

*Bondarenko S.L.<sup>1</sup>, Basov G.F.<sup>2</sup>, Filimonova S.V.<sup>3</sup>, Filimonov N.E.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Institute for Monitoring of Climate and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Institute of High-Current Electronics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russian Federation

<sup>3</sup>FGAOU VO NI TPU "National Research Tomsk Polytechnic University", Tomsk, Russian Federation

<sup>4</sup>OGBPOU "Tomsk Economic and Industrial College", Tomsk, Russian Federation

## **MOBILE GEOLOCATION ANALYSIS AND CONTROL SYSTEM CARBON GAS IN THE URBAN ENVIRONMENT**

*Annotation.* The paper analyzes the current situation on the pollution of atmospheric air, the air of residential and industrial premises with carbon dioxide, the effect of increased content on well-being and human health, the problem of the absence of a monitoring and control system for the content of carbon dioxide in the atmosphere is identified, the urgency of the problem of an uncontrolled increase in concentration is indicated. CO<sub>2</sub> in the outdoor air during the fire season on the lands

of the forest fund, a solution to this problem is proposed, the development of a mobile geolocation system for the analysis and control of CO<sub>2</sub> (MGS A&K CO<sub>2</sub>) with a structure and functions close to the concept of a "smart city" is proposed.

*Key words:* Atmosphere, carbon dioxide, ecology, increased concentration, content monitoring, control, fire, smog, diseases of the respiratory system, mobile analysis system, geolocation.

На сегодняшний день по данным Орбитальной углеродной обсерватории NASA по спутниковым и модельным данным мы можем наблюдать 3D-картину содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере планеты [1]. Однако по наземным наблюдениям Россия является, так называемым «белым пятном». По инициативе Национального института исследований окружающей среды (Япония) на территории России с 2015 г. стартовал проект создания системы контроля концентрации парниковых газов, в том числе и CO<sub>2</sub> [2].

Лесные пожары являются стихийным бедствием, приносящим не только жертвы среди населения, экономически значимый урон, но и тяжелые последствия для экологии, в частности приводят к росту CO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе. Одним из методов предотвращения и сокращения последствий неконтролируемого распространения огня на огромных территориях является авиационное патрулирование лесных массивов. С учетом уникальных по величине размеров лесных массивов на территории России, организация и проведение данного вида патрулирования является достаточно дорогостоящей операцией. С целью удешевления мер предотвращения и сокращения лесных пожаров на территориях Сибири и Дальнего Востока России в настоящее время все чаще используется космический мониторинг.

Не смотря на активное внедрение современных мер предотвращения и оповещения, жители территорий, где зарегистрированы неконтролируемое распространения огня, как правило, узнают о пожарах с большим опозданием по серому небу в солнечный день (смог), плотной дымке (мгла) или из СМИ.

Для своевременного обнаружения роста доли углекислого газа в городском воздухе необходим его круглосуточный мониторинг на улицах города. В настоящее время городские власти и природоохранные организации не имеют инструмента, системы мониторинга концентрации CO<sub>2</sub> в уличном воздухе, соответственно отсутствует возможность повсеместно контролировать и мобильно реагировать на ее повышение, вызывающее ухудшение самочувствия населения, что является особенно актуальным для той части населения, которая относится к группе риска (люди имеющие заболевания органов дыхательной системы, например астматики).

Для решения данной проблемы предлагается разработать мобильную геолокационную систему анализа и контроля CO<sub>2</sub> (МГС АиК CO<sub>2</sub>) со структурой и функциями известной концепции "умный город".

Для управления портативным газоанализатором в МГС АиК CO<sub>2</sub> предлагается использовать решения современных информационных и коммуникационных технологий. Модель МГС АиК CO<sub>2</sub> представляет собой

разработку микроконтроллера осуществляющего передачу данных от анализатора; программное обеспечение (ПО) при помощи которого данные, имеющие геолокационную привязку ежечасно и ежедневно пересылаются на сервер в виде файла стандартного числового формата.

В качестве передвижной базы МГС АиК CO<sub>2</sub> предлагается задействовать два вида носителей:

– маршрутный транспорт городской сети с передвижением согласно Утвержденной сети муниципальных автобусных маршрутов;

– среднестатистический горожанин, осуществляющий ежедневное движение к месту учебы, работы, прогулку пешком ходом (учащиеся старших классов, студенты, работающее население, пенсионеры). Основопологающим критерием отбора в данную группу носителей МГС АиК CO<sub>2</sub> является распорядок (ежедневно), неизменность маршрута (с минимальными отклонениями), передвижение пешком ходом.

Комплекс позволит собрать обширный статистический материал о дозах приземной концентрации CO<sub>2</sub> за весенне-летний период (пожароопасный сезон на землях лесного фонда) по различным направлениям внутри города, составить схему города, отображающую участки наиболее склонные к накоплению и удержанию повышенной концентрации CO<sub>2</sub> и в дальнейшем интегрировать МГС АиК CO<sub>2</sub> в структуру экологического мониторинга городской среды. Разработка мероприятий по оповещению населения о ухудшении качества воздуха и снижению процентного содержания углекислого газа позволит снизить степень его влияния на самочувствие и здоровье населения.

Углекислый газ. Нормативы, предельно допустимые концентрации.

Двуокись углерода (углекислый газ CO<sub>2</sub>). Содержание CO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе относительно постоянно и составляет 0,03-0,04%, не имеет запаха, не раздражает слизистые оболочки у человека даже при высоком содержании в воздухе.

В воздух углекислый газ попадает за счет процессов выделения и поглощения CO<sub>2</sub>, связанных с фотосинтезом растений, в результате дыхания человека и животных, процессов горения, гниения, брожения, при промышленном обжиге известняков и доломитов, с вулканическими газами.

CO<sub>2</sub> является физиологическим возбудителем дыхательного центра и влияет на работоспособность человека. При высоких концентрациях CO<sub>2</sub> у части людей развиваются признаки токсического действия: тканевая гипоксия, угнетение клеточного метаболизма, расширение периферических сосудов, учащению дыхания и тахикардии. Чем больше CO<sub>2</sub> в воздухе, тем больше явления интоксикации организма. При 10-12 % превышении CO<sub>2</sub> относительно нормы наступает быстрая потеря сознания и смерть.

Содержание CO<sub>2</sub> является нормативным показателем, по которому судят о чистоте воздуха в жилых и общественных зданиях. Накопление этого газа в воздухе закрытых помещений указывает на санитарное неблагополучие,

именуемое синдромом больного здания (ПДК в воздухе лечебных учреждений - 0,07%, в воздухе жилых и общественных - 0,1%) [3].

Основные нормативы РФ по содержанию углекислого газа в помещении установлены в [4]. Оптимальным содержанием  $\text{CO}_2$  в помещении является 800 ppm. Допустимая концентрация углекислого газа находится в пределах 1000-1400 ppm. Концентрация выше этих показателей означает, что воздух в помещении низкого качества и может негативно влиять на организм человека.

Чем больше углекислого газа в помещении, тем сложнее воспринимать информацию и справляться с учебной и рабочей нагрузкой. Так, в США действуют рекомендации, согласно которым концентрация  $\text{CO}_2$  в учебных помещениях не должна превышать 0,06%. В России по действующим стандартам объемная доля может составлять 0,08%. На практике такие величины соблюдаются редко – возможно 2-х или даже 3-х кратное превышение, приводящее к существенному ухудшению самочувствия школьников.

При проветривании помещения с улицы поступает воздух условно характеризующийся 400 ppm (0,04%). Однако норматив предельно допустимой концентрации (ПДК) углекислого газа в атмосферном воздухе отсутствует. Уровень концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе различен для сельской местности, небольших и крупных городов. Выбросы автотранспорта, и промышленных предприятий, предприятий теплоэнергетики создают фоновую концентрацию воздуха.

В Германии и Европе нет всесторонних юридически обязательных норм по качеству воздуха в помещениях. Однако скрининг опыта зарубежных исследований показывает, что оценка уровня концентрации  $\text{CO}_2$  городского воздуха проводится с целью проектирования максимально продуктивных по степени очистки систем вентиляции и кондиционирования. В России оценка уровня концентрации  $\text{CO}_2$  городского воздуха филиалами Центрального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды не проводится.

Рост углекислого газа в городской среде, особенно в период лесных пожаров, ставших уже постоянными для сухой летней погоды, вызывает необходимость пересмотреть требования к воздухообмену (вентиляции) в помещениях с пребыванием людей. Измерения  $\text{CO}_2$  как показателя приточного воздуха становятся необходимы для расчета степени очистки воздуха в помещении и проектировании систем вентиляции [5].

Технология измерения  $\text{CO}_2$  в помещениях.

Существуют три типа приборов для измерения и мониторинга концентрации углекислого газа в помещениях:

Приборы для измерения  $\text{CO}_2$  (Портативные, но также подходящие для долгосрочных измерений, они быстро и точно измеряют содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе);

Логгеры данных  $\text{CO}_2$  (Помимо  $\text{CO}_2$  они непрерывно регистрируют температуру и влажность. Результаты по WiFi передаются в облако, что

позволяет рассылать уведомления о нарушениях граничных значений по e-mail или SMS. Наглядная система оценки по типу “светофора” позволяет ответственным сотрудникам моментально видеть текущее состояние качества воздуха.) например Testo 160 IAQ;

Многофункциональные приборы (Помимо CO<sub>2</sub>, они измеряют все параметры вентиляции и кондиционирования, такие как скорость воздуха, температуру, влажность, степень турбулентности, CO или освещенность).

Логгеры Testo 160 IAQ недавно внесены в Государственный реестр СИ РФ под № 74221-19.

Требования к измерениям CO<sub>2</sub> в свободном городском воздухе.

Измерительный блок МГС АиК CO<sub>2</sub> должен отслеживать градации концентрации CO<sub>2</sub>, связанные с состоянием человека. За основу принимаем Европейский стандарт концентрации CO<sub>2</sub>, ppm (таблица 1), согласно которому установлено, что воздух высокого качества в помещении должен отличаться от наружного воздуха населенного пункта всего на 350 ppm CO<sub>2</sub>.

Таблица 1

Европейский стандарт концентрации CO<sub>2</sub>

Концентрация CO <sub>2</sub> , ppm	Эффект
350 - 400	свежий воздух, норма для города
500 - 600	оптимальные условия для помещения, не влияют на самочувствие
600 - 1000	снижение производительность, концентрация внимания падает на 30%, требуются усилия для восприятия информации, появляются головные боли
1000 - 1500	апатия и вялость, сильно снижается внимательность, трудно принимать решения, развивается хроническая усталость
от 1500	головная боль и другие недомогания, нет желания работать, возможны хронические заболевания носоглотки.

Разработка ПО для МГС АиК CO<sub>2</sub> представляет собой отдельную задачу, сочетающую в себе задачи стыковку измерительных блоков, привязку измерений к координатам и обработку данных измерений.

Для мобильного приложения мониторинга и передачи информации о CO<sub>2</sub> на сервер, где будет находиться центральный сервис по обработке данных можно использовать в качестве прототипа сервисы о функционировании организма человека, например пульсомер, шагомер различных фирм. Организация системы мониторинга может быть подобна [6], хотя система и стационарная.

Скорость ветра и его направление внутри города изменяются от типа городской застройки. В некоторых точках города, из-за особенностей расположения зданий, количество безветренных дней увеличивается от трех и более раз по сравнению с загородной контрольной станцией. А в низинах высокие концентрации CO<sub>2</sub> сохраняются дольше. Характеристика ландшафта



должна прилагаться к текущим данным, так как имеет большое значение в интерпретации и классификации данных.

Блок МГС АиК CO<sub>2</sub> обеспечивающий измерения с высокой точностью, должен иметь небольшой вес и габариты, позволяющие разместить его в удобном доступном месте, высокий срок службы при относительно невысокой стоимости. Количество измерительных блоков - не ограничено, поскольку каждый блок имеет свою базу данных и геолокационную привязку. Геолокационные приложения могут использовать для определения местоположения измерительного блока информацию мобильной связи Wi-Fi.

Алгоритм создания МГС АиК CO<sub>2</sub>. Научно- исследовательский и социальный аспекты.

1. Экспериментальное исследование характеристик газоанализаторов подходящих под задачи проекта. Выбор образца;

2. Разработка гаджета на основе выбранного газоанализатора в связке со смарт-телефоном на базе Android;

3. Разработка алгоритма мобильного приложения;

4. Составление транспортных маршрутов с привязкой данных к Дубль ГИС для карт зонального распределения CO<sub>2</sub>;

5. Составление документации на разработку мобильного приложения и гаджета;

6. Регистрация опытного образца системы.

Для обеспечения достижения научно-исследовательских целей нужна непрерывная работа системы в режиме измерений по сети транспортных маршрутов. При возникновении пожаров мобильная система должна легко разворачивается в направлениях зафиксированных лесных пожаров. Эффект масштабирования МГС может быть достигнут за счет расширения сети маршрутов как транспортных, так и пешеходных маршрутов. Установка оборудования в другом административном объекте будет дешевле, так как будет включать систему передачи данных (СПД) готовых сотовых сетей. Обслуживание новых направлений системы может быть решено привлечением волонтеров или «вытопщиков дороги». Контроль и обслуживание системы МГС АиК CO<sub>2</sub> требует создания новых рабочих мест.

Заключение.

Городская среда может быть индикатором повышения уровня CO<sub>2</sub> в воздухе в том числе и из-за сезонного распространения пожаров в лесных регионах. Создание МГС АиК CO<sub>2</sub> позволяет улучшить осведомленность руководящего звена администрации, помогает оперативно обнаружить проблему: достаточно заглянуть в смартфон и увидеть сигнальное сообщение о превышении нормы CO<sub>2</sub>.

Развитие городской территории, создание мест массового отдыха не может быть полноценными без информации о загазованности отдельных районов. Чтобы привести в действие «климатическое» регулирование экономики за счет штрафов и налогов на CO<sub>2</sub>, о котором часто пишут в прессе, особенно за пределами России, нужно знать реальные масштабы содержания

CO<sub>2</sub> в атмосфере города и постоянно держать ситуацию под контролем. На это и направлено создание системы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://www.youtube.com/watch?v=syU1rRCp7E8&t=11s>
2. Белан Б.Д., Пташник И.В. Измерения есть, мониторинга нет. ClimateScience. 5 октября 2020. <https://climatescience.ru/articles/5f871c16d5b1620019fa6fc5>
3. Методическая разработка «Гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха, воздуха жилых и производственных помещений» - Иркутск, Иркутский государственный медицинский университет. Кафедра общей гигиены. 2006 г. – 23 л.
4. ГОСТ 30494-2011 (Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях)
5. [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=4046](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4046)
6. <https://cityair.io/ru/monitoring-networks/>

*Викулова О. И.*

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова  
ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», г. Новочеркасск, Российская Федерация

## **ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ**

*Аннотация.* В работе рассмотрены понятия «экосистема» и «лесная экосистема». Раскрыто, в чём заключается положительное воздействие лесных экосистем на здоровье людей. Обоснована необходимость включения зелёных насаждений в городской ландшафт.

*Ключевые слова:* лесная экосистема, санитарно-гигиеническая роль, ландшафтотерапия, экологическое улучшение окружающей среды, городской ландшафт.

*Vikulova O. I.*

Novocherkassk Engineering Meliorative Institute after A. K. Kortunov, FSBEI HE  
Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

## **IMPACT OF FOREST ECOSYSTEMS ON HUMAN HEALTH**

*Annotation.* The paper considers the concepts of "ecosystem" and "forest ecosystem". Disclosed what is the positive impact of forest ecosystems on human health. The necessity of including green spaces in the urban landscape has been substantiated.

*Key words:* forest ecosystem, sanitary and hygienic role, landscape therapy, ecological improvement of the environment, urban landscape.

Под экосистемой большинство биологов и экологов понимают любое функциональное единство всех организмов (биоценоз) на данном участке (биотопе) независимо от его размера и ранга, которое взаимодействует с абиотической средой, создавая чёткую трофическую структуру потока энергии и кругооборот веществ (т. е. обмен между биотой экосистемы и абиотической средой) внутри системы [1].

В соответствии с вышеприведённым определением лесная экосистема – это сложное сообщество взаимосвязанных элементов живой и неживой природы. В рамках лесной экосистемы живые организмы, воздух, вода, почва непрерывно взаимодействуют, обмениваясь энергией и питательными веществами [5].

Формируя благоприятные условия не только для отдыха и для поддержания здоровья человека, лесные экосистемы выполняют санитарно-гигиеническую роль.

Положительное влияние лесных экосистем на здоровье людей разносторонне и многообразно:

- практически все древесные породы продуцируют лёгкие ионы кислорода с отрицательным зарядом и способствуют сокращению тяжёлых ионов, приводя к 10-кратному повышению степени ионизации кислорода в лесном воздухе по сравнению с городским;

- подавляющее большинство древесных и кустарниковых растений выделяют в атмосферу летучие вещества – фитонциды, обладающие бактерицидными свойствами по отношению к микроорганизмам и простейшим; при этом продуцирующий фитонциды потенциал хвойных лесов намного выше, чем лиственных – до 10 кг/га фитонцидов по сравнению с 3 кг/га;

- листья деревьев аккумулируют пыль (например, за год 1 га лесных насаждений, состоящих из вяза, задерживает до 43 т пыли), в результате в лесу в среднем содержится на 42% меньше пылевых частиц, а прозрачность воздуха над лесом на 10-30% выше;

- зелёные насаждения способны поглощать не только пыль, но и другие загрязняющие вещества, например, сернистый газ, хлориды, тяжёлые металлы (медь, свинец, кадмий), а также искусственные радионуклиды, снижая радиационный фон в лесу по сравнению с открытым местом;

- кроны лиственных деревьев выполняют функцию шумопоглощения, поглощая до 26% звуковой энергии и отражая или рассеивая до 74%;

- зелёный цвет лесных насаждений является сильным успокаивающим средством, оказывая благотворное психофизиологическое воздействие на человека.

Потенциальный оздоровительный эффект лесных экосистем, формируемый совокупностью факторов: прохлада, тишина, мягкое освещение, гармония звуков и красок, приятный запах, настолько велик, что способствовал развитию в медицине нового направления – ландшафтотерапии [3].

Важную санитарно-гигиеническую роль выполняют участки леса, расположенные на городской территории. Они являются наиболее эффективным и доступным средством экологического улучшения окружающей среды [2].

В городских условиях всё большее значение приобретает система озеленения территорий, которая помимо эстетической функции, оказывает положительное влияние на жизнедеятельность и здоровье человека [4].

Однако для того, чтобы оздоровительный эффект от зелёных насаждений был ощутимым, необходимо строго соблюдать ряд важнейших условий к их площади и размещению. Общая площадь зелёных насаждений должна составлять не менее 50% заселённой площади города. Площадь городского парка должна находиться в пределах 50-100 га, площадь лесного массива в жилом районе – 2-4 га, а площадь зелёного массива микрорайона – 0,4-1 га. Рекомендуемое расстояние от жилья общегородских парков должно составлять 2-3 км, районных парков – 1,5 км, детских парков – 1 км, городских скверов – 0,4-0,5 км.

При соблюдении этих требований увеличивается влажность, повышается теплозащита, ветрозащита, газозащита, шумозащита, пылезащита.

Таким образом, лесные экосистемы, в том числе и включённые в городской ландшафт, создают благоприятные условия для восстановления и поддержания здоровья, трудоспособности и долголетия человека [2].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов-Данильян В.И. Экосистема – одно из важнейших фундаментальных понятий современной науки // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1. № 1. С. 28-35.
2. Миронова О. Влияние ландшафта на здоровье человека [Электронный ресурс]. URL: <http://www.medroad.ru/zdorovie/vlianie-landshafta-na-zdorovie-cheloveka.html> (дата обращения: 28.04.2021).
3. Почему лес оздоравливает людей [Электронный ресурс]. URL: <https://sadlesa.ru/motivation/pochemu-les-ozdoravlivaet-lyudej> (дата обращения: 28.04.2021).
4. Трофимова М.П. Влияние ландшафтов на здоровье человека // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 5-4. С. 54-58.
5. Экосистема смешанного, тропического леса: состав и характеристика [Электронный ресурс]. URL: <https://cleanbin.ru/terms/forest-ecosystems> (дата обращения: 28.04.2021).

*Гаврилова С. В., Смирнова Т. П. Алексеева А. В.*

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа,  
Российская Федерация

**ПРИМЕНЕНИЕ СТРАТЕГИЙ ПРОФИЛАКТИКИ ИНФЕКЦИИ  
COVID-19 И ИНФЕКЦИОННОГО КОНТРОЛЯ (ПИИК)  
НА ФАКТУЛЬТЕТЕ ЗАЩИТЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ  
УФИМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВИАЦИОННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*Аннотация.* В работе проведен анализ стратегий профилактики инфекций (COVID-19) в условиях перехода учебного процесса в техническом ВУЗе с дистанционного формата обучения на очное. Кратко изложены основные стратегии профилактики инфекций и инфекционного контроля (ПИИК).

*Ключевые слова:* стратегии профилактики инфекций и инфекционного контроля (ПИИК), коронавирусная болезнь (COVID-19), симптомы.

*Gavrilova S. V., Smirnova T. P. Alekseeva A. V.*

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

**APPLICATION OF COVID-19 INFECTION PREVENTION AND  
INFECTION CONTROL (PIC) STRATEGIES ON THE FACT OF  
PROTECTION IN EMERGENCY SITUATIONS OF THE UFA STATE  
AVIATION TECHNICAL UNIVERSITY**

*Abstract.* The paper analyzes strategies for the prevention of infections (COVID-19) in the context of the transition of the educational process in a technical university from a distance learning format to a full-time one. Key strategies for infection prevention and control (IPC) are summarized.

*Key words:* Infection prevention and control (IPC) strategies, coronavirus disease (COVID-19), symptoms.

Основные стратегии профилактики инфекций и инфекционного контроля (ПИИК), в условиях оказания медицинской помощи, направленные на предотвращение или ограничение передачи COVID-19, согласно рекомендациям ВОЗ [1], включают следующие пункты:

1) обеспечение распределения, раннего распознавания и контроля источника инфекции (изоляция пациентов с подозреваемым и подтвержденным диагнозом COVID-19);

2) соблюдение стандартных мер предосторожности, при оказании помощи всем пациентам;

3) соблюдение эмпирических дополнительных мер предосторожности (защиты от воздушно-капельной и контактной передачи инфекции, а при

проведении лечебно-диагностических процедур), применительно к подозреваемым и подтвержденным случаям COVID-19;

4) обеспечение распределения, раннего распознавания и контроля источника инфекции (изоляция пациентов);

5) введения мер контроля состояния окружающей среды и инженерного контроля.

В условиях перехода учебного процесса в техническом вузе с дистанционного формата обучения на очное, актуальным становится вопрос разработки алгоритма сбора информации о раннем распознавании, обеспечении и контроле инфекции. Актуальность этого диктуется тем, что университеты являются скоплением большого количества людей и количество контактов между обучающимися и ППС при переходе на очную форму обучения резко возрастает.

С другой стороны новая коронавирусная инфекция характеризуется длительным инкубационным периодом и большим количеством болеющих скрытыми формами или формами легко протекающими, которые требуют лабораторного подтверждения (теста ПЦР), что усложняет процессы раннего выявления и изоляции таких пациентов.

Алгоритм, рекомендуемый Роспотребнадзором, предусматривает обобщение и сбор данных уже выявленных заболевших. Между тем, алгоритм сбора данных о заболевших студентах и ППС на местах отсутствует, что значительно затрудняет обеспечение сортировки, раннего распознавания и контроля источника инфекции (изоляция пациентов с подозреваемым и подтвержденным диагнозом COVID-19), обеспечение сортировки, раннего распознавания и контроля источника инфекции (изоляция пациентов с подозреваемым и подтвержденным диагнозом COVID-19) и принятие мер контроля состояния окружающей среды и инженерного контроля.

Согласно официальным документам Роспотребнадзора стандартное определение случая заболевания новой коронавирусной инфекции 2019-nCoV осуществляется по следующим параметрам: выделяют подозрительные на инфекцию случаи, вероятные и подтверждённые.

Подозрительный на инфекцию, вызванную коронавирусной инфекцией 2019-nCoV, случай:

– симптомы острой респираторной инфекции, бронхита, пневмонии в сочетании со следующими эпидемиологическими данными:

– посещение за 2 недели до проявления симптомов неблагоприятных по коронавирусной инфекции 2019-nCoV стран и регионов;

– наличие тесных контактов с лицами, находящимися под наблюдением по инфекции, вызванной новой коронавирусной инфекцией 2019-nCoV, которые в позднее заболели в течении 2 предшествующих недель;

– контакты за последние 14 дней с лицами, у которых лабораторно подтвержден диагноз коронавирусной инфекции 2019-nCoV.

Вероятный случай инфекции, вызванной коронавирусной инфекцией 2019-nCoV - присутствие клинических проявлений тяжелой пневмонии, ОРДС, сепсиса в совокупности с данными эпидемиологического анамнеза.

Подтвержденный случай инфекции, вызванной коронавирусной инфекцией 2019-nCoV:

– симптомы острой респираторной инфекции, бронхита, пневмонии в сочетании с данными эпидемиологического анамнеза.

– Положительный анализ результатов лабораторных тестов на наличие РНК коронавируса 2019-nCoV методом ПЦР.

Инкубационный период новой коронавирусной инфекции, вызванной коронавирусной инфекцией 2019-nCoV составляет от 2 до 14 суток.

При организации наблюдения за студентами и ППС из групп подозрительных и вероятных по новой коронавирусной инфекции необходимо обращать внимание на присутствие следующих симптомов острой респираторной вирусной инфекции:

- повышение температуры тела (>90%);
- кашель (сухой или с небольшим количеством мокроты) в 80 % случаев;
- одышка (55%);
- миалгии и утомляемость (44%);
- чувство заложенности в грудной клетке (>20%),

Наиболее часто встречающимися считаются повышение температуры и сухого кашля (90% и 80%); также присутствие одышки и утомляемости (55% и 44% соответственно). Усугубление симптомов к 6-8 дню говорит за утяжеление течения заболевания. Также установлено, что среди первых симптомов могут быть головные боли (8%), кровохарканье (5%), тошнота, рвота, сердцебиение. Данные симптомы в начале инфекции могут отмечаться в отсутствии повышения температуры тела.

Таким образом, все заболевшие у которых присутствуют выше перечисленные симптомы попадают под мониторинговые мероприятия, проводимые для раннего выявления инфекции с целью предотвращения её распространения.

Нами предлагается схема, которая может быть легко реализована с коллективным участием лиц, имеющих возможность и доступ к таким данным.

Предлагается еженедельное заполнение, разработанных Googl-таблиц, следующего вида.

*Таблица 1*

Сведения о заболевших обучающихся

№ п/п	ФИО, дата рождения	Факультет /группа/ телефон	Домашний адрес /общежитие, комната	Характер случая инфекции (П.В)	Дата начала болезни	Дата выздоровления	Дата начала и окончания карантина	Амбулаторно/ стационар	Контактные лица из числа ППС
-------	--------------------	----------------------------	------------------------------------	--------------------------------	---------------------	--------------------	-----------------------------------	------------------------	------------------------------

Для ППС форма может выглядеть следующим образом.

Таблица 2

Сведения о заболевших сотрудниках

№ п/п	ФИО, дата рождения	Домашний адрес	Характер случая инфекции (П или В)	Дата начала болезни	Дата выздоровления	Дата начала и окончания карантина	Амбулаторно /стационар	Группы, где проводились занятия за последние 3 дня
-------	--------------------	----------------	------------------------------------	---------------------	--------------------	-----------------------------------	------------------------	--

При возникновении подозрительного на новую коронавирусную инфекцию случая ответственные лица до снятия диагноза новой коронавирусной инфекции мониторят ситуацию посредством опроса заболевшего по телефону, для получения следующей информации: дата появления симптомов, дата проведения теста, результат теста, дата ухода на карантин, групп.

Если тест ПЦР подтверждает наличие заболевания, то дополнительно выясняется круг контактных лиц из числа студентов и ППС для определения сроков карантинных мероприятий для людей, контактировавших с заболевшим.

После этого заполняется строка в Googl-табл. с внесением всех данных по заболевшему и контактировавшим с ним людьми из числа студентов и ППС.

Передача данных осуществляется, ответственными за сбор и передачу информации лицами 2 раза в неделю в понедельник и четверг.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рациональное использование СИЗ при COVID-19 и соображения применительно к ситуации их острой нехватки: Временное руководство // [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134\\_eng.pdf;jsessionid=BE25F8EAA4F631126E78390906050313?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134_eng.pdf;jsessionid=BE25F8EAA4F631126E78390906050313?sequence=1)
2. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22 мая 2020 года №15 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1.3597-20»
3. <https://rg.ru/2020/05/27/rospotrebnadzor-post15-site-dok.html>



Галина Э. И., Смирнова Т. П.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа,  
Российская Федерация

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19**

*Аннотация.* В данной статье рассматривается проблема использования масок. Особое внимание уделяется нехватке средств индивидуальной защиты и мерам для избежания трудностей в связи с ними. Предлагается несколько видов мер, рассматриваются их преимущества и риски.

*Ключевые слова:* средства индивидуальной защиты, временные меры, медицинские маски, респираторы, COVID-19.

*Galina E., Smirnova T.*

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

## **ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE USE OF PERSONAL PROTECTION MEANS IN THE CONDITIONS OF THE COVID-19 PANDEMIC**

*Abstract.* This article discusses the problem of using masks. Particular attention is paid to the shortage of personal protective equipment and measures to avoid difficulties in connection with them. Several types of measures are proposed, their benefits and risks are considered.

*Key words:* personal protective equipment, temporary measures, medical masks, respirators, COVID-19.

По данным Минпромторга ежедневно в России используется около 12 миллионов медицинских масок. [2] Имеющихся глобальных запасов средств индивидуальной защиты недостаточно. И, хотя в будущем времени поставки и производство должны увеличиться, в настоящее время были предложены следующие меры:

- продленное использование средств индивидуальной защиты;
- обработка изделий с последующим повторным использованием;
- применение других изделий взамен стандартных, рекомендованных ВОЗ.

ВОЗ подчеркивает, что этих временных мер следует избегать, насколько это возможно, при оказании помощи пациентам с COVID-19, находящимся в тяжелом или критическом состоянии, а также пациентам с диагностированной коинфекцией. [1]

Продленное использование СИЗ.

При использовании данного метода имеются следующие риски:

- увеличение вероятности заражения вирусом COVID-19;

– повышенная вероятность того, что медицинский работник дотронется до маски/респиратора или случайно прикоснется к лицу под маской (или респиратором);

– возможность появления раздражения кожи лица или травм;

– засорение фильтров, что может привести к проблемам дыхания и риску попадания в дыхательные пути нефильтрованного внешнего воздуха с боковых сторон изделия;

Меры предосторожности и показания к замене:

– маска загрязнилась, стала влажной или повредилась;

– через нее стало трудно дышать;

– на изделие попали брызги биологических или химических веществ, инфекционных материалов;

– маску была снята по какой-либо причине;

– к внешней поверхности маски прикоснулись;

Кроме того, необходимо соблюдать безопасную процедуру снятия и не прикасаться к внешней поверхности изделий; их следует менять каждый раз перед оказанием помощи пациентам с COVID-19;

Использование одной и той же маски работником медицинского учреждения при оказании помощи пациенту с COVID-19 и пациенту, у которого его нет, не рекомендуется вследствие высокого риска передачи инфекции.

Исследования показывают, что применение данного метода более безопасно в отношении респираторов, т.к. изделия имеют более качественные клапаны выдоха и фильтрующие приспособления.

Обработка с последующим повторным использованием

В отношении масок ученые предлагают использовать разбавленный раствор с наночастицами серебра для усиления противовирусной защиты изделий.

В отношении респираторов- процесс обеззараживания с использованием методов дезинфекции или стерилизации, а именно:

– УФ-лампа;

– эпоксиэтан;

– перекись водорода в виде пара.

Риски при использовании данного метода:

– в настоящее время не существует стандартизированных методов для сохранения прочности частей изделия после повторной обработки или обеспечения функциональных свойств;

– срок годности изделий, прошедших повторную обработку, неизвестен;

– повреждение формы изделия в результате повторной обработки может влиять на их защитные свойства и прилегание;

– количество допустимых повторных обработок варьируется в значительных пределах в зависимости от используемого метода обработки и марки/модели изделия.

Меры предосторожности:

– после определенного количества повторных использований изделие необходимо утилизировать, поместив в специальный контейнер для отходов, соблюдая инструкции;

– после снятия респиратора с лица, его следует маркировать и немедленно помещать в специальный контейнер для повторной обработки;

Использование альтернативных средств защиты

Данный метод является наиболее безопасным. Его суть состоит в применении иных изделий; при отсутствии, например, медицинских масок, предлагается использовать респиратор или лицевой щиток правильной конструкции.

Риск в ношении лицевого щитка вместо маски состоит в том, что степень защиты зависит от конструкции изделия.

Меры предосторожности и показания для замены:

– маска становится влажной, загрязнена или повреждена, или если через нее стало трудно дышать;

– на маску попали брызги химических или биологических веществ, инфекционных материалов;

– маску по какой-либо причине была снята с лица;

– пользователь прикоснулся к внешней поверхности изделия, чтобы отрегулировать его положение;

Маску следует заменять всякий раз перед оказанием помощи пациентам за пределами когорты;

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рациональное использование средств индивидуальной защиты при коронавирусной болезни (COVID-19) и соображения применительно к ситуации их острой нехватки. Временное руководство.
2. «О внесении изменений в приложение к особенностям обращения медицинских изделий, в том числе государственной регистрации серии (партии) медицинского изделия, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2020 г. № 430».
3. «О внесении изменений в приложение к постановлению Правительства Российской Федерации от 17 июля 2015 г. № 719».

*Гнездилова А. А., Мерзликин И. Н., Николайкин Н. И.*

Московский государственный технический университет гражданской авиации,  
г. Москва, Российская Федерация

## **ПРОБЛЕМАТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ НА АВИАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*Аннотация.* В данной работе проведен анализ влияния негативных факторов окружающей среды на человеческий фактор на авиационных предприятиях, а также предложены пути решения проблемы взаимодействия окружающей среды с человеком при техническом обслуживании и ремонте воздушных судов.

*Ключевые слова:* Окружающая среда, человеческий фактор, техническое обслуживание воздушных судов, авиационные предприятия, гражданская авиация.

*Gnezdilova A. A., Merzlikin I. N., Nikolaykin N. I.*

Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russian Federation

## **PROBLEMS OF INTERACTION OF THE ENVIRONMENT WITH THE HUMAN FACTOR IN AVIATION ENTERPRISES**

*Abstract.* In this article, the analysis of the impact of negative environmental factors on the human factor in aviation enterprises is performed and also ways to solve the problem of interaction between the environment and humans during the maintenance and repair of aircraft are suggested.

*Key words:* Environment, human factor, aircraft maintenance, aviation enterprises, civil aviation.

Согласно статистике Международной организации гражданской авиации (ИКАО) [1], ежегодно около 80% авиационных происшествий случаются по причине человеческого фактора, т.е. в результате сбоя в работоспособности человека. Любые введения, способные уменьшить количество факторов, влияющих на работоспособность, могут в значительной степени улучшить состояние безопасности полетов.

Для понимания сути определения «человеческий фактор» в гражданской авиации было предложено использовать своеобразную модель, позволяющую комплексно рассмотреть существующую проблему. В настоящее время используется модель «SHEL». Название этой модели состоит из начальных букв элементов данной модели на английском языке. Элементами модели «SHEL» являются: Software – процедуры, Hardware – оборудование и машинные установки, Environment – окружающая среда и Liveware – субъект, т.е. человек.



Рис. 1. Модель «SHEL»

Кратко проанализируем данную модель.

В центре модели находится человек, являющийся узловой частью системы. Все остальные элементы должны быть тщательно связаны с блоком Liveware, причем совпадающие и несовпадающие границы блоков модели так же важны, как характеристики и взаимосвязь отдельных её блоков. Это необходимо для избегания нежелательных сбоев в работе модели. Иными словами, согласно данной модели, работая с техникой человек действует по определенным правилам в определенных условиях. Правила в свою очередь определяют условия для человеческой деятельности [2].

В данной статье мы детально рассмотрим линию взаимосвязи «Субъект – Среда» (L-E).

Окружающая среда является одним из важнейших условий для эффективной и безопасной работы человека в любой сфере деятельности, в том числе и на авиационном предприятии. Взаимосвязь работоспособности человека со средой была установлена одна из первой при изучении человеческого фактора в гражданской авиации. Если авиадиспетчеры и летный экипаж работают в относительно комфортных и постоянных условиях, то условия работы наземного технического персонала могут быть весьма разнообразны. Выделяют три разных типа условий окружающей среды на авиационном предприятии:

1. Перронное техническое обслуживание (ТО). Работая на перроне, техник сталкивается с постоянно меняющимися в большом диапазоне условиями окружающей среды: температура воздуха, освещение, шум, ветер и т.п. Уже только эти факторы могут существенно повлиять на работоспособность, а также и на здоровье техника, что способствует созданию неблагоприятных условий, способных привести к ошибкам в ходе выполнения работ по ТО.

2. Мастерская ТО. Условия работы в подобных мастерских, безусловно, гораздо стабильнее, чем при ТО на перроне: температура, качество воздуха, освещение, уровень шума меняются не так быстро и не в таком широком диапазоне. Всё это приводит к уменьшению вероятности возникновения потенциальных человеческих ошибок при ТО.

3. Авиационно-техническая база (АТБ). АТБ представляет собой большие ангары, в которых выполняются большинство видов ТО воздушных судов (ВС). Такие ангары по условиям работы в них занимают промежуточное место между мастерскими и перроном: высокие потолки делают более проблематичным надлежащее освещение в помещении, а большие открытые двери затрудняют контроль температуры и сквозняков, однако условия работы в таких помещениях всё же стабильнее работы на перроне.

Любые изменения (иногда, казалось бы, совсем незначительные) в микроклимате могут серьезно повлиять не только на работоспособность человека, но и в первую очередь на его физическое здоровье. Чтобы не допустить серьезных проблем со здоровьем персонала по ТО ВС, стоит поддерживать в допустимых пределах такие составляющие микроклимата на авиапредприятии, как: температура и влажность воздуха, освещение, уровень шума, вибрации и прочее. Рассмотрим, к чему может привести нарушение допустимых значений параметров микроклимата.

Температура воздуха. Работоспособность техника напрямую зависит от его здоровья, в большей степени определяющееся условиями окружающей среды, в которых он живет и трудится. Находясь в условиях с пониженной или повышенной температурой воздуха, работник испытывает переохлаждение или перегрев, что негативно сказывается на его организме.

Переохлаждение опасно для человека снижением защитных свойств организма, т.е. его иммунитета, что повысит вероятность возникновения всевозможных инфекционных заболеваний. Более того, из-за частого пребывания в состоянии переохлаждения прежде всего страдают почки и суставы работников авиапредприятия, что при отсутствии должного наблюдения врачей может привести к хроническим формам заболевания и наступлению инвалидности.

При перегреве у человека наблюдаются частые головные боли, тошнота, повышенная потливость, слабость, учащенное сердцебиение, нарушение координации движений, что может говорить о развитии теплового удара. Тепловой удар в свою очередь является одной из предпосылок к развитию инсульта, инфаркта, гипоксии и прочим нарушениям функционирования организма человека. Высокая температура внутри производственного помещения препятствует насыщению организма кислородом. Всё это приводит к ослаблению памяти, потере концентрации и ухудшению координации и мышления, т.к. нарушается активность головного мозга. Кроме того, повышается вероятность возникновения тромбов.

Для понижения вероятности возникновения человеческих ошибок на авиационном предприятии вследствие нарушения температурного режима температура должна поддерживаться на отметке 18-20 °С, а влажность воздуха должна находиться в пределах 60-40%. Поэтому в производственных помещениях должны быть установлены многофункциональные вентиляционные системы, [3].

Шумы. Любая работа по ТО ВС всегда сопровождается наличием шума. Превышение порога болевых ощущений (шумы интенсивностью 130-140 дБ) приводит к повреждениям слухового аппарата, а шумы интенсивностью более 180 дБ вызывают разрыв барабанных перепонок. Более того, опасны также и шумы относительно небольшой интенсивности: шумы с уровнем 50-60 дБ негативно сказываются на здоровье человека, вызывая бессонницу и нервозность и снижая способность концентрироваться. Вследствие постоянного воздействия шума на технический персонал могут возникнуть всевозможные сердечно-сосудистые заболевания, например, повышение кровяного давления, а также развивается «профессиональная болезнь» – тугоухость, которая в конечном итоге приводит к полной потере слуха, [4].

Освещение. При ТО ВС также важна и острота зрения технического персонала, на которую в значительной степени влияет качество освещенности в рабочих помещениях. На авиационных предприятиях может наблюдаться как недостаток, так и избыток освещенности.

Недостаток освещенности особенно сильно ощущается в ночное время суток при работе на перроне, когда основными источниками света являются ручные фонари. Однако в ангарах также не всегда бывает достаточно светло – потолочные светильники могут работать не все или быть покрыты пылью или краской, к тому же такие светильники не освещают многие отсеки ВС должным образом. Недостаток освещенности вызывает сильное напряжение глаз, вследствие чего повышается утомляемость и снижается уровень концентрации работников, а также у них может развиваться близорукость.

Избыток освещенности на авиационном предприятии может проявляться, например, как ослепительные блики и свет от осветительных приборов в ангарах или светотехнического оборудования ВС. Слишком яркое освещение вызывает резкую усталость и дискомфорт глаз, а также есть вероятность получения повреждения сетчатки.

Чтобы избежать получения работниками авиационного предприятия производственных травм и снизить вероятность человеческих ошибок вследствие слишком яркого или недостаточного освещения, существует стандарт, согласно которому освещенность на авиапредприятии должна быть равна 500 люкс, [5].

Для уменьшения негативного воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека целесообразно применять классическую триаду защиты: защиту временем, защитой расстоянием и использование средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Защита временем является одним из способов уменьшения негативного воздействия факторов окружающей среды на авиационном предприятии путем ограничения времени работы сотрудников. Принцип данного метода заключается в следующем: чем меньше времени человек взаимодействует с негативными факторами на авиационном предприятии, тем меньше вреда наносится его организму. Наиболее эффективна защита временем при работе в условиях повышенной температуры воздуха, при наличии различных видов

излучения или при воздействии шума и вибрации на организм работника. Защита временем достигается путем увеличения продолжительности перерывов во время выполнения ТО ВС, продолжительности отпуска, сокращения рабочего дня или более раннего выхода на пенсию.

Еще одним распространенным методом борьбы с негативным воздействием окружающей среды на человека при трудовом процессе является защита расстоянием. Защита расстоянием предполагает создание расстояния, обеспечивающего заданный уровень безопасности, между работником и источником опасности. Принцип данного метода заключается в том, что любой негативный фактор производственной среды ослабевает или полностью исчезает по мере увеличения расстояния.

Более того, на авиационных предприятиях при ТО ВС целесообразно использовать СИЗ. СИЗ необходимы для защиты человека от негативного воздействия факторов производственной среды. Так, например, для защиты дыхательных путей от различных вредных и опасных веществ и пыли используются такие СИЗ, как респираторы и противопыльные тканевые маски; а для защиты органов слуха от негативного воздействия шумов используют противошумные беруши или наушники.

Таким образом, окружающая среда играет важную роль в обеспечении трудового процесса на авиационном предприятии. Для обеспечения безопасности полетов и безопасной работы сотрудников при техническом обслуживании и ремонте воздушных судов необходимо тщательно изучать проблематику взаимодействия производственной среды с человеческим фактором. При этом для предотвращения негативных последствий для физического и психологического здоровья человека использовать только один метод защиты недостаточно – для должной защиты техников при выполнении работ по ТО ВС необходимо использовать комплексный подход решения данной проблемы. Более того, необходимо улучшать и совершенствовать уже существующие методики, чтобы максимально минимизировать число факторов, отрицательно влияющих на работоспособность и здоровье людей на авиационном предприятии, а также на безопасность полетов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международная организация гражданской авиации. Доклады по безопасности полетов. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.icao.int/safety/Pages/Safety-Report.aspx> (дата обращения: 24.04.2021).
2. ICAO 253-AN/151. Человеческий фактор. Сборник материалов №12. Роль человеческого фактора при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов. Международная организация гражданской авиации, 1995.
3. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.// М.: Стандартинформ, 2008. – 49 с.



4. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.// М.: Стандартинформ, 2019. – 23 с.
5. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.// М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.

*Жуковец А. Д., Шакиров Ф. М.*

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ СРЕДЫ НА СОСТОЯНИЕ ЗРИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕКА**

*Аннотация.* В работе анализируется влияние негативных факторов техносферы на зрение студентов.

*Ключевые слова:* Среда обитания, техносфера, здоровье, миопия.

*Zhukovets A. D., Shakirov F. M.*

Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev, Samara, Russian Federation

## **INFLUENCE OF THE TECHNOSPHERE ENVIRONMENT ON THE STATE OF HUMAN VISUAL FUNCTION**

*Abstract.* The paper analyzes the influence of negative factors of the technosphere on the students' vision.

*Key words:* Habitat, technosphere, health, myopia.

Возникновение и развитие техносферы сопровождается трансформацией привычной среды обитания человека в первую очередь в виде её засорения физическими и химическими компонентами, изъятия и перемещения природных ресурсов, уничтожения биологических видов. Кроме того, элементами окружающей среды современного человека становятся многочисленные техносферные объекты, с которыми в процессе эволюции он никогда не имел дела [1,2]. К таковым относятся, в частности, средства передачи и обработки информации. Среди них наиболее распространёнными и массово используемыми последние 20-30 лет являются персональные компьютеры (ПК) и смартфоны (СФ). Спецификой взаимодействия человека с этими устройствами является то, что восприятие информации с них происходит не в отражённом, а прямом световом потоке при зачастую неблагоприятных условиях работы с точки зрения напряжённости труда. Подобная совокупность факторов эволюционно непривычна органу зрения и создаёт дополнительные обстоятельства риска ухудшения его здоровья.

За последние 30 лет заболеваемость миопией в среднем по планете выросла в 1,7 раза и по статистике ВОЗ примерно 290 миллионов человек

страдают близорукостью [3]. По прогнозам (при сохранении тенденции) к 2050 году близоруких будет насчитываться примерно 4,5 млрд человек [4]. В техносферно развитых странах эти темпы ещё выше. Близорукость молодеет, а число школьников и студентов с этим заболеванием стремительно растёт [5,6].

На основе опроса мнений учащихся была сформулирована гипотеза, что длительная работа за ПК/в СФ без перерывов, слишком короткие перерывы за время такой работы, игнорирование функций «Ночной режим», «Защита зрения» и иные вредные факторы приводят к появлению и прогрессированию близорукости у студентов.

В ходе исследования был проведен сбор статистической информации среди студентов университета, который показал следующую картину проблемы:

- 45% опрошенных на этот момент страдают близорукостью, 55% – нет;
- во время учебы в вузе у 52% опрошенных зрение не ухудшилось, у 28% ухудшилось меньше, чем на 1 дптр, у 14% ухудшилось на 1 дптр, у 3% ухудшилось на 2 дптр и у 3% ухудшилось на 3 дптр;
- у 62% близоруких имеется миопия и у их родителей, а у родителей остальных 38% студентов миопия отсутствует;
- у 68% близоруких студентов миопия отмечалась еще до поступления в университет, а у 32% опрошенных зрение ухудшилось за время учебы.

Результаты опроса показали, что несоблюдение студентами рекомендаций СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (как полное игнорирование, так и отклонения от правил) и неиспользование/непостоянное использование функции «Ночной режим» («Защита зрения») приводят к росту числа студентов с прогрессирующей миопией, что иллюстрируется следующими показателями и их величинами (соотношениями).

Например, по критерию «Периодичность перерывов в дневное время суток» разница в количестве студентов с ухудшившимся зрением между теми, кто каждый час делает перерывы в работе за ПК/в СФ и теми, кто делает такие перерывы каждые 45 мин, представлена на рис. 1.

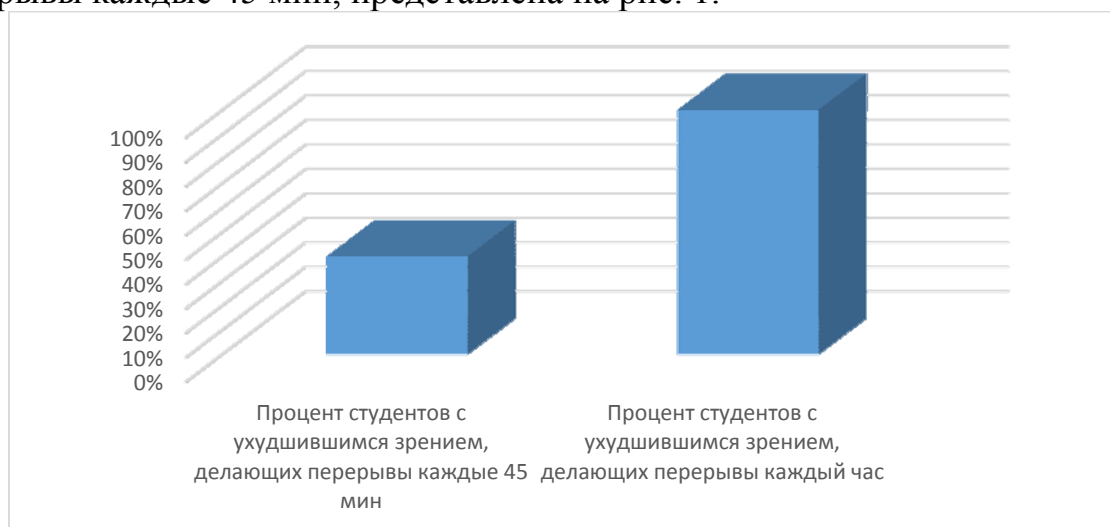
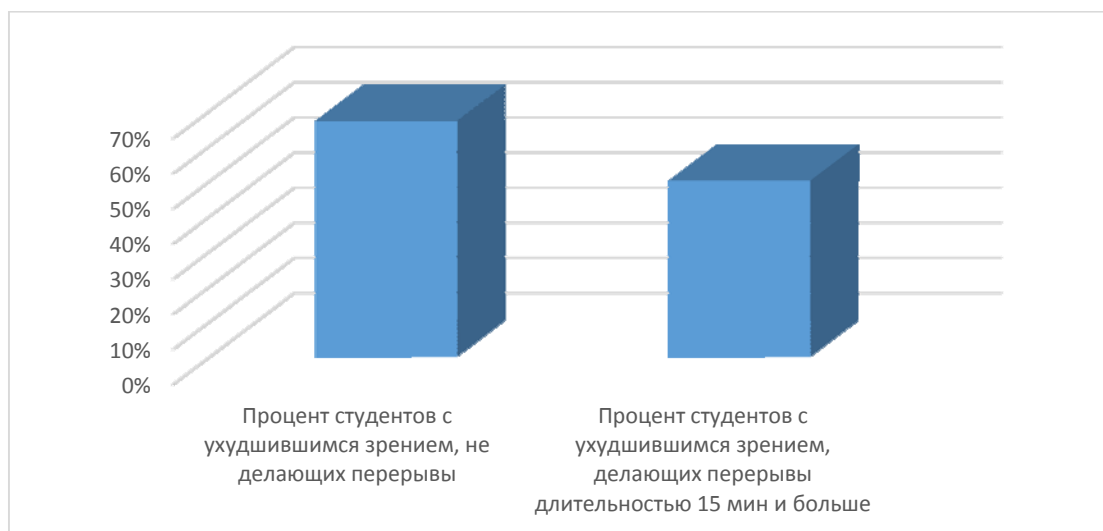


Рис. 1. Динамика ухудшения зрения студентов в зависимости от периодичности перерывов

По критерию «Длительность перерывов в дневное время суток» разница в количестве студентов с ухудшившимся зрением между теми, кто при работе за ПК/в СФ совсем не делает перерывов и теми, кто делает такие перерывы длительностью 15 мин и больше представлена на рисунке 2.

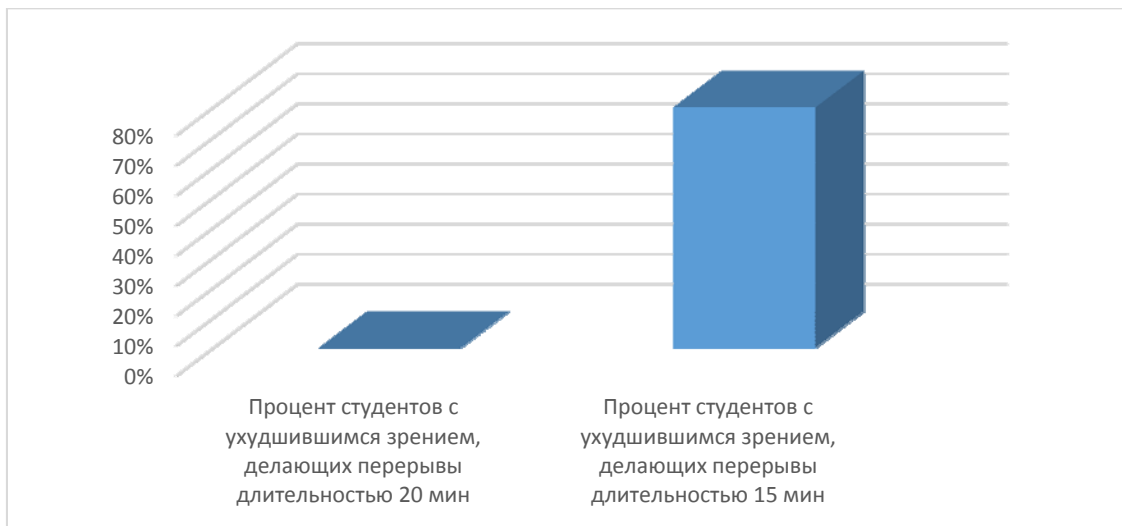
По критерию «Длительность перерывов во время ночной работы за ПК/в СФ» разница в количестве студентов с ухудшившимся зрением между теми, чья длительность перерывов составляет 15 и 20 мин, представлена на рисунке 3.

По критерию «Использование «Ночного режима»» разница в количестве студентов с ухудшившимся зрением между теми, кто совсем не использует «Ночной режим» в темное время суток и всегда его использует, представлена на рисунке 4.



*Рис. 2.* Динамика ухудшения зрения студентов в зависимости от длительности перерывов

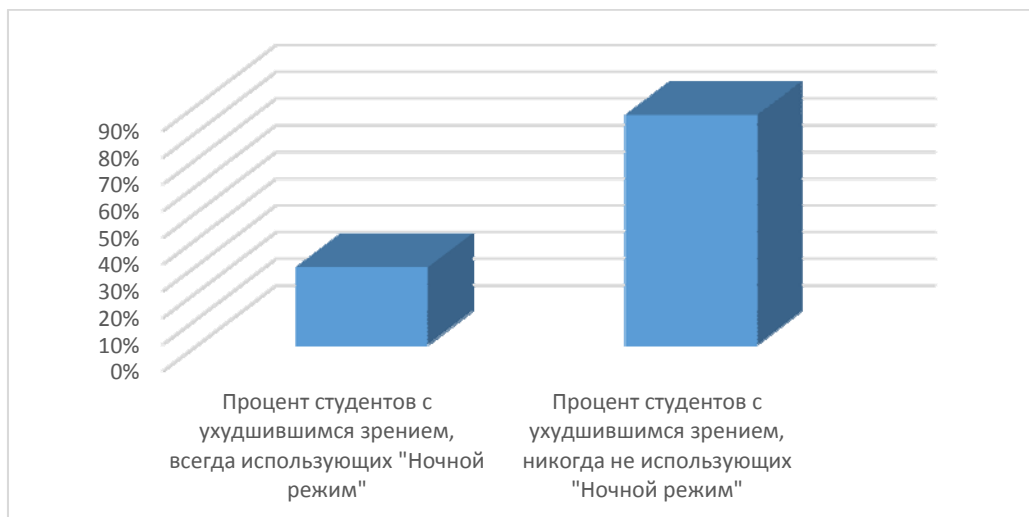
Исследование показало, что никто из опрошенных студентов не делает гигиенических упражнений для глаз во время работы за компьютером/в телефоне.



*Рис. 3.* Динамика ухудшения зрения студентов в зависимости от длительности перерывов в темное время суток

Анализ влияния вышеперечисленных негативных факторов на студентов, ставших близорукими во время учебы в университете, и на студентов, страдавших близорукостью ещё до поступления в вуз показал следующее.

Среди студентов, приобретших близорукость во время учебы в вузе, у 67% опрошенных зрение ухудшилось меньше, чем на 1 дптр, у 33% – ухудшилось на 1 дптр, ни у кого из них не ухудшилось на 2 дптр и более.



*Рис. 4.* Динамика ухудшения зрения студентов в зависимости от использования/неиспользования "Ночного режима"

Среди студентов, страдавших близорукостью до поступления в вуз, у 46% опрошенных зрение не ухудшилось, у 31% опрошенных ухудшилось меньше, чем на 1 дптр, у 15% ухудшилось на 1 дптр, у 8% ухудшилось на 2 дптр.

У студентов, страдавших близорукостью до поступления в вуз и соблюдавших рекомендации СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, зрение не ухудшилось.

По критерию «Периодичность перерывов в дневное время суток» разница в количестве студентов с неизменившимся зрением между теми, кто каждые 45 мин делает перерывы при работе за ПК/в телефоне и теми, кто совсем не делает перерывы, представлена на рисунке 5.

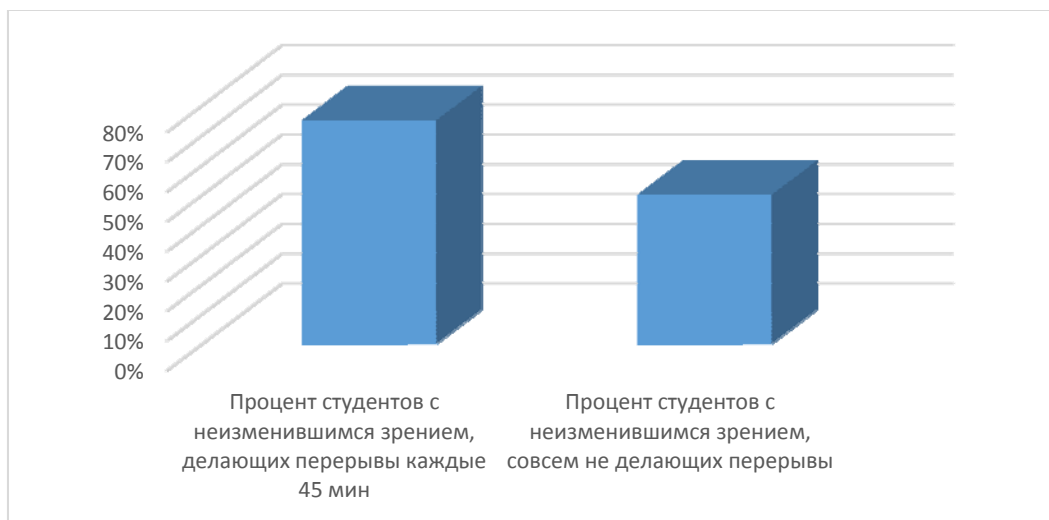


Рис. 5. Влияние периодичности перерывов на сохранение зрения

По критерию «Длительность перерывов в дневное время суток» разница в количестве студентов с неизменившимся зрением между теми, кто делает перерывы длительностью 15 мин и более при работе за ПК/в СФ и теми, кто делает перерывы длительностью меньше 15 мин, представлена на рисунке 6.

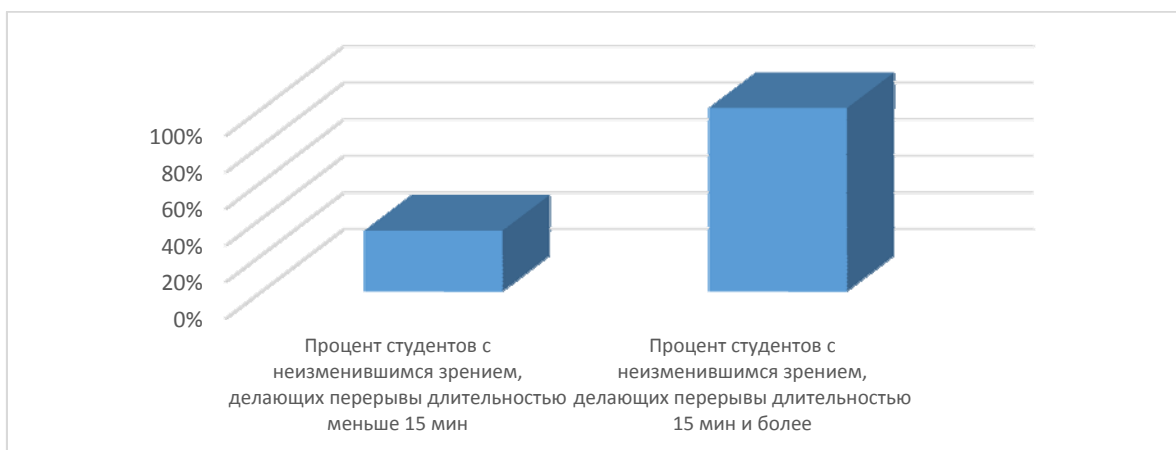


Рис. 6. Влияние длительности перерывов на сохранение зрения

По критерию «Длительность перерывов во время ночной работы за компьютером/в телефоне» разница в количестве студентов с неизменившимся зрением между теми, чья длительность перерывов составляет 20 мин и 15 мин, представлена на рисунке 7.

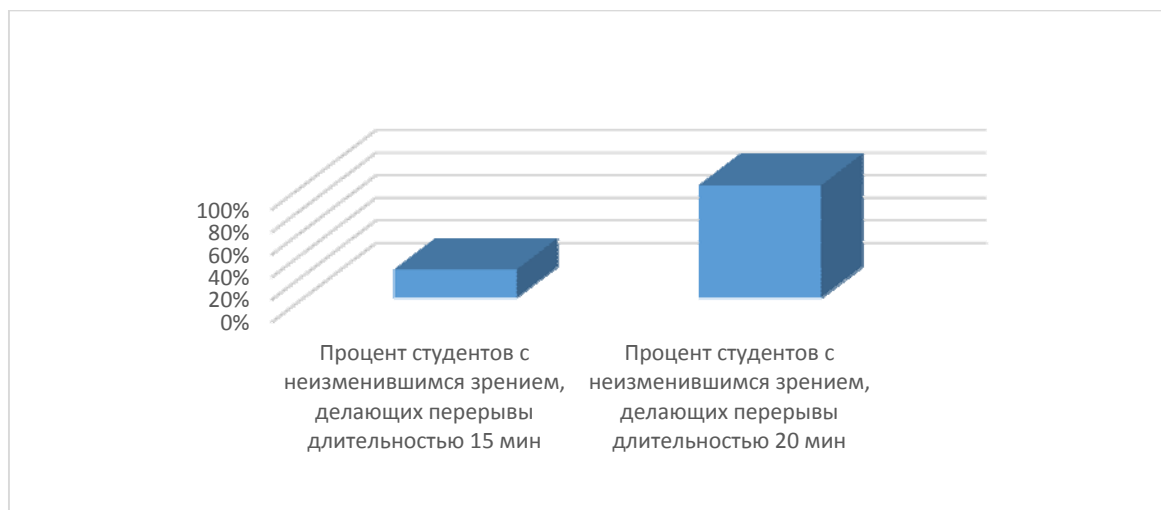


Рис. 7. Влияние длительности перерывов в темное время суток на сохранение зрения

По критерию «Использование «Ночного режима»» разница в количестве студентов с неизменным зрением между теми, кто всегда включает «Ночной режим» в темное время суток и его не использует, составила 52% (рис. 8).

Исходя из результатов исследования можно сделать вывод о безусловном не лучшем влиянии рассмотренных элементов техносферы на здоровье человека, в частности, на его орган зрения.

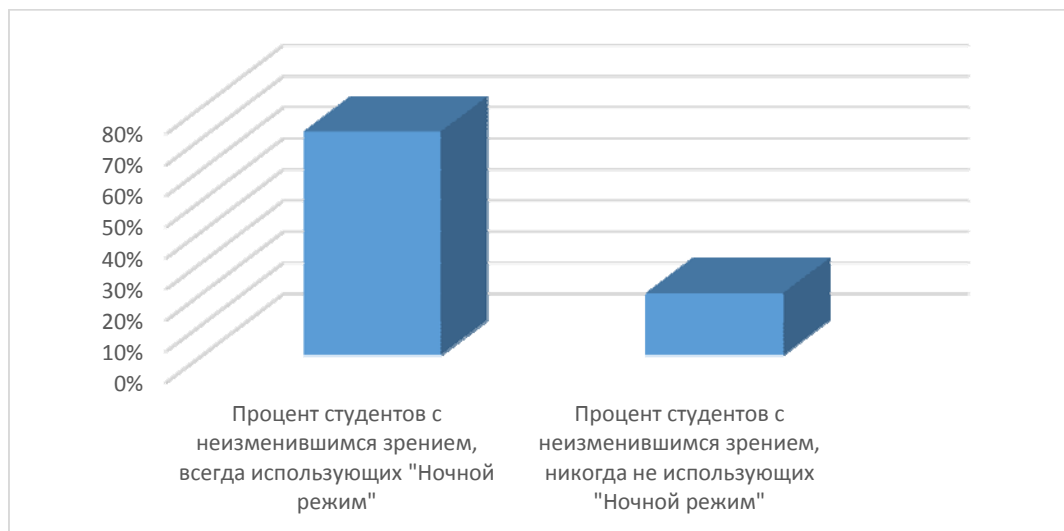


Рис. 8. Влияние использования «Ночного режима» на сохранение зрения

Подтверждена повышенная склонность к миопии людей, родители которых имеют данное заболевание – в соотношении примерно 2 к 1.

Негативные факторы напряжённости труда в виде продолжительной зрительной работы за ПК/в СФ, отсутствие регламентированных перерывов или их недостаточная длительность, нерегулярность перерывов, работа в ночное

время, неиспользование функций «Ночной режим» и «Защита зрения» существенно усугубляют риски как приобретения миопии, так и её усиления.

Вместе с тем, минимизации рисков негативного влияния на здоровье органа зрения человека со стороны широко используемых сейчас ПК и смартфонов способствуют профилактические мероприятия, направленные, с одной стороны, на снижение доз воздействующих факторов, а с другой – на обеспечение требуемых условий релаксации организма вслед за этапами его нагружения:

- по возможности работать за ПК/в СФ не более 3 ч в день;
- делать перерывы каждые 40 – 45 мин непрерывной работы;
- длительность перерыва должна составлять не менее 15 мин в дневное время суток и не менее 20 мин – в ночное время (с 22 до 6 ч);
- использовать функцию «Защита зрения» и «Ночной режим» – в темное время суток;
- выполнять комплексы гигиенических упражнений для глаз, рекомендованных в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ткаченко Ю.Л., Керженцев А.С. Техносфера – причина кризиса биосферы (Часть 1.) // Энергия: экономика, техника, экология. 2017. № 10. С. 36-43.
2. Ткаченко Ю.Л., Керженцев А.С. Техносфера – причина кризиса биосферы (Часть 2.) // Энергия: экономика, техника, экология. 2017. № 11. С. 64-68.
3. Статистика ВОЗ по близорукости. Профилактические меры [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ochkov.net/wiki/blizorukost-statistika-voz.htm>
4. К 2050 году половина населения Земли наденет очки [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/750361/valeriia-nodelman/k-2050-godu-polovina-naseleniia-zemli-nadenet-ochki>
5. Близорукость и наследственность [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ochkov.net/wiki/nasledstvennaya-blizorukost.htm>
6. Цыганок С.А. Близорукость (Миопия) [Электронный ресурс]. URL: [https://yandex.ru/health/turbo/articles?id=2320&text=является+ли+близорукость+наследственным+заболеванием&ids=2320&utm\\_source=yandex&utm\\_medium=search&utm\\_campaign=yandex-searchster&utm\\_content=article&saas\\_webreqid=1617286332050528-9513868366515541552-balancer-knoss-search-yp-sas-32-BAL](https://yandex.ru/health/turbo/articles?id=2320&text=является+ли+близорукость+наследственным+заболеванием&ids=2320&utm_source=yandex&utm_medium=search&utm_campaign=yandex-searchster&utm_content=article&saas_webreqid=1617286332050528-9513868366515541552-balancer-knoss-search-yp-sas-32-BAL)

Йебоах Ю.<sup>1</sup>, Мак-Дональд П.<sup>1</sup>, Яковлев Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Томский политехнический университет, 634050, Томск, Россия, проспект Ленина, 30.

<sup>2</sup>Томский государственный университет, 634050, Томск, Россия, проспект Ленина, 36.

## **ВЛИЯНИЕ ЗДАНИЯ НА ОБЩЕЕ ГАММА-ФОНОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ**

*Аннотация.* Фоновое излучение можно найти повсюду вокруг нас в этом мире, потому что все вещества содержат атомы, которые в основном нестабильны. Для того чтобы эти атомы стали стабильными, они самопроизвольно распадаются на радиоактивные ядра, что приводит к выбросу ионизирующего излучения в атмосферу. Эти ионизирующие излучения также известны как фоновое излучение. Люди в основном подвергаются воздействию этих ионизирующих излучений либо внутренними, либо внешними средствами. Воздействие гамма-фоновое излучения может оказывать влияние на здоровье людей, а здания, построенные с использованием таких материалов, как кирпич, цемент, гравий и почва, содержат гамма-фоновое излучение. Люди проводят большую часть своего времени, оставаясь в этих зданиях, либо работая, либо отдыхая, и, следовательно, подвергая их воздействию гамма-фоновое излучения. Это делает очень важным изучение влияния гамма-фоновое излучения зданий на здоровье человека. Эта цель была достигнута путем измерения мощности эквивалентной дозы окружающей среды вблизи здания на расстоянии (0 см – 20 м) и вдали от здания на расстоянии (30 м – 100 м) для различной высоты. Мощность эквивалентной дозы окружающей среды затем использовалась для расчета годовой эквивалентной дозы взрослого, который сидит рядом со зданием, и взрослого, который работает вдали от здания. Кроме того, было также найдено лучшее место для установки детектора для контроля гамма-излучения рядом со зданием.

Из полученных результатов следует, что годовая эквивалентная доза, получаемая человеком, который сидит рядом со зданием, составила 0,09 мЗв, что было выше, чем у взрослого, который работает далеко от здания (0,08 мЗв). Однако оба они были ниже глобального уровня. Лучшим местом для установки детектора для измерения гамма-излучения оказалось расстояние в 1,5 м от здания.

*Ключевые слова:* годовая эквивалентная доза, здание, гамма-фоновое излучение, мощность эквивалентной дозы окружающей среды.



Yeboah E.<sup>1</sup>, Macdonald P.<sup>1</sup>, Yakovlev G.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenina Avenue, 634050, Tomsk, Russia.

<sup>2</sup>Tomsk State University, 36, Lenina Avenue, 634050, Tomsk, Russia.

## **CONTRIBUTION OF GAMMA BACKGROUND RADIATION FROM BUILDING ON HUMAN HEALTH**

*Abstract:* Background radiation can be found all around us in this world because all matters contain atoms, which are mostly unstable. In order for these atoms to become stable, they disintegrate spontaneously into radioactive nuclei, which leads to the release of ionizing radiation into the atmosphere. These ionizing radiations are also known as background radiation. Humans are mostly exposed to these ionizing radiations by either internal or external means. Exposure to gamma background radiation can have effect on the health of humans and buildings, which are constructed using materials such as bricks, cement, gravels and soil, contain gamma background radiation. Humans spend most of their time staying in these buildings either working or resting and hence making them exposed to gamma background radiation. This makes it very essential to investigate the contribution of gamma background radiation from buildings on human health. This goal was achieved by measuring the ambient equivalent dose rate near building at a distance of (0 cm – 20 m) and away from building at a distance of (30 m – 100 m) for different height. The ambient equivalent dose rate was then used to calculate for the annual equivalent dose of an adult who sits near the building and that of an adult who works away from the building. In addition, the best place to install a detector for monitoring the gamma radiation near the building was also found.

From the results obtained, The annual equivalent dose received by of a person who sits near the building was 0.09 mSv, which was higher than an adult who works far away from the building (0.08 mSv). Both were however less than the global level. The best place to install a detector for measuring gamma radiation was found to be a distance of 1.5 m away from the building.

*Key words:* Annual equivalent dose, building, gamma background radiation, ambient equivalent dose rate.

### Introduction.

All matter contains atoms, when these atoms are unstable, they disintegrate spontaneously into radioactive nuclei which leads to the release of ionizing radiation into the atmosphere. These ionizing radiations are also known as background radiation [1]. Background radiation can be found all around us and when the level of this background radiation is high, it can have a negative effect on the health of living organisms (such as humans and animals) and the environment [2]. Humans are exposed to radiation through both internal and external means. People working in some facilities for longer period are exposed to radiation [3]. Humans are also exposed to radon, which is a progeny of uranium a natural occurring radionuclide through indoor pollution. Radon is an inert gas so it is been inhaled by humans when

they are exposed to it. The most common means by which people are exposed to radiation is by medical means (diagnosis and treatment) and natural source of background radiation [4]. Research done by [5] shows that building materials contribute to gamma dose rate and hence it is very important to find the influence of buildings on human health since, these materials are used in construction of them. In addition works done shows that the amount of gamma background at a particular location differ due to geological location, this means that the gamma radiation of a particular place may be higher than another [6]. Several works have been done on gamma background radiation of buildings and soil, and the effect of these radiations on human health. This was done by measuring the gamma dose rate and calculating the annual effective dose. A work done by [7] on the annual effective dose from the environment in Bushehr city revealed that the average gamma dose of both indoor and outdoor were found to be  $51.8 \pm 8.8$  nSv/h and  $60.2 \pm 7.2$  nSv/h respectively.

Humans spend most of their time staying in these buildings either working or resting and hence making them exposed to gamma background radiation. This makes it very essential to investigate the contribution of gamma background radiation from buildings on human health. This goal was achieved by measuring the ambient equivalent dose rate near building at a distance of (0 cm – 20 m) and away from building at a distance of (30 m – 100 m) for different height.

In this work, the annual equivalent dose of an adult who sits near the building and an adult who works far away from the building was found by using the ambient equivalent dose rate of gamma background radiation measured using scintillation detector (BDKG-03).

#### Method.

In this research work, the total gamma background radiation (the ambient equivalent dose rate) were measured using scintillation detector (BDKG-03). Measurement was first taken in steps of 50 cm from 10 cm to 2 m away from the building at height in steps of 50 cm from 10 cm to 1 m above the ground in the region of Tomsk, Russia.

After 2 m, measurements were taken in steps of 1 m from 3m to 10 m and in steps of 10 m from 20 m to 100 m away from the building with height in steps of 50 cm from 10 cm to 1 m above the soil as indicated in Figure 1. All measurements were taken at a time interval of 5 minutes.

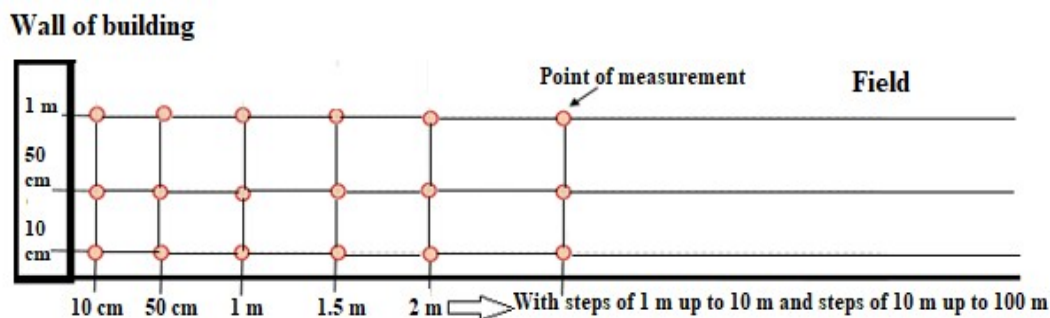


Fig. 1. Scheme of measurement

The annual equivalent dose was then calculated using the ambient dose rate measured

$$E = H \times OF \times T \times CF \quad (1)$$

Where; E - The annual effective dose, H – Dose rate, OF – Outdoor occupancy factor = 20%, T – Time converted from year to hours = 1 year = 8760 hr, CC – Conversion coefficient for an adult = 0.7 for converting absorbed dose in the air to effective dose in humans [8].

#### Results.

This section present the results used in calculating the annual equivalent dose. Both building and soil contributed to the total gamma background radiation from 0 – 10 m, therefore in order to find the gamma background influenced by only building, the dose rate at 20 m which is influenced by gamma background radiation from only soil is subtracted from the dose rate from the distance of 0 – 10 m. This is shown in the table 1.

*Table 1*

Gamma background radiation influenced by only building at different height.

Distance, m	Gamma background radiation influenced by only building at different heights, nSv/h		
	0.1 m	0.5 m	1 m
0.1	13.9 ± 0.03	23.5 ± 0.04	24.8 ± 0.04
0.5	9.21 ± 0.03	22.9 ± 0.03	19.7 ± 0.03
1	16.8 ± 0.04	22.8 ± 0.04	15.4 ± 0.03
1.5	20.8 ± 0.03	20.8 ± 0.04	14.2 ± 0.03
2	25.4 ± 0.04	19.2 ± 0.04	16.0 ± 0.03
3	21.6 ± 0.04	26.1 ± 0.04	12.3 ± 0.03
4	21.8 ± 0.04	20.8 ± 0.04	16.2 ± 0.03
5	18.1 ± 0.05	19.7 ± 0.03	9.10 ± 0.03
6	23.0 ± 0.04	16.8 ± 0.03	12.4 ± 0.03
7	17.5 ± 0.03	1.10 ± 0.03	8.06 ± 0.03
8	7.01 ± 0.03	9.20 ± 0.03	7.05 ± 0.03
9	11.1 ± 0.04	7.85 ± 0.03	5.24 ± 0.03
10	8.96 ± 0.03	7.79 ± 0.03	2.90 ± 0.03

Figure 2, shows the dose analysis for the measurement taken at different heights of 0.1 m, 0.5 m, and 1 m above the ground. The influence of dose on gamma background radiation increased with increasing distance as we measured further away from the building. The dose also increased with increasing height from above the ground.

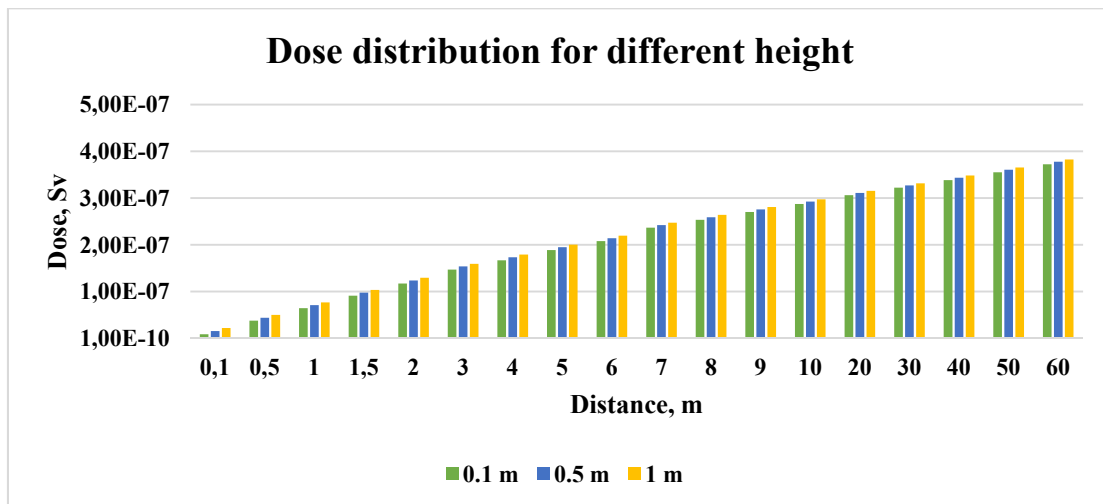


Fig. 2. Gamma dose to distribution for different height.

Calculation of annual effective dose.

The annual effective dose from gamma background radiation was calculated using the equation (1).

Figure 3, shows that the average annual effective dose for an adult, who sits near the building at a height of 1 m and a distance within 5 m for a year, is 0.09 mSv. Also, the average annual effective dose of an adult who works far away from the building from a distance of 50 m – 100 m is 0.08 mSv, which are both less than the global level of 0.48 mSv. The average annual effective dose of an adult who sits near the building is higher than an adult who works far away from the building. This is because both the building and the soil contribute to the total dose rate near the building, which is higher than the total dose rate far away from the building, contributed by only soil.

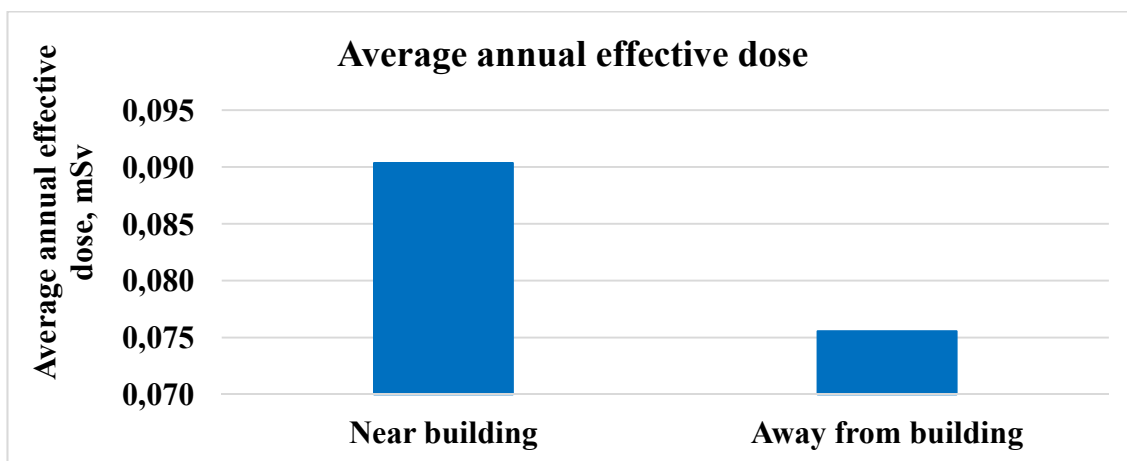


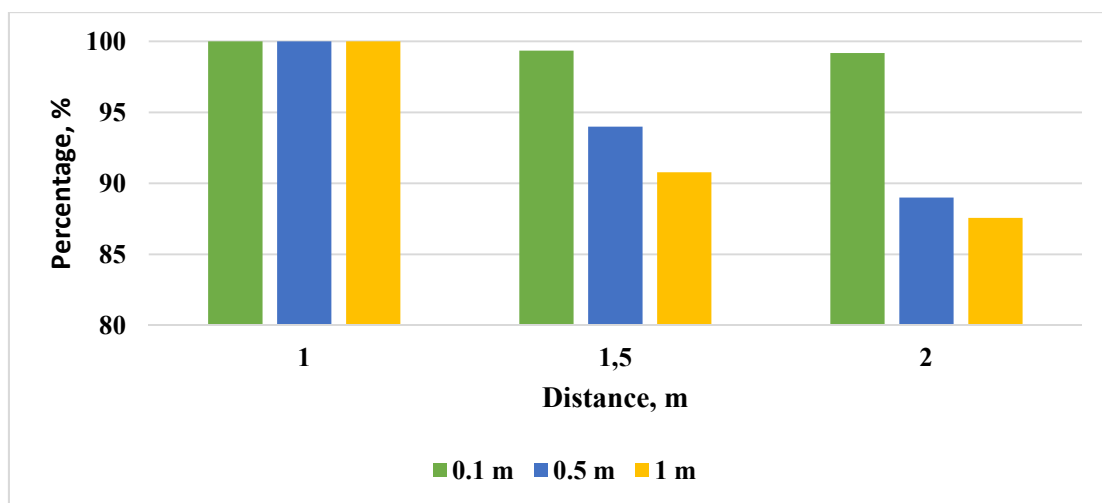
Fig. 3. Average annual effective dose

Finding the best place to install a gamma radiation detector.

Locating the best place to install a gamma radiation detector is very important because this would help monitor the amount of gamma radiation (dose rate) a person

is been exposed to. In order to find the best location, 3 different height (0.1, 0.5 and 1 m) and 3 different distance (1, 1.5 and 2 m) were considered. The distance of 1 – 2 m was considered because the building was taken as the main source of the gamma radiation and since the same number of photons would be spread out over a big area. Also based on the inverse law the maximum dose rate would be measured near the building than further away from the building which is been backed by experimental readings taken from previous results. The distance of 1 – 2 m would also allow easy monitoring and surveillance of the detector, which might be prone to theft. The average height of a person and the cost of materials were taken into consideration when choosing the height because if the height were long more materials would be needed to construct the pole required to hang the detector on and this will increase the cost involved.

Figure 4 shows the percentage of the 3 different distance with their corresponding 3 different height. The building was taken as 100% since that was the main source of gamma radiation. From the figure, as we increased the distance away from the building, the dose rate decreased. The dose rate also decreased with increasing height. The best place that would be chosen to install the detector would be a distance and a height of 1.5 m away from the building, since that is the average of the distance that were chosen.



*Fig. 4.* The percentage of the 3 different distance with their corresponding 3 different height.

### Conclusion

The dose of gamma background radiation increased as we measured above the soil at heights of 10 cm, 50 cm, and 1 m and away from the building. The annual equivalent dose rate that sits near the building is found to be 0.09 mSv, which is higher than an adult who works far away from the building, found to be 0.08 mSv. Both of these values are less than the global level of the annual effective dose of 0.48 mSv. This shows that a person who sits closer to the building is exposed more to gamma radiation and therefore has to spend less hours close to the building. The best

place for placing a gamma radiation detector was found to be 1.5 m away from the building and at a height of 1.5 m. Hence, this method for assessing the contribution of gamma background radiation from soil and building as a percentage is optimistic.

## REFERENCES

1. Martin, Alan, et al. An introduction to radiation protection. CRC Press, 2018.
2. National Research Council. "Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII phase 2." (2006).
3. Environmental Protection Agency, (EPA, 2007) *Ionizing radiation Fact book* EPA (March 2007) Office of Radiation and Indoor Air. EPA-402-F-06-061.
4. Center for Disease Control and Prevention (CDC). The Electromagnetic Spectrum: Ionizing Radiation. 2015. Retrieved March 11, 2021 from [https://www.cdc.gov/nceh/radiation/ionizing\\_radiation.html](https://www.cdc.gov/nceh/radiation/ionizing_radiation.html)
5. Flores, O. B., Estrada, A. M., Suarez, R. R., Zerquera, J. T., & Pérez, A. H. (2008). Natural radionuclide content in building materials and gamma dose rate in dwellings in Cuba. *Journal of environmental radioactivity*, 99(12), 1834-1837.
6. UNSCEAR: *REPORT Vol. I sources and effects of ionizing radiation, annex a: dose assessment methodologies*. New York: United Nations Scientific Committee on the effects of atomic radiation; 2000.
7. Pashazadeh, A. M., Aghajani, M., Nabipour, I., & Assadi, M. (2014). Annual effective dose from environmental gamma radiation in Bushehr city. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 12(1), 1-4.
8. Lebedyte, M., D. Butkus, and G. Morkūnas. "Variations of the ambient dose equivalent rate in the ground-level air." *Journal of environmental radioactivity* 64.1 (2003): 45-57.
9. Gholami, M., Mirzaei, S., & Jomehzadeh, A. (2011). Gamma background radiation measurement in Lorestan province, Iran.

*Клепченко М. В., Гаврилова Ю. В.*

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация

## **УСЛОВИЯ ТРУДА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРСОНАЛА НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

*Аннотация.* В данной работе были рассмотрены вопросы несовершенства нормативной базы применяемой системой управления охраной труда, в целях обеспечения безопасных условий производственного персонала. Также предложены пути решения и смягчения сложившейся ситуации, повышенного уровня несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

*Ключевые слова:* Система управления охраной труда; безопасность труда; производственный персонал; энергетический комплекс.

## WORKING CONDITIONS OF PRODUCTION PERSONNEL AT POWER COMPLEX FACILITIES

*Abstrac.* In this paper, the issues of imperfection of the regulatory framework used by the occupational health and safety management system were considered in order to ensure the safe conditions of production personnel. Ways of solving and mitigating the current situation, the increased level of accidents at work and occupational diseases are also proposed.

*Keywords:* Occupational safety management system; safety; production personnel; energy complex.

Согласно подведенной статистике Минэнерго, энергетические предприятия демонстрируют положительное снижение количества аварий и травм за последние годы. Давайте рассмотрим причины снижения травматизма на рабочих местах энергетических предприятий.

На рисунке 1 представлена динамика снижения несчастных случаев на производстве в энергетических предприятиях с 2012 по 2019 год.

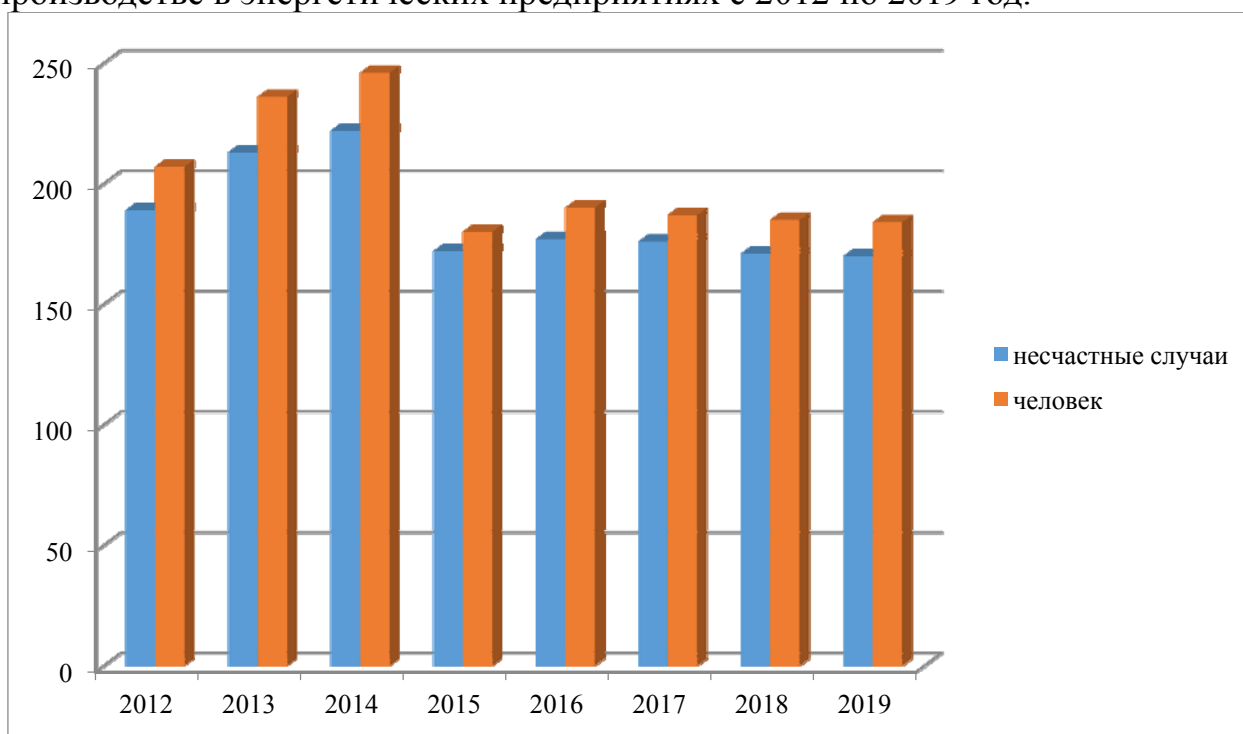


Рис. 1. Количество несчастных случаев и пострадавших за 2012-2019 годы в электроэнергетике [1-2]

Таблица 1

## Общие показатели производственного травматизма [1-2]

Годы	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Число несчастных случаев на производстве								
Всего	189	213	222	172	177	176	171	170
Количество пострадавших при несчастных случаях на производстве (всего / в т.ч. со смертельным исходом)								
Всего	207/37	236/35	245/33	180/34	190/32	187/33	185/-	184/-

Как мы видим из статистических данных, наблюдается пусть медленное, но снижение количества несчастных случаев.

По данным Минэнерго, зачастую пострадавшими являются работники основных профессий предприятий электрических сетей, со стажем работы в данной отрасли более 10 лет, а именно мужчины в возрасте от 50 до 59 лет.

Основными причинами несчастных случаев на производстве, согласно данным Минэнерго, являются:

- нарушение пострадавшими требований и норм охраны труда,
- неудовлетворительная организация производства работ;
- личная неосторожность пострадавших;
- неудовлетворительный контроль за работающими со стороны назначенных ответственных лиц;
- неправильное применение средств индивидуальной защиты, спецодежды и спецобуви [2].

Установлено, что в электроэнергетике основная доля травматизма приходится на падение с высоты (31-32%). Второй причиной травматизма является поражение электрическим током (18-21%) [2].

Мы, в своем случае хотим отметить, что не последнюю роль в данном случае играет эмоциональное выгорание работника. То есть работник, отработавший более 10 лет в данной сфере, привыкает к опасности и перестает ее бояться, что и приводит к несчастному случаю.

Тем не менее после вступления в силу Федерального закона №426 от 28.12.2013 «О специальной оценке условий труда», который направлен на идентификацию потенциально вредных производственных и трудовых факторов, была осуществлена оценка практически всех рабочих мест. Успешный переход от аттестации рабочих мест к специальной оценке условий труда завершился к 2019 году, поскольку срок действия ранее проведенных аттестаций окончен.

Как это влияет на количество профзаболеваний и частоту несчастных случаев на энергетических предприятиях? Довольно существенно. Сейчас не только специальные комиссии составляют отчеты и протоколы о соответствии производства требованиям безопасности, составляют карты, в которых отражаются нарушения и так далее. Но и законодателем был принят ряд мер, направленных на предотвращение нарушения процедуры проведения СОУТ. Также в Кодекс РФ об административных правонарушениях с 01.01.2015 г. вступила в силу статья 5.27.1, часть 2 которой предусматривает предупреждение или наложение административного штрафа на должностных



лиц и хозяйствующий субъект за нарушение работодателем установленного порядка проведения СОУТ на рабочих местах или ее непроведение [3]. Были ужесточены требования к организациям, проводящим СОУТ, а также к квалификационному уровню экспертов этих организаций и введен реестр действующих экспертов. С 01.01.2015 г. вступила в силу административная ответственность за нарушение организацией, проводившей СОУТ, установленного порядка проведения в соответствии с санкциями статьи 14.54 Кодекса РФ об административных правонарушениях, предусматривающими наложение административного штрафа на должностных и юридических лиц. Отметим, что эксперт организации, проводившей СОУТ, несет административную ответственность, как должностное лицо [3]. А также существенно расширены права работника и выборного органа первичной профсоюзной организации вплоть до обжалования результатов проведения СОУТ в судебном порядке. Все это способствует повышению качества проведения СОУТ. А также позволяет проводить модернизацию рабочего места с целью улучшения условий труда. Сейчас работодателю невыгодно платить за вредные условия труда, если фактор является устранимым, такой как освещенность, например. Так как при СОУТ абсолютно за любой фактор положена доплата, если есть превышение ПДК или ПДУ, чего не было при аттестации рабочих мест. Таким образом, улучшаются условия труда на рабочих местах, что необратимо сказывается на травматизме в положительную сторону.

Кроме того, в настоящее время происходит существенная смена международных стандартов ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования» [4] на ГОСТ Р ИСО 45001-2020 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство применения» [5]. То есть старый стандарт OHSAS 18001 выводится из использования, все компании должны перейти на новый стандарт ISO 45001. На это отводилось 3 года, начиная с 2018, и в апреле 2021 года старый стандарт перестанет действовать.

В данном документе есть значительные преимущества. Первое, в системе менеджмента ISO 45001 присутствуют некоторые компоненты из OHSAS18001, которые в большей мере раскрыты и дополнены. Второе, ISO 45001 содержит информацию о надежных и эффективных наборах процессов, направленных на повышение безопасности в глобальных цепочках поставок. Третье и главное преимущество ISO 45001 в том, что данный международный стандарт будет содействовать повышению эффективности энергетических предприятий, сокращению количества травм и заболеваний на рабочем месте и обеспечивать безопасное пребывание лиц на территории организации, внедрившей ISO 45001.

Таким образом, можем сделать вывод, что только комплексный подход к системе управления охраной труда на предприятии приводит к реальному улучшению условий труда на рабочих местах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ткаченко П.В. Производственный травматизм в энергетике // Attek journal № 12. 14.12.2015. URL: <https://www.centrattek.ru/novosti/1118/> (дата обращения: 02.03.2021)
2. Министерство энергетики Российской Федерации URL: <https://minenergo.gov.ru> (дата обращения 10.03.2021).
3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://base.garant.ru/12125267/> (дата обращения 18.03.2021)
4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ / Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения: 01.03.2021)
5. ГОСТ Р ИСО 45001-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200175068> (дата обращения 18.03.2021).
6. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья» / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://base.garant.ru/70304650/> (дата обращения 18.03.2021).

*Лбова Е. А., Буянтуева Л. Б.*

Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова, г. Улан-Удэ, Республика Бурятия, Российская Федерация

## ПАЛЬМОВОЕ МАСЛО В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ БУРЯТИИ

*Аннотация.* Сегодня пальмовое масло очень широко используется в пищевой промышленности, особенно в производстве молочных продуктов в качестве заменителя молочного жира. Это приводит к значительному снижению качества и пищевой ценности продуктов. Согласно последним исследованиям, употребление продуктов, содержащих пальмовое масло, может негативно влиять на здоровье человека. В статье представлены результаты анализа жирнокислотного состава молочных продуктов, производимых и/или продаваемых в Республике Бурятия. Анализ направлен на выявление в молочных продуктах жирных кислот, входящих в состав пальмового масла, и установление того, соответствует ли содержание каждой отдельно взятой жирной кислоты в том или ином молочном продукте ГОСТам. Также представлена общая информация о пальмовом масле – сведения о его химическом составе, данные о влиянии на здоровье человека.

*Ключевые слова:* пальмовое масло, молочные продукты, жирнокислотный состав, жирные кислоты, здоровье человека

*Lbova E.A., Buyantuyeva L.B.*

Buryat State University named after Dorji Banzarov, Ulan-Ude, the Republic of Buryatia, Russian Federation

## **PALM OIL IN DAIRY PRODUCTS OF BURYATIA**

*Abstract.* Today palm oil is widely used in the food industry, especially in the production of dairy products as a substitute for milk fat. This leads to a significant decrease in the quality and nutritional value of products. According to the latest research, the consumption of foods containing palm oil can negatively affect human health. The article presents the results of the analysis of the fatty acid composition of dairy products produced and / or sold in the Republic of Buryatia. The aim of analysis is to identify fatty acids in dairy products that are part of palm oil, and to establish whether the content of each individual fatty acid in a particular dairy product complies with state standards. It also provides general information about palm oil - information about its chemical composition and effects on human health.

*Key words:* palm oil, dairy products, fatty acid composition, fatty acid, human health

Введение.

Пальмовое масло сегодня является одним из наиболее широко употребляемых растительных масел в мире. Оно активно используется в пищевой промышленности, как более дешевый аналог оливкового и подсолнечного масел. Чаще всего пальмовое масло используется как заменитель молочного жира. Оно гораздо дешевле и имеет сходный с молочным жиром жирнокислотный состав, поэтому его удобно использовать [1, 3]. Однако, несмотря на экономические преимущества использования пальмового масла, в обществе к нему относятся не очень дружелюбно. Бытует мнение о вреде пальмового масла – о невозможности его усвоения человеческим организмом, о развитии в результате его употребления различных заболеваний. Действительно, исследования влияния пальмового масла на здоровье человека, проведенные за последние 20 лет, показывают, что частое употребление содержащих его продуктов может стать одной из причин развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, например, атеросклероза, за счет увеличения ЛПНП в крови, а также может влиять на развитие абдоминального ожирения [2]. В связи с вышеизложенным, исследования содержания пальмового масла в продуктах питания несомненно актуальны.

Целью настоящего исследования является проведение анализа молочных продуктов, производимых и/или продаваемых в Республике Бурятия, на уровень содержания составляющих их жирных кислот.

Объекты и методы исследования.

В ходе исследования были проанализированы данные о 15-ти образцах молочных продуктов, производимых и/или продаваемых в Бурятии, и содержащих в своем составе жирнокислотные компоненты пальмового масла. Исследовались 7 образцов сливочного масла, 5 образцов сметаны, 2 образца сыра и 2 образца творога.

Для определения содержания тех или иных жирных кислот в составе молочной продукции используют следующие ГОСТы:

1. ГОСТ 32915-2014 - Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии.

2. ГОСТ 31663-2012 - Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот.

3. ГОСТ 31665-2012 - Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот.

Результаты исследования.

Результаты исследования жирнокислотного состава в анализируемых продуктах представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Выявлены превышения допустимого содержания в шести образцах (см. Таблицы):

1. Масло сливочное несоленое с массовой долей жира 72,5 %, производство ФГУП «Байкальское»: превышено содержание стеариновой кислоты (значение – 13,61% при допустимом 9,0 – 13,0% от общей суммы жирных кислот) (Таблица 1);

2. Масло сливочное несоленое «Крестьянское» с массовой долей жира 72,5 %, производство ФГУП «Байкальское»: превышено содержание стеариновой кислоты (значение – 13,48%) (Таблица 1);

3. Масло сладко-сливочное несоленое "Крестьянское", м.д.ж. 72,5%, производство ООО «Лав Продукт»: превышено содержание пальмитиновой (значение – 36,65% при допустимом 22,0 – 33,0%), олеиновой (значение – 36,20% при допустимом 22,0 – 32,0%), линолевой (значение – 14,94% при допустимом 3,0 – 5,5%) и арахидиновой (значение – 0,34% при максимальном допустимом 0,3%) кислот (Таблица 1);

4. Масло сливочное "Крестьянское" 72,5%, производство ООО «Мирсапром»: превышено содержание пальмитиновой (значение – 34,73%), олеиновой (значение – 36,93%), линолевой (значение – 21,62%) и арахидиновой (значение – 0,34%) кислот (Таблица 1);

5. Сметана с массовой долей жира 20%, производство ООО «Бичурский маслозавод»: превышено содержание олеиновой (значение – 34,37%) и линолевой (значение – 14,8%) кислот (Таблица 2);

6. Сыр полутвердый «Российский сыр» с массовой долей жира 50%, производство ООО «Брасовские сыры»: превышено содержание пальмитиновой (значение – 33,87%), олеиновой (значение – 37,34%) и линолевой (значение – 20,54%) кислот (Таблица 3).

Жирнокислотный состав четырех из представленных продуктов практически полностью не соответствует государственным стандартам: масло сладко-сливочное несоленое «Крестьянское» с м.д.ж. 72,5% производства ООО «Лав Продукт»; масло сливочное «Крестьянское» с м.д.ж. 72,5% производства ООО «Мирсапром»; сыр полутвердый «Российский сыр» с м.д.ж. 50% производства ООО «Брасовские сыры»; сметана с м.д.ж 20% производства ООО «Бичурский маслозавод».

Таблица 1

Жирнокислотный состав исследованных образцов сливочных масел

	Норматив	Масло сливочное «Крестьянское»	Масло сливочное с м.д.ж. 72,5 %	Масло сливочное несоленое с м.д.ж. 72,5%	Масло сливочное несоленое «Крестьянское» с м.д.ж. 72,5%	Масло сладко-сливочное «Крестьянское», высший сорт с м.д.ж. 72,5%	Масло сладко-сливочное несоленое «Крестьянское» с м.д.ж. 72,5%	Масло сливочное «Крестьянское» с м.д.ж. 72,5%
Изготовитель		СПОК «Возрождение»	ООО «Рубин», цех по переработке молока	ФГУП «Байкальское»	ФГУП «Байкальское»	ООО «Агрохолдинг «Молоко Бурятии»»	ООО «Лав Продукт»	ООО «Мирсапром»
Лауриновая	2,0 – 4,0	3,06	2,52	2,3	2,56	2,5	2,03	0,15
Миристиновая	8,0 – 13,0	10,76	9,43	8,87	9,18	9,48	2,13	0,75
Пальмитиновая	22,0 – 33,0	26,3	25,75	24,53	25,72	27,65	36,65	34,73
Стеариновая	9,0 – 13,0	11,83	12,34	13,61	13,48	12,53	5,42	4,68
Олеиновая	22,0 – 32,0	25,36	28,13	27,32	28,32	27,07	36,20	36,93
Линолевая	3,0 – 5,5	2,39	2,23	2,25	2,20	2,28	14,94	21,62
α-линоленовая	До 1,5	1,33	0,68	0,8	0,95	0,6	0,19	0,15
Арахидиновая	До 0,3	0,29	0,21	0,3	0,28	0,2	0,34	0,34

Таблица 2

Жирнокислотный состав исследованных образцов сметаны

	Норматив	Сметана с м.д.ж. 20%	Сметана с м.д.ж. 20%	Сметана с м.д.ж. 20%	Сметана с м.д.ж. 20%	Сметана с м.д.ж. 20%
Изготовитель		ООО «Рубин», цех по переработке молока	ООО Мухоршибирский молочный комбинат «Буренка»	ООО «Бичурский маслозавод»	ООО «Агрохолдинг «Молоко Бурятии»»	ООО «Бичурский маслозавод»
Капроновая	1,5 – 3,0	1,86	1,86	1,61	2,03	0,61
Каприновая	2,0 – 3,5	2,14	2,16	2,01	2,23	0,89
Каприловая	1,0 – 2,0	1,13	1,13	1,0	1,16	0,42
Лауриновая	2,0 – 4,0	2,47	2,49	2,33	2,47	1,24
Миристиновая	8,0 – 13,0	9,13	9,95	8,93	9,34	4,14
Пальмитиновая	22,0 – 33,0	25,45	24,8	25,02	24,89	30,07
Стеариновая	9,0 – 13,0	12,79	11,45	12,5	11,33	6,64
Олеиновая	22,0 – 32,0	28,73	26,35	30,74	28,06	34,37
Линолевая	3,0 – 5,5	2,16	2,63	2,15	2,17	14,8
α-линоленовая	До 1,5	0,69	1,29	1,01	1,1	0,49
Арахидиновая	До 0,3	0,29	0,27	0,22	0,24	0,29

Таблица 3

## Жирнокислотный состав исследованных образцов сыра и творога

	Норматив	Сыр мягкий «Бичурский»	Сыр полутвердый «Российский сыр» с м.д.ж. 50%	Творог 2%	Творог 5%
Изготовитель		ООО «Бичурский маслозавод»	ООО «Брасовские сыры»	ООО «Агрохолдинг «Молоко Бурятии»»	ООО «Агрохолдинг «Молоко Бурятии»»
Капроновая	1,5 – 3,0	1,82	0,01	2,0	1,80
Каприновая	2,0 – 3,5	2,72	0,06	2,10	2,02
Каприловая	1,0 – 2,0	1,19	0,04	1,15	1,04
Лауриновая	2,0 – 4,0	3,21	0,46	2,53	2,39
Миристиновая	8,0 – 13,0	10,76	0,90	9,61	9,44
Пальмитиновая	22,0 – 33,0	25,77	33,87	25,05	29,12
Стеариновая	9,0 – 13,0	10,9	4,60	12,72	12,89
Олеиновая	22,0 – 32,0	25,11	37,34	27,03	25,59
Линолевая	3,0 – 5,5	3,0	20,54	2,36	2,63
$\alpha$ -линоленовая	До 1,5	1,10	0,16	1,02	0,82
Арахиновая	До 0,3	0,24	0,13	0,26	0,19

Примечания к таблицам:

	– превышение норматива
	– значение ниже нормативного

### Заключение.

Из 15-ти отобранных образцов 6 не соответствуют ГОСТам – в них значительно превышено содержание основных составляющих пальмовое масло жирных кислот. Если применить эти итоги ко всей молочной продукции, производимой в Бурятии и относящейся к рассмотренным категориям, т.е. к сливочному маслу, сметане, творогу и сыру, то можно говорить, что около трети этих продуктов обладают низким качеством и пищевой ценностью и, исходя из сказанного ранее, их употребление может неблагоприятно влиять на здоровье человека. Такие продукты стоят гораздо дешевле их качественных аналогов, а дешевизна, к сожалению, чаще всего становится решающим фактором при покупке продуктов питания у большей части населения. По этим причинам представленные молочные продукты должны изыматься и не допускаться в продовольственные магазины, а их производители – находиться под присмотром контролирующих органов.

Исследования, подобные этой работе, обязательно должны проводиться, как минимум, на региональном уровне, чтобы можно было видеть общую картину того, насколько качественные продукты употребляет население.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессонов В.В., Кулакова С.Н. Возможности использования растительных масел тропического происхождения // Пищевая промышленность. 2013. №4. С. 14 – 17.
2. Медведев О.С., Медведева Н.А. Современные представления о возможном влиянии пальмового масла на здоровье человека // Вопросы питания. Том 85, №1. 2016. С. 5-18.

3. United States Department of Agriculture [Электронный ресурс]. URL: <https://www.usda.gov/>

*Науширванова Э. Р., Мусина С. А.*

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

### **ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА АППАРАТЧИКА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МЯСОКОНСЕРВНОМ КОМБИНАТЕ**

*Аннотация.* В работе проведен анализ рабочего места аппаратчика термической обработки на мясоконсервном комбинате. Проанализированы вредные и опасные факторы рабочего места и проведена оценка этих факторов, а также составлены мероприятия по снижению вредного и опасного воздействия на рабочего специалиста.

*Ключевые слова:* Термическая обработка, мясокомбинат, вредные и опасные факторы, шум, освещенность, запыленность воздуха, напряженность и тяжесть трудового процесса.

*Naushirvanova E. R., Musina S. A.*

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

### **ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS OF THE HEAT TREATMENT APPARATUS AT THE MEAT CANNING PLANT**

*Abstract.* In work the analysis of the workplace of a heat treatment operator at a meat-packing plant. The harmful and hazardous factors of the workplace have been analyzed and these factors have been assessed, and measures have been drawn up to reduce the harmful and dangerous effects on the worker.

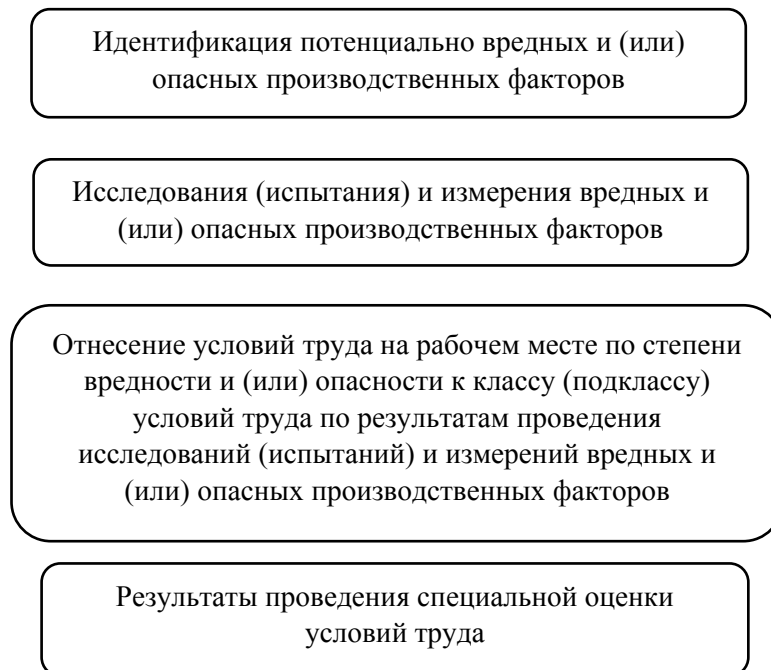
*Key words:* Heat treatment, meat processing plant, harmful and dangerous factors, noise, illumination, dustiness of the air, tension and severity of the labor process.

Безопасность труда – это такое состояние условий труда на рабочем месте, при котором воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено, либо отсутствует недопустимый риск, связанный с возможностью нанесения ущерба здоровью работников [1].

Для обеспечения безопасности труда на рабочем месте существует комплекс последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических

нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников – Специальная оценка условий труда (СОУТ) [2].

СОУТ включает в себя последовательные этапы, представленные на рисунке 1.



*Рис. 1. Этапы проведения СОУТ*

В данной работе специальная оценка условий труда производилась на рабочем месте аппаратчика термической обработки.

Характеристика работ аппаратчика термической обработки мясопродуктов включает в себя:

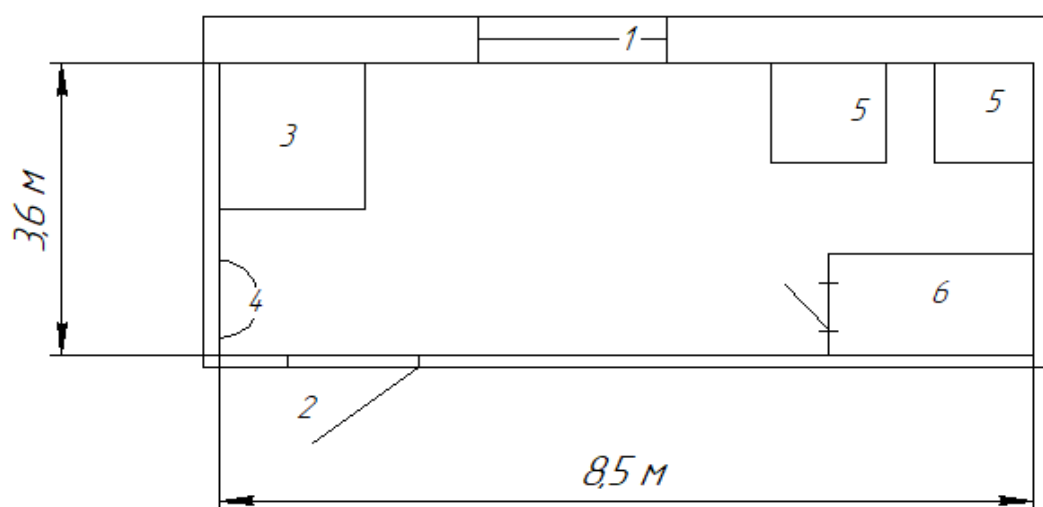
- ведение процессов обжарки, варки, копчения, запекания и сушки колбасных изделий в варочных котлах, автокоптилках, обжарочных, пароварочных, коптильных и сушильных камерах;
- загрузка рам с колбасными изделиями в камеры или варочные котлы, выгрузка готовых изделий и передача их на последующую стадию обработки;
- подача топлива в топки, розжиг и регулирование температуры в них, выгрузка и уборка золы;
- контроль показателей качества колбасных изделий, их соответствия нормативно-технической документации;
- обслуживание контрольно-измерительных приборов, дымогенераторов, периодическая их чистка;
- соблюдение санитарно-гигиенического режима в термокамерах и термоагрегатах.

Аппаратчик термической обработки мясопродуктов должен обладать такими квалификационными навыками, как [3]:



- знать принцип действия и устройство обслуживаемого оборудования;
- разбираться в режимах варки, обжарки, копчения колбасных изделий;
- ориентироваться в ассортименте вырабатываемых мясопродуктов;
- знать правила загрузки и выгрузки колбасных изделий;
- регулировать параметры технологических процессов;
- знать рецептуру колбасных изделий.

Производственное помещение аппаратчика термической обработки находится в колбасно-кулинарном производстве на участке термообработки. Схема рабочего места представлена на рисунке 2.



*Рис. 2.* Схема рабочего места аппаратчика термической обработки мясопродуктов: 1 – Окно; 2 – Выход; 3 – Рабочий стол (Стол, стул, компьютер, панель управления); 4 – Ручмойник; 5 – Варочная и коптильная камеры; 6 – Дымогенераторная

Производственное помещение аппаратчика термической обработки мясопродуктов расположено в помещении площадью 30,6 м<sup>2</sup> (длина – 8,5 м; ширина – 3,6 м; высота – 4м).

Бетонные стены и потолки участка окрашены огнеупорной краской белого цвета. Пол выполнен из плитки. Рабочий стол аппаратчика оборудован персональным компьютером и панелью управления. В качестве панели управления служит универсальный адаптер интерфейсов RS-485. В комплекте с универсальным адаптером интерфейсов поставляется специализированная программа, позволяющая аппаратчику совершать рабочие операции на персональном компьютере. На участке также имеются две стойки для термической обработки, расположенные под вентиляционным зонтом, дымогенератор, расположенный в изолированной комнате с механической общеобменной вентиляцией; ручной мойщик для мытья и обработки рук аппаратчика.

Так как оборудование на участке работает непрерывно и не зависит от стандартного 8-часового рабочего дня, аппаратчик термической обработки мясопродуктов обязан постоянно находиться на своем рабочем месте в установленном порядке в течение суток.

При фактическом осмотре помещения были замечены следующие возможные опасные и вредные воздействующие факторы:

- варочный котел является источником шума;
- повышенная температура поверхностей оборудования и используемых материалов;
- недостаточная освещенность рабочего места;
- загазованность воздуха рабочей зоны;
- неудовлетворительное состояние микроклимата (высокие температура, концентрация вредных примесей).

Особую значимость имеет такой фактор, как загазованность воздуха рабочей зоны. В процессе термической обработки изделий в процессе обжарки, варки и копчения используются дымовые газы. Дым для копчения получается путём неполного сжигания опилок лиственных пород в дымогенераторах с электрическим обогревом. В выбросах коптильного дыма в заметных количествах присутствуют окислы азота, окись углерода, окислы серы (сернистый ангидрид), твёрдые вещества (сажа), аммиак, фенольные вещества (фенол) и карбоксильные вещества (пропионовый альдегид). В табл. 1 представлены нормируемые и фактические показатели загрязняющих веществ от оборудования термического отделения, а также описание их воздействия на организм человека.

*Таблица 1*

Нормируемые и фактические показатели загрязняющих веществ от оборудования термического отделения

Наименование ЗВ	ПДК р.з, мг/м <sup>3</sup>	Фактическое количество, мг/м <sup>3</sup>	Воздействие на организм человека
Оксид углерода	20	22,3	Снижение дееспособности, головные боли, тошнота, нарушение кровообращения
Оксид азота	5	4,6	Воспаление легких, заболевание дыхательных путей

Окончание табл. 1

Оксид серы	10	12,4	Нарушение функций дыхания, болезни дыхательных путей
Сажа	6	8,7	Нарушение функций дыхания, воздействие на сосуды
Аммиак	20	18,4	Раздражение слизистой оболочки и кожных покровов. При отравлении появляется жгучая боль в горле, сильный кашель, чувство удушья, ожоги глаз, кожных покровов, сильное возбуждение, головокружение, тошнота, боли в желудке, рвота, спазм голосовой щели, удушье, возможен бред, потеря сознания, судороги и смертельный исход
Фенол	1	1,5	Состояние возбуждения и увеличение двигательной активности, переходящее в судороги, которые свидетельствуют о нарушении функций нервной системы
Пропионовый альдегид	5	5,8	Кашель, боли в горле, покраснение кожных покровов, раздражение слизистых

В ходе оценки условий труда были проведены измерения и расчеты, на основании которых был определен класс условий труда аппаратчика термической обработки и разработаны мероприятия по улучшению условий труда (таблица 2).

Таблица 2

Оценка условий труда на рабочем месте аппаратчика термической обработки

Наименование производственного фактора	ПДК/ПДУ[4]	Фактический уровень производственного фактора	Класс условий труда	Мероприятия по снижению воздействия вредных факторов
Шум, дБА	80	83	3.1	Использование СИЗ (наушники, вкладыши (беруши) и шлемы); облицовка рабочего места звукопоглощающим материалом
Освещенность, лк	300	240	3.1	Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений

## Окончание табл. 2

Температура, °С	23-25	26	2	Установка вентиляторов
Напряженность труда	На основании гигиенической оценки условий труда по показателям напряженности трудового процесса		3.1	Смещение начала и окончания рабочего дня, введение регламентируемых перерывов в течение рабочего дня
Загазованность рабочей зоны	См. табл.1	См.табл.1	3.1	Исправное состояние общеобменной вентиляции
Тяжесть труда	На основании гигиенической оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса		3.1	Применение дополнительного оборудования, облегчающего трудовой процесс
Итоговый класс труда	3.1			

Исходя из оценки условий труда на рабочем месте аппаратчика трудового процесса, итоговый класс труда рабочего 3.1 – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, после воздействия которых измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается, как правило, при более длительном, чем до начала следующего рабочего дня (смены), прекращении воздействия данных факторов, и увеличивается риск повреждения здоровья. Таким образом, разработка предложенных мероприятий является обязательным условием для улучшения условий труда на рабочем месте аппаратчика трудового процесса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Камардина Н.В., Костиневич В.В. Основы безопасности труда: учебное пособие/ Н.В Камардина, В.В Костиневич – Пенза, 2014 – 13 с.
2. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/499072756> (Дата обращения: 29.04.2021)
3. ЕДИНЫЙ ТАРИФНО-КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ СПРАВОЧНИК РАБОТ И ПРОФЕССИЙ РАБОЧИХ [Электронный ресурс] URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_92907/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92907/) (Дата обращения: 29.04.2021)
4. СанПиН 2.2.2776-10 «Гигиенические требования к оценке условий труда при расследовании случаев профессиональных заболеваний».

*Сивуха В. В., Лучина В. Н.,*

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь

## **УРБАНИЗАЦИЯ КАК ПРИЧИНА ИЗМЕНЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЖИТЕЛЕЙ КРУПНЫХ ГОРОДОВ**

*Аннотация.* Урбанизация является причиной увеличения количества крупных городов, возникновения агломераций и роста численности городского населения. Урбанизация неоднозначно действует на человеческое общество: дает возможность для реализации профессиональных и творческих способностей, комфортный уровень жизни, однако, в то же время, отдаляет человека от природы, подвергая его вредным воздействиям транспорта, шума, вибраций и др. Все это неблагоприятно сказывается на физическом и психическом здоровье жителя современного мегаполиса. Наиболее актуальными экологическими проблемами, связанными с урбанизацией, являются: высокая плотность населения, загрязнение воды и атмосферного воздуха, электромагнитные излучения, высокий уровень шума, большое количество отходов. Данные проблемы требуют от человечества комплексного решения, принятия мер социального, экологического, медицинского, технического, юридического и экономического характера, опираясь на постулаты Концепции устойчивого развития ООН.

*Ключевые слова:* урбанизация, экологические проблемы мегаполисов, «болезни цивилизации», городской стресс, окружающая среда, «радиационный страх», «зеленая зона», устойчивое развитие.

*Sivukha V. V., Luchina V. N.*

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

## **URBANIZATION AS A CAUSE OF CHANGES IN THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE OF HEALTH OF RESIDENTS OF LARGE CITIES**

*Abstract.* Urbanization is the reason for the increase in the number of large cities, the emergence of agglomerations and the growth of the urban population. Urbanization has an ambiguous effect on human society: it provides an opportunity for the realization of professional and creative abilities, a comfortable standard of living, but at the same time, it distances a person from nature, exposing him to the harmful effects of transport, noise, vibrations, etc. All this adversely affects the physical and mental health of a resident of a modern metropolis. The most pressing environmental problems associated with urbanization are: high population density, water and atmospheric air pollution, electromagnetic radiation, high noise levels, and large amounts of waste. These problems require a comprehensive solution from humanity, taking measures of a social, environmental, medical, technical, legal and economic nature, based on the postulates of the UN Concept of Sustainable Development.

*Key words:* urbanization, ecological problems of megacities, "diseases of civilization", urban stress, environment, "radiation fear", "green zone", sustainable development.

Урбанизация – исторический процесс увеличения количества городов и сосредоточения в них политической, экономической и культурной жизни государств. Урбанизация имеет несколько предпосылок, среди которых выделяют развитие городской культуры, инфраструктуры и индустрии. Проживание в мегаполисах имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Жизнь в современном городе дает человеку больше шансов для профессионального развития, комфортного проживания, но, вместе с тем, жизнь в городе отрицательно сказывается на физическом и психологическом здоровье людей. Характерными экологическими проблемами для проживающих в мегаполисе являются: воздействие загрязненной и измененной окружающей среды, большая численность населения, загрязнение воды и атмосферного воздуха, электромагнитные излучения, высокий уровень шума и большое количество отходов.

На самочувствие и здоровье человека оказывают серьезное влияние разнообразные и многочисленные экологические, биологические и социально-экономические факторы. Главное место среди них принадлежит тем, которые не соответствуют биологическим потребностям человеческого организма. Причиной их возникновения является биологическое, физическое и химическое засорение окружающей среды.

Загрязнение воздуха больших городов может пагубно воздействовать на здоровье человека различными способами. Существует два типа эффектов негативного воздействия: краткосрочный и долгосрочный. При краткосрочном воздействии первой страдает дыхательная система человека. Загрязнители, оседая на дыхательных путях, могут стать причиной респираторных заболеваний, вызвать изменения функции легких, а также обострение астмы. Кроме того, содержание в воздухе в высокой концентрации диоксида серы вызывает раздражение кожи и слизистой глаз.

Продолжительное вдыхание жителями мегаполиса загрязненного воздуха приводит к тяжелым последствиям. Основываясь на результатах длительных исследований, ученые пришли к выводу о том, что он может стать причиной самых разных болезней: по данным Всемирной Организации Здравоохранения, причиной 43% случаев ХОБЛ (хронической обструктивной болезни легких) является загрязненный воздух; рака легких в 29% всех случаев, так как особое влияние на этот показатель оказывают твердые частицы, которые вместе с вдыхаемыми газами достигают нижних дыхательных путей, вызывая их повреждение; заболеваний сердечно-сосудистой системы (известно, что люди, проживающие в регионах с высоким уровнем загрязнения, больше подвержены риску умереть от инсульта или сердечного приступа).

Загрязнение и засорение водоемов является следствием недостаточно очищенных сточных вод различных предприятий. По данным ВОЗ вода

содержит 13 тысяч потенциально токсичных элементов. Свинец, ртуть, кадмий, цинк, никель и хром могут вызывать гипертонию, атеросклероз, полиневрит, потерю остроты зрения, поражение костного мозга. Радиоактивные элементы цезий, уран, плутоний, стронций вызывают онкологические заболевания, ослабление иммунитета, генетические изменения. Азот и фосфор приводят к росту в водопроводных коммуникациях и артезианских скважинах сине-зеленых водорослей, плохо поддающихся фильтрации и вырабатывающих токсины, которые, попав в организм человека, ослабляют его иммунитет.

С питьевой водой в организм человека проникают болезнетворные микробы - возбудители многих инфекционных и паразитарных заболеваний (сальмонеллез, вирусный гепатит, холера, брюшной тиф, дизентерия, полиомиелит). Более того, болезнетворные микробы, присутствующие в питьевой воде, загрязненной сточными и канализационными водами, становятся причиной гастроэнтерита, миокардита и кишечных расстройств. Хлор, фтор, бром и их соединения, попав в воду, вызывают гепатиты, нефриты, врожденные аномалии плода, ослабление иммунной системы и онкологические заболевания.

Шум, производимый транспортом на проезжей части дорог, распространяется не только на придорожную территорию, но и далеко в жилую застройку. Поезда, идущие по железнодорожным путям или около сортировочных станций, значительно повышают уровень шума. Максимальный уровень звукового давления на расстоянии 7,5 м от движущегося товарного состава достигает 92 дБА, от электропоезда – 93 дБА, от пассажирского поезда – 91 дБА. Нарушает акустический режим городов и современный трамвай. Трамвайный шум по интенсивности близок к шуму дизельных автомобилей и автобусов, в нём преобладают средние и высокие частоты. Уровень трамвайного шума напрямую зависит от конструкции вагона и состояния путевого хозяйства [1].

Промышленные предприятия нарушают акустический режим и производят значительный шум, если их территория непосредственно примыкает к жилым кварталам мегаполисов. Известно, что при длительном воздействии шума на организм человека происходит уменьшение содержания сахара в крови до нижнего уровня нормы, что вызывает повышение концентрации адреналина в крови и приводит к резкой гипогликемии. Снижает некоторые показатели иммунитета человека шум в 60 дБА, часто регистрируемый на городских транспортных магистралях.

Электромагнитные поля (ЭМП) коротковолнового, ультракоротковолнового и сверхвысокочастотного диапазона (КВ, УКВ, СВЧ) наряду с другими физическими факторами окружающей среды, отрицательно влияют на здоровье горожан. Основными источниками ЭМП являются радиолокаторы, коротковолновые передатчики, телецентры, сверхвысокочастотные и средневолновые передатчики. От такого воздействия страдает нервная система человека.

Жители мегаполиса подвержены городскому стрессу. Длительный стресс приводит к нарушениям функций организма, заболеваниям сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта. Стресс может служить патогенетической основой сердечно-сосудистых, невротических и эндокринных заболеваний.

Наиболее важным примером неблагоприятного влияния урбанизации служит радиоактивное загрязнение. Подтверждением этого тезиса является тот факт, что аварии на атомных электростанциях и другие техногенные катастрофы, сопровождающиеся радиоактивным загрязнением, произошедшие в XX в., вызвали значительные психологические и медицинские последствия для населения. После Чернобыльской трагедии «радиационный страх» является причиной психоэмоционального стресса у многих людей, отличающихся слабой стрессоустойчивостью. Из всех техногенных катастроф именно Чернобыльская авария, безусловно, выделяется по масштабности и степени социально-психологических последствий для населения [2].

Урбанизированное пространство современных мегаполисов оказывает довольно сильное влияние на психику и настроение человека. Цветовые решения, плотность застройки, её однотипность, высота зданий могут вызывать у людей как дискомфорт, приводить к стрессу или депрессии, так и наоборот, повышать настроение, работоспособность и уровень самочувствия человека. Безусловно, однородная среда в виде заборов и однотипных зданий снижает концентрацию внимания, уровень зрения, а при регулярном воздействии угнетает психику человека. Так, стремительное разрастание городов, увеличение количества новых микрорайонов актуализирует проблему влияния окружающей среды на психоэмоциональное состояние человека [3].

Архитектура и расположение зданий зачастую играют отрицательную роль. Острые углы создают напряжённую атмосферу, прямые линии чужды природе и неестественны, а отсутствие элементов декора и однообразие архитектуры утомляет, понижает эмоциональную удовлетворенность людей внешним видом города. По результатам опроса, проведенного в Екатеринбурге в 2017 году среди студентов второго курса направления «Торговое дело» Уральского государственного экономического университета, 97% респондентов высказали предпочтение зданиям с лепниной или интересными формами в дизайне отделки, и лишь 3% респондентов сказали, что обычные пяти/девятиэтажные дома с прямыми линиями и отсутствием каких-либо деталей на фасаде нравятся им больше. Это обусловлено тем, что разнообразие форм и пересечение линий характерно для дикой природы и гораздо естественней архитектуры 1960–1970-х годов, поэтому первый вариант приятнее на подсознательном уровне [3]. Ярким примером положительно влияющего на эмоциональное настроение дизайна являются здания, построенные в стиле «Био-тек», который сочетает в себе как плавные линии и разнообразие естественных, присущих природе форм, так и практичность с использованием высоких технологий. Такой архитектурный стиль необходимо чаще применять при застройке современных городов.



В дизайне архитектурного экстерьера серьезное влияние на психоэмоциональное состояние человека имеют цветовые решения. Более того, цвета действительно способны повышать работоспособность, понижать сонливость (алый, оранжевый), давать чувство удовлетворенности и покоя (синий, зеленый), и наоборот, эмоционально подавлять (серый, черный и тусклые оттенки других цветов). Однако, слишком яркие или не сочетающиеся цвета негативно влияют на психическое состояние человека и вредят глазам. Важно учитывать это при дизайне зданий и использовать естественные, не невычурные цвета и их сочетания. Более того, зеленые насаждения, клумбы, объекты искусства, скульптуры благотворно влияют на создание комфортной атмосферы для напряженной человеческой психики [4].

Ландшафт оказывает определённое психогенное воздействие на людей. Выделяют две крайние формы в психологическом воздействии окружающей среды на человека: перенасыщенность природной среды, ведущая к психическому переутомлению (многообразием флоры и фауны в тропиках) и наоборот, «пустая среда», однообразное пространство, где невозможно найти зрительных или иных ориентиров. Такая природная среда вызывает чувство беспричинного беспокойства и страха у многих людей. В этом же ассоциативном ряду находятся гомогенные районы и «агрессивные» поля больших городов: голые стены из бетона и стекла, однообразные переходы и асфальтовые покрытия, глухие заборы, одинаковые элементы (ряды окон в высотных домах), ограниченность обзора. Такой ландшафт ускоряет развитие стрессов и депрессивных состояний [5].

Многие мегаполисы развивались стихийно, при этом зачастую не учитывались биологические потребности и психологические особенности индивида. Современный большой город с его многочисленными монотонными зданиями, транспортными магистралями и непрерывным шумом подавляет биологическую природу человека, устраняет необходимую физическую нагрузку, угнетает психику. Вышеперечисленные факторы вызывают повышенную раздражительность, немотивированную агрессию, общую вялость у многочисленных жителей больших городов. Человек ищет освобождения от этого состояния в природной среде, в чтении литературы, в театрах и у телеэкранов, но это не всегда приводит к желаемому результату. Усталость накапливается и выливается в нарушение тех или иных функций организма.

Сегодня во многих развитых странах проблемы урбанизации решаются путем создания «зеленых зон». Зелёная зона – это естественно природная полоса, довольно плотно облегающая город или городской район, где планировка должна быть постоянной или, по крайней мере, ее очень трудно изменить. К примеру, в Республике Южная Корея зелёные зоны разработаны как буферы для защиты открытого пространства, дикой природы, экосистем и для более компактного развития городов и их районов. К этим зонам относятся области (районы), в которых существует необходимость ограничить урбанизацию, с тем чтобы предотвратить хаотическое разрастание городов или подключение городских районов к соседним городам; также, области, которые

необходимо сдерживать в разрастании, чтобы сохранить природную среду и экосистему вокруг города и обеспечить здоровую окружающую среду для граждан [6].

Городской житель решает множество задач, которые оказывают колоссальное воздействие на психику, он вынужден больше времени проводить на работе и совсем мало отдыхать. Многие горожане привыкают к напряжённому нервному состоянию и не способны даже настроить себя на полноценный, умиротворяющий отдых. Малоподвижность, отсутствие естественной природной среды, постоянное пребывание в измененной среде, загрязненность воздуха и воды – все эти факторы отрицательно сказываются на образе жизни горожан и на их здоровье. В результате, городские жители часто страдают невротами и другими «болезнями цивилизации».

Бесспорно, человек и окружающая среда – это единое целое, но урбанизация неоднозначно действует на человеческое общество: с одной стороны, мегаполисы дают человеку ряд общественно-экономических, социально-бытовых и культурных преимуществ, что положительно сказывается на его интеллектуальном развитии и дает возможность для лучшей реализации профессиональных и творческих способностей. С другой стороны — человек попадает в среду с вредными воздействиями и отдаляется от природы: загрязненный воздух, шум и вибрации, зависимость от транспорта, вынужденное общение со множеством незнакомцев. Все эти факторы отрицательно сказываются на физическом и психическом здоровье индивида, снижают резистентность организма, приводят к более раннему возникновению тех заболеваний, к которым предрасположен тот или иной человек, и ухудшают течение уже имеющихся.

Статья 46 Конституции Республики Беларусь закрепляет право граждан на благоприятную окружающую среду. Эта конституционная норма декларирует, т.е. провозглашает это право. В Конституции Республики Беларусь закреплены и иные неотъемлемые права граждан, связанные с охраной окружающей среды: право на охрану здоровья (статья 45), которое гарантируется, в том числе, и мерами по оздоровлению окружающей среды; право на получение, хранение и распространение полной, достоверной и своевременной информации о деятельности государственных органов, общественных объединений, о политической, экономической и международной жизни, о состоянии окружающей среды (статья 34). Эти конституционные нормы составляют правовую основу экологических прав граждан и транслируются в таких законах, как: Закон Республики Беларусь от 07.01.2012 г. №340-З «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», Закон Республики Беларусь от 18.06.2019 г. №198-З «О радиационной безопасности», Закон Республики Беларусь от 26.11.1992 г. № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды», Закон Республики Беларусь от 26.11.1992 г. №2-З «Об охране атмосферного воздуха», Кодекс Республики Беларусь о земле от 23.07.2008 г. №425-З, Водный кодекс Республики Беларусь от 30.04.2014 г. №149-З, Закон Республики Беларусь от 20.07.2007 г. №271-З «Об обращении с

отходами» и Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года.

Таким образом, проблемы, связанные с урбанизацией, необходимо решать комплексно и на самом высоком уровне, принимая меры социального, экологического, медицинского, технического, юридического и экономического характера, опираясь на постулаты Концепции устойчивого развития ООН.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивженко Т.В. Железнодорожный транспорт как источник акустического загрязнения населенных мест// Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техноферной безопасности. 2018. №5. С. 117-119.
2. Мошкарлова И.В., Бегунова О.Ю. Влияние природных факторов и катаклизмов на увеличение роста самоубийств// Молодая наука – 2013: материалы IV Открытой междунар. молодеж. науч.-практ. конф. 2013. С.167-170.
3. Куликов Н.В., Чалдаев А.О. Влияние городской среды на психоэмоциональное состояние человека// Конкурентоспособность территорий: материалы XX Всерос. Эконом. Форума молодых ученых и студентов Екатеринбург. 2017. С.165-168.
4. Базыма Б.А. Психология цвета: теория и практика. Москва: Речь, 2005. 205 с.
5. Маркелов В.И. Психическое здоровье и окружающая среда// Сервис в России и за рубежом. 2011. №4. С. 207-212.
6. Selmanovich O., Luchina V. Some peculiarities of the realization of green zones policy in the Republic of Korea//Actual environmental problems: proceedings of the VII International Scientific Conference of young scientists, graduates, master and PhD students. 2017. P.14.

*Сивуха В. В., Родькин А. С.*

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь

## **ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА**

*Аннотация.* В современном мире большую роль в заболеваемости и смертности населения планеты играет загрязненный воздух. Выбросы от мобильных и стационарных источников оказывают неблагоприятное влияние на физическое здоровье человека.

*Ключевые слова:* загрязнение воздуха, выбросы, бронхиальная астма, рак легких, зеленая зона.

*Sivukha V. V., Rodzkin A. S.*

Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

## **AIR POLLUTION IN THE REPUBLIC OF BELARUS AND POSSIBLE CONSEQUENCES FOR HUMAN HEALTH**

*Abstract:* In the modern world, polluted air plays an important role in the morbidity and mortality of the world's population. Emissions from mobile and stationary sources have an adverse effect on human physical health.

*Keywords:* air pollution, emissions, bronchial asthma, lung cancer, green space.

На сегодняшний день загрязнение воздуха считается одной из самых больших угроз здоровью, которое ежегодно приводит к 7 миллионам смертей во всем мире. Загрязнение воздуха способствует возникновению и усугубляет множество заболеваний: астму, онкологию, болезни легких и болезни сердца. Международное агентство по изучению рака относит такие факторы, как канцерогенное загрязнение наружного воздуха и твердые частицы, к одному из основных компонентов возникновения онкологии.

В соответствии с оценками Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), подверженность влиянию загрязненного воздуха является важным фактором риска для основных неинфекционных заболеваний. Основываясь на результатах длительных исследований, ученые пришли к выводу о том, что такой воздух может стать причиной самых разных болезней: основой возникновения 43% случаев ХОБЛ (хронической обструктивной болезни легких) является загрязненный воздух; рака легких в 29% всех случаев, так как особое влияние на этот показатель оказывают твердые частицы, которые вместе с вдыхаемыми газами достигают нижних дыхательных путей, вызывая их повреждение; заболеваний сердечно-сосудистой системы (известно, что люди, проживающие в регионах с высоким уровнем загрязнения, больше подвержены риску умереть от инсульта или сердечного приступа). Таким образом, загрязненный воздух является одним из основных возбудителей болезней из факторов окружающей среды [1].

Основными причинами загрязнения воздуха в развитых странах являются:

- диоксид азота (от сжигания горючих ископаемых);
- озон (от воздействия солнечного света на диоксид азота и углеводороды);
- взвешенные твердые или жидкие частицы;
- оксиды серы.

Озон, составляющий значительную часть смога, является сильным раздражающим веществом и окислителем. Летом, поздним утром и после полудня уровень озона наиболее высок. Кратковременные воздействия озона на организм человека вызывают одышку, боль в груди и повышенную чувствительность дыхательных путей. Дети, проводящие большее

количество времени на открытом воздухе в дни высокого озонового загрязнения, чаще подвержены заболеванию бронхиальной астмой. Длительное воздействие озона приводит к незначительному долговременному ухудшению функции легких.

Оксиды серы, возникающие при сжигании ископаемого топлива с высоким содержанием серы, образуют кислотные аэрозоли высокой растворимости, которые откладываются в верхних дыхательных путях. Также оксиды серы могут вызывать воспаление дыхательных путей, увеличивая риск развития хронического бронхита и вызывая бронхоконстрикцию.

Загрязнение воздуха частицами представляет собой сложную смесь, образующуюся при сжигании ископаемого топлива, в особенности, дизельного топлива. Частицы вызывают местные и системные воспалительные реакции, чем объясняется их влияние на состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Так называемые частицы PM<sub>2,5</sub> (диаметром < 2,5 микрометров) вызывают более выраженную воспалительную реакцию, чем частицы большего диаметра [2].

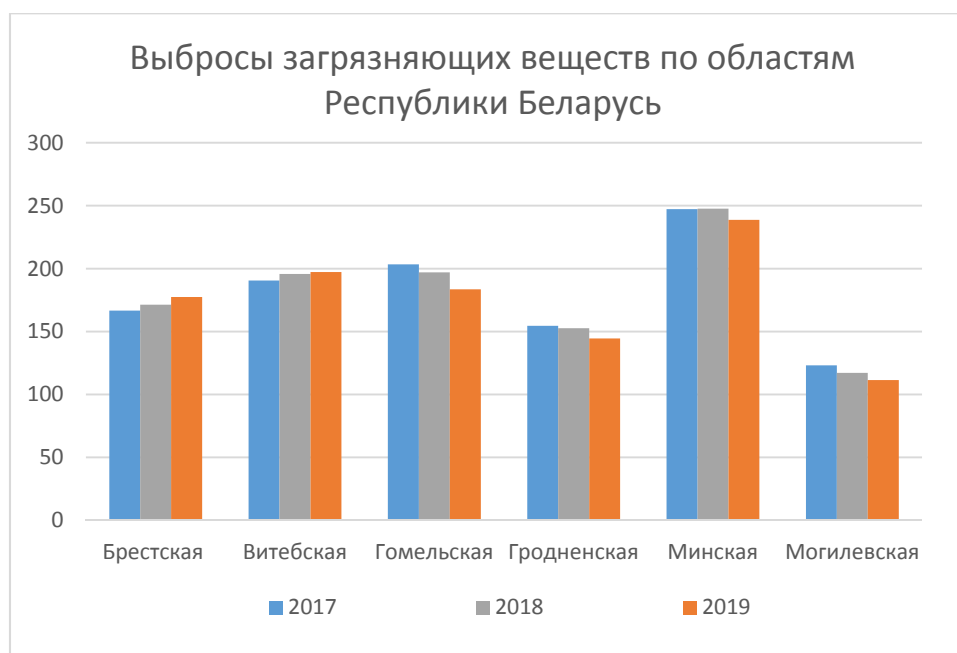
Все вышеперечисленные показатели загрязнения воздуха, вызывают гиперреактивность дыхательных путей. Длительное воздействие увеличивает количество респираторных инфекций и симптомов у населения, особенно у детей, и может вызывать у них снижение легочной функции.

При рассмотрении ситуации с загрязнением атмосферного воздуха в Республике Беларусь за период 2017 – 2019 гг., вырисовывается следующая картина (табл.1, рис.1).

*Таблица 1*

Выбросы загрязняющих веществ по областям Республики Беларусь

Год/Область	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
2017	166,7	190,6	203,4	154,5	247,2	123,1
2018	171,3	195,7	197	152,6	247,6	117,2
2019	177,5	197,3	183,6	144,5	238,7	111,5



*Рис. 1.* Выбросы загрязняющих веществ по областям Республики Беларусь за период 2017 – 2019 гг.

Исходя из графика видно, что, в отличие от других областей, выбросы загрязняющих веществ имеют тенденцию к увеличению в Брестской и Витебской областях. Рассмотрим выбросы от стационарных и мобильных источников по отдельным элементам в данных областях (табл. 2-5, рис.2-5) [3].

*Таблица 2*

Выбросы от стационарных источников в Брестской области, тыс.т

Загрязняющие вещества/год	2017	2018	2019
твердые	3,2	2,6	2,6
диоксид серы	0,9	1,1	1,3
оксид углерода	6	5,7	6,1
диоксид азота	3,6	2,9	3,6
углеводороды	29,6	31,7	31,5
неметановые летучие органические соединения	1,9	1,9	2,1
прочие	5,5	7,2	7,5
<b>ВСЕГО</b>	<b>50,6</b>	<b>53,1</b>	<b>54,7</b>



Рис. 2. Выбросы от стационарных источников в Брестской области, тыс.т.

Таблица 3

Выбросы от мобильных источников в Брестской области, тыс.т

Загрязняющие вещества/год	2017	2018	2019
оксид углерода	73,6	74,6	77,4
диоксид азота	13,5	13,9	14,5
диоксид серы	0	0	0
углеводороды	25	25,6	26,7
сажа	4	4,1	4,3
<b>ВСЕГО</b>	<b>116,1</b>	<b>118,2</b>	<b>122,8</b>



Рис. 3. Выбросы от мобильных источников в Брестской области, тыс.т. за период 2017 – 2019 гг.

Наблюдается тенденция к увеличению выбросов оксида углерода, диоксида азота и углеводородов от мобильных источников [3].

Таблица 4

Выбросы от стационарных источников в Витебской области, тыс.т

Загрязняющие вещества/год	2017	2018	2019
твердые	4,9	4,9	4,5
диоксид серы	22,2	23,6	25,4
оксид углерода	13,9	14,1	13,6
диоксид азота	10,1	10,6	10,6
углеводороды	19,6	21,4	20,5
неметановые летучие органические соединения	26,2	27,9	29,6
прочие	5,2	5,2	5
<b>ВСЕГО</b>	<b>102,3</b>	<b>107,5</b>	<b>109,3</b>

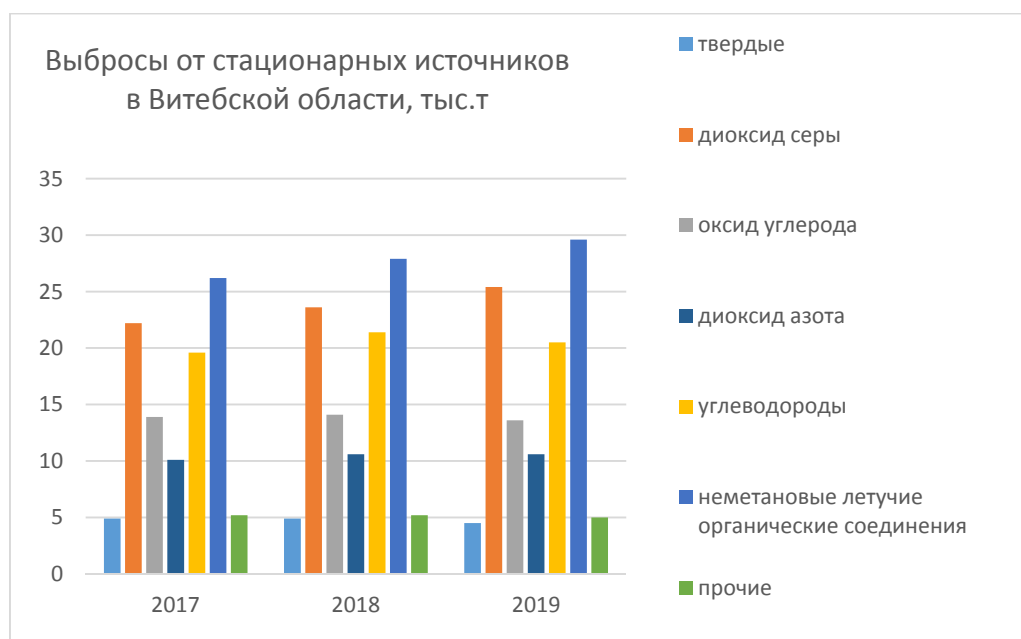


Рис. 4. Выбросы от стационарных источников в Витебской области, тыс.т

Наблюдается тенденция к увеличению выбросов неметановых летучих органических соединений и диоксида серы [3].



Таблица 5

## Выбросы от мобильных источников в Витебской области, тыс.т

Загрязняющие вещества/год	2017	2018	2019
оксид углерода	56,5	55,9	55,9
диоксид азота	10	10,2	10,1
диоксид серы	0	0	0
углеводороды	18,7	18,9	18,8
сажа	3,1	3,2	3,1
ВСЕГО	88,3	88,2	88

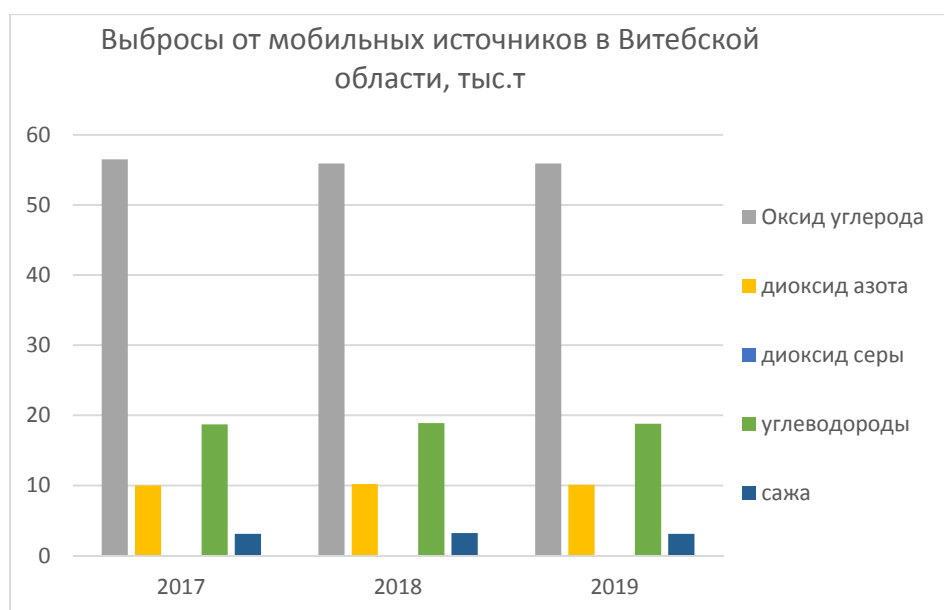


Рис. 5. Выбросы от мобильных источников в Витебской области, тыс.т за период 2017 – 2019 гг.

В Витебской области отмечается тенденция к возрастанию выбросов оксида углерода от мобильных источников [3].

Данные графики свидетельствуют, что при общей тенденции снижения выбросов в РБ, в отдельных областях наблюдается их увеличение. Учитывая, что загрязнение воздуха является одним из факторов заболеваний органов дыхания, интересно посмотреть смертность от данных заболеваний по областям Беларуси (рис. 6).

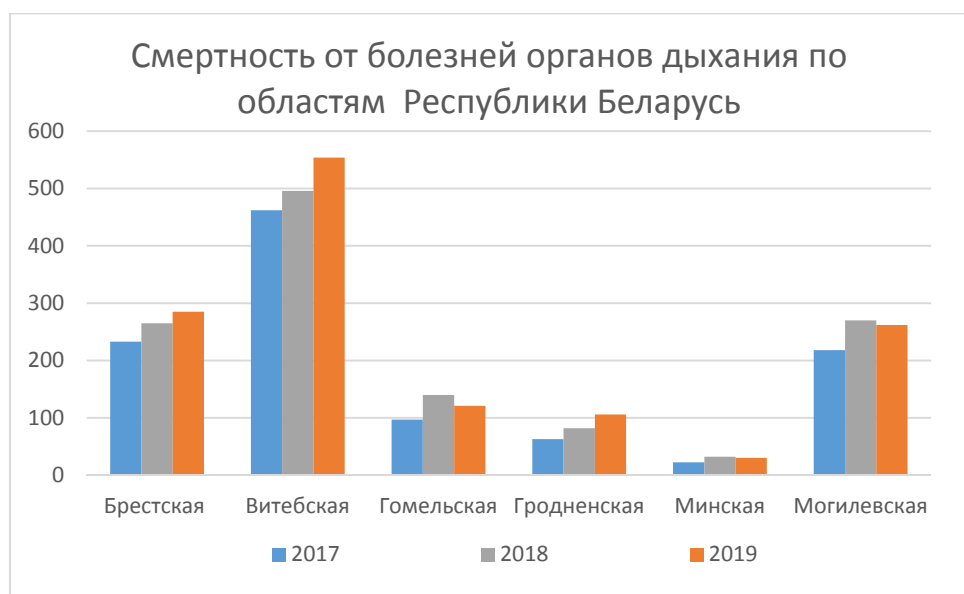


Рис. 6. Смертность от болезней органов дыхания по областям Республики Беларусь за период 2017 - 2019

Данный рис. показывает, что смертность от болезней органов дыхания возрастает в Брестской и Витебской областях. Увеличение смертности в данных областях, пусть и не напрямую, свидетельствует о негативном влиянии загрязненного воздуха на здоровье человека. Именно поэтому выбросы от транспорта и предприятий строго регламентируются Законом Республики Беларусь от 26.11.1992 г. №2-3 «Об охране атмосферного воздуха» и Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года.

Еще одним решением данной проблемы является создание «зеленых зон». Зелёная зона – это естественно природная полоса, довольно плотно облегающая город или городской район. Они создаются с целью обеспечения здоровой окружающей среды для граждан [4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. World health organization [Электронный ресурс]: Air pollution/URL: <https://unece.org/ru/air-pollution-and-health> (дата обращения: 16.04.2021)
2. AbigailR. Lara. Заболевания, связанные с загрязнением воздуха [Электронный ресурс]//Справочник MSD. URL: <https://www.msdmanuals.com/ru/профессиональный/легочные-нарушения/экологические-заболевания-легких/заболевания-связанные-с-загрязнением-воздуха> (дата обращения: 15.04.2021)
3. Статистический ежегодник Республики Беларусь. Минск. 2020. 436 с.
4. Selmanovich O., Luchina V. Some peculiarities of the realization of green zones policy in the Republic of Korea//Actual environmental problems: proceedings of the VII International Scientific Conference of young scientists, graduates, master and PhD students. 2017. P.14.

*Тагирова К. Б., Барахнина В. Б., Гилязов А. А., Коннов Я. А.*

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,  
Российская Федерация

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ БУРОВОГО РЕАГЕНТА «БРУСИТ» НА РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НЕФТЕДОБЫЧИ**

*Аннотация.* В технологических процессах строительства нефтяных и газовых скважин используется множество неорганических химических реагентов общего назначения. Попадание этих реагентов в организм работников буровых предприятий вместе с вдыхаемым воздухом, приемом пищи, через поры и слизистую оболочку в настоящее время не изучен в достаточной степени. В работе было исследовано воздействие бурового реагента «Брусит» на ткань легкого крыс линии non-linearalbinorats. При ингаляционном введении реагента «Брусит» крысам, в их легких отмечались дистрофические процессы, которые сопровождались развитием хронического воспаления, острой макрофагальной реакцией. Наблюдалось значительное увеличение размеров периваскулярных инфильтратов по сравнению с контролем ( $13370 \pm 248,6 \text{ мкм}^2$ ) в первой серии опыта при 14 дневном введении бурового реагента «Брусит» –  $14867,21 \pm 369,3 \text{ мкм}^2$  во втором опыте, где введение продолжалось в течении 30 дней –  $15853,9 \pm 126,6$ . Также морфометрический анализ показал, значительное уменьшение площади альвеолярного пространства и площади бронха среднего калибра. В легких отмечено образование множества безвоздушных участков, чередующихся с эмфизематозно-измененными, степень выраженности которых усиливалась по мере длительности воздействия бурового реагента.

*Ключевые слова:* охрана труда, загрязнение воздуха рабочей зоны буровой, площадь периваскулярных инфильтратов, средства индивидуальной защиты.

*Tagirova K. B., Barakhnin V. B., Kireev I. R., Konnov A. Ya.*

Ufa state petroleum technological University, Ufa, Russian Federation

## **IMPACT OF THE DRILLING REAGENT "BRUSIT" ON EMPLOYEES OF THE OIL PRODUCTION ENTERPRISE**

*Abstract.* Many General-purpose inorganic chemicals are used in the technological processes of oil and gas well construction. The ingress of these reagents into the body of drilling workers along with inhaled air, food intake, through the pores and mucous membrane is currently not sufficiently studied. The effect of the brucit drilling reagent on the lung tissue of non-linearalbinorats rats was studied. When brucit was inhaled to rats, dystrophic processes were observed in their lungs, which were accompanied by the development of chronic inflammation and an acute macrophage reaction. There was a significant increase in the size of perivascular infiltrates compared to the control ( $13370 \pm 248.6 \text{ mm}^2$ ) in the first series of

experiments with 14 – day administration of brucite particles –  $14867.2 \pm 369.3 \text{ mm}^2$  in the second experiment, where the administration lasted for 30 days –  $15853.9 \pm 126.6$ . Morphometric analysis also showed a significant reduction in the area of the alveolar space and the area of the medium-sized bronchus. The lungs were marked by the formation of many airless areas, alternating with emphysematous-altered, the severity of which increased with the duration of exposure to the drilling reagent.

Key words: drilling reagent, lungs, area of perivascular infiltrates, personal protective equipment, air pollution of the working area, harmful effects, alveoli, labor protection.

При строительстве скважин для работников буровых предприятий наряду с фактором механического травмирования, пожаровзрывоопасностью обращающихся веществ и особыми климатическими условиями одной из основных опасностей и вредностей является необходимость контакта с неорганическими реагентами общего назначения. Взаимодействие буровых реагентов (БР) с такими биологическими компонентами, как молекулы нуклеиновых кислот, белков и клетками в целом, приводят к их распределению в тканях организма, возможному иммунному ответу и изменениям в метаболизме [1]. Использование неорганических пылевидных БР при приготовлении тампонажных жидкостей, хранение и утилизация в составе буровых отходов повышает риск проникновения аэрозольных частиц в организм работников вместе с вдыхаемым воздухом, с пищей, через поры кожи и слизистую оболочку. Морфологическим изменениям, которые возникают в воздухоносных путях и респираторных отделах легкого при вдыхании токсических веществ, посвящено значительное число исследований. В то же время вопросы влияния БР «Брусит» на дыхательную систему не затрагиваются, а описания полной картины нарушений структур дыхательной системы не представлены, что делает актуальным изучение данного вопроса. Этот твердый частично растворимый в воде порошкообразный реагент используется в строительстве скважин для контроля и стабилизации щелочности буровых растворов, а также так же для гидроразрыва пласта и как расширяющая добавка к тампонажному портуландцементу, применяемому при водоизоляции в капитальном ремонте нефтяных и газовых скважин. Микроскопические размеры БР «Брусит» обуславливают его значительную проникающую способность, которая несет в себе вероятную опасность вредного воздействия на здоровье работников предприятий нефтегазодобычи (рис. 1).

Как видно из рисунка 1, воздух рабочей зоны, загрязненный аэрозолями БР «Брусит», является источником вредного воздействия на легкие работников бурового предприятия. Возможному негативному воздействию подвержены работники более 26 специальностей: от машиниста буровой установки до замерщика дебетов скважин, бурильщика капитального ремонта, инженера по буровым растворам. Другие возможные пути проникновения БР «Брусит» в

организм работника бурового предприятия – пища и вода, а пути выведения – в основном кишечник и почки.

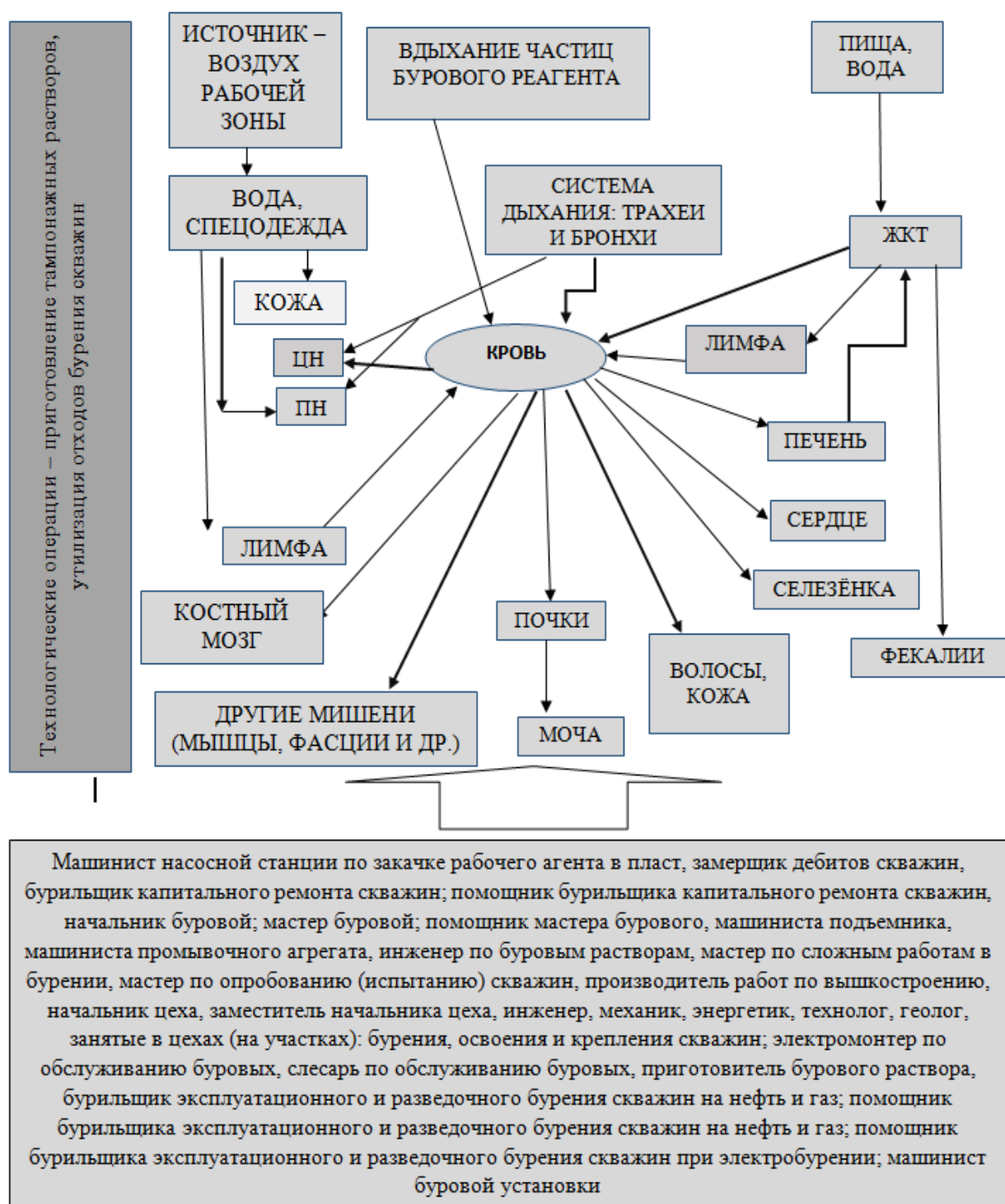


Рис. 1. Возможные пути проникновения и распределения БР «Брусит» в организме работника предприятия нефтедобычи

Результаты исследования биологического действия аэрозольных частиц БР «Брусит» на организм работника бурового предприятия позволят оценить опасность применения этого химического реагента, предотвратить

отрицательные последствия и выдать рекомендации по использованию средств индивидуальной и коллективной защиты.

Целью исследования явилось определение морфологических и морфометрических изменений тканей легких у экспериментальных животных при ингаляционном введении частиц БР «Брусит».

Для решения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Определение морфологических особенностей легких у крыс *non-linearalbinorats* на фоне ингаляционного введения частиц БР «Брусит» в течении 30 дней в дозе 50 мг/кг.

2. Проведение морфометрического анализа гистологических срезов легких крыс: контрольной группы и группы, подвергавшейся ингаляционному введению БР «Брусит» в течении 30 дней в дозе 50 мг/кг.

3. На основе полученных результатов исследования дать токсикологическую характеристику бурового реагента (БР) «Брусит».

Объект исследования: крысы линии *non-linearalbinorats* половозрелого возраста массой 210-350 грамм. Согласно правилам, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей, экспериментальные животные содержались в вентилируемом помещении при температуре 20°C, на стандартном пищевом рационе вивария, при свободном доступе к воде и пище, при световом режиме 12/12 (освещение с 8.00 часов). Выбранные животные были взвешены и случайным образом разделены на 2 группы: 1-я группа (10 крыс) – интактные животные (контроль); 2-я группа (10 крыс) – ежедневное ингаляционное введение БР «Брусит» (50 мг/кг массы тела, 2 мл) в течении 30 дней.

В эксперименте использовался ингаляционный способ введения БР «Брусит» в легкие крысы. Частицы БР «Брусит», присутствующие в воздухе, при вдохе, проходили через нос, трахею, бронхи и достигали альвеол крыс *non-linearalbinorats*. Очевидно, часть введенной дозы выводилась организмом с экскрементами и слизью, а другая часть подвергалась всасыванию и следом распределялась по органам и тканям.

Сравнивая результаты морфологических исследований после ингаляционного введения крысам БР «Брусит» в течении 30 дней, следует отметить, 14-ти дневное введение вызывали менее выраженные дистрофические процессы в легких, по сравнению с 30-ти дневным введением. К 30-му дню интоксикации адаптация не наступила. Далее проводили морфометрический анализ площади альвеол, бронхиол и периваскулярных инфильтратов у крыс. Статистическая обработка данных морфометрического исследования сводилась к расчетам следующих показателей: для каждого параметра вычисляли среднюю величину (M) и стандартную ошибку среднего (m). Характеристики выборок приведены в соответствии с  $M \pm m$  и расчетам ошибок и отклонений средних величин. Значимость различий средних величин определялась на основании t-критерия Стьюдента с уровнем высокой степени достоверности при  $p < 0.001$ ; средней степени достоверности при  $p < 0.01$ ; низкой

степени достоверности при  $p < 0.05$ . Все полученные в ходе исследования данные являются статистически достоверными и репрезентативными как с позиций доказательной медицины, так и с позиции аналитического морфофункционального анализа.

В табл. 1 представлены результаты морфометрического анализа гистологических срезов легких крыс: контрольной группы и группы, подвергавшейся ингаляционному введению БР «Брусит» в течении 14 и 30 дней в дозе 50 мг/кг.

*Таблица 1*

Морфометрический анализ гистологических срезов легких крыс non-linearalbinorats при воздействии БР «Брусит»

Параметр	Контроль	14 дней	30 дней
Площадь альвеолярного пространства, мкм	1524,96±105,48	1233,86±110,03	927.121±144,09
Площадь периваскулярных инфильтратов, мкм	17381±248,6	19327,37±369,29	20610,03±126,57
Площадь бронха среднего калибра, мкм	5757,10±278,45	4924,15±550,95	3069,76±451,07

Как видно из таблицы 1, под влиянием БР «Брусит» произошло резкое уменьшение площади поверхности альвеол – на 19,1 % – при 14-ти дневном введении, на 39,2 % – при 30-ти дневном введении БР. Это может свидетельствовать о возможной эмфиземе легких. Величина средней площади перибронхиальных инфильтратов по ходу бронхов среднего калибра в сериях опыта достоверно не значима ( $p < 0,05$ ). Площадь периваскулярных инфильтратов, подвергавшихся ингаляционному введению БР «Брусит» в течении 14 дней, по сравнению с контролем увеличена на 1946,37 мкм<sup>2</sup>. В контрольной группе данное значение составляет 17381 мкм<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ), в опытных группах через 14 дней и 30 дней больше на 11 % и 19 % соответственно. Изменения со стороны площади альвеолярного пространства характеризуются разрушением альвеол, которые в следствии объединяются между собой, образуя одну большую полость. Уменьшается площадь поверхности альвеол, что приводит к снижению интенсивности обмена кислорода и углекислого газа. В результате дыхание крыс становится более частым и тяжелым (появляется одышка).

Обобщив результаты, можно заключить, что вдыхание БР «Брусит» ведет к существенным патологическим изменениям в структурах легкого крыс non-linearalbinorats. При этом в легких отмечаются дистрофические процессы, которые сопровождающиеся развитием хронического воспаления, острой

макрофагальной реакцией, образованием множества безвоздушных участков, чередующихся с эмфизематозно измененными, степень выраженности которых усиливается по мере длительности эксперимента. При введении наночастиц в течение 30 дней, данные нарушения более интенсивны.

Следствием работы с БР «Брусит» работников буровых предприятий могут быть:

1. Профессиональные, острые и хронические заболевания легких.
2. Специфическая сенсibilизация организма, обусловленную воздействием пылевидных частиц.

Для снижения негативного воздействия БР «Брусит» на работников буровых предприятий были выбраны три сертифицированных средства индивидуальной защиты (СИЗ). Промышленные испытания показали, что применения выбранных СИЗ недостаточно. В дальнейшем планируется провести статистический анализ уровней заболеваемости с временной утратой трудоспособности, профессиональных заболеваний, и профессиональных отравлений работников, контактирующих с БР «Брусит» и разработку эффективных мер по снижению вредного воздействия БР «Брусит» на отдельные категории работников буровых предприятий. Данные работы будут использоваться для спецoценки условий труда на рабочих местах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириев А.Р. Воздействие буровых реагентов на работников при строительстве скважин. Учеб. пособие под общей ред. Р.Г. Шуваева/Р.Г. Шуваев и др. Томск: Изд-во ТПУ, 2020. 314 с.
2. Назаренко А.В. Определение токсичности лигносульфонатных буровых реагентов. Табигат, №3, 2020. С. 22-26.
3. Назаренко А.В. Токсикологические основы безопасности жизнедеятельности, – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. 180 с.

*Яковлева А. А., Мусина С. А.*

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

## **ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА МАШИНИСТА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА МЯСОКОНСЕРВНОМ КОМБИНАТЕ**

*Аннотация.* В работе проведен анализ рабочего места машиниста холодильных установок на мясоконсервном комбинате. Рассмотрены негативное воздействие на специалиста во время работы, мероприятия, необходимые для минимизации воздействия.

*Ключевые слова:* Мясоконсервный комбинат, негативное воздействие, вредные и опасные факторы, сильные шумы, плохая освещенность.



## **ASSESSMENT OF THE WORKING CONDITIONS OF THE DRIVER OF REFRIGERATION UNITS AT THE MEAT-CANNING PLANT**

*Annotation.* The paper analyzes the workplace of a refrigeration unit driver at a meat-canning plant. The negative impact on the specialist during work, the measures necessary to minimize the impact are considered.

*Keywords:* Meat-canning plant, negative impact, harmful and dangerous factors, strong noise, poor illumination.

Под техникой безопасности подразумевается комплекс мероприятий технического и организационного характера, направленных на создание безопасных условий труда и предотвращение несчастных случаев на производстве.

На любом предприятии принимаются меры к тому, чтобы труд работающих был безопасным. На заводах имеется специальная служба безопасности, подчиненная главному инженеру завода, разрабатывающая мероприятия, которые должны обеспечить рабочему безопасные условия работы, контролирующая состояние техники безопасности на производстве [1].

На предприятиях систематически проводятся мероприятия, обеспечивающие снижение травматизма и устранение возможности возникновения несчастных случаев. Мероприятия эти сводятся в основном к следующему:

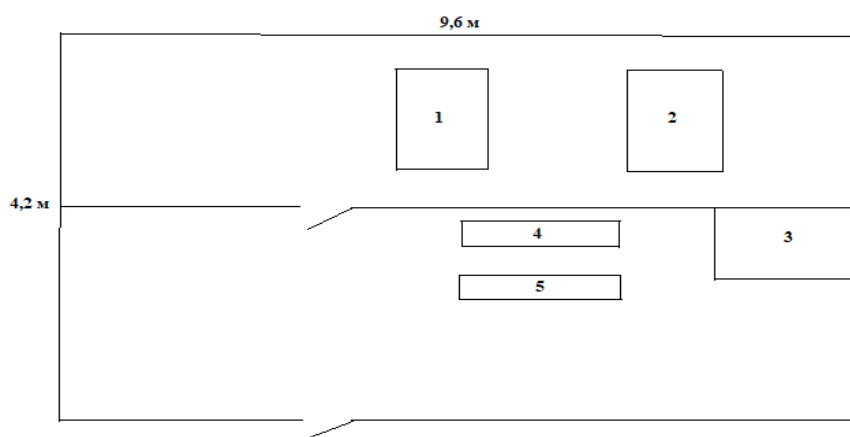
- улучшение конструкции действующего оборудования с целью предохранения работающих от ранений;
- устройство новых и улучшение конструкции действующих установок, устраняющих возможность травматизма;
- улучшение условий работы: обеспечение достаточной освещенности, хорошей вентиляции, своевременное удаление отходов производства, поддержание нормальной температуры в цехах, на рабочих местах;
- устранение возможностей аварий при работе оборудования, внезапного включения электроустановок, поражения электрическим током и т. п.;
- организованное ознакомление всех поступающих на работу с правилами поведения на территории предприятия и основными правилами техники безопасности, систематическое обучение и проверка знания работающими правил безопасной работы;
- обеспечение работающих инструкциями по технике безопасности, а рабочих участков плакатами, наглядно показывающими опасные места на производстве и меры, предотвращающие несчастные случаи [2].

На рассматриваемом предприятии имеются холодильные установки, которые позволяют поддерживать для продукции необходимый температурный

режим. Для холодообеспечения процесса производства аммиачные холодильные установки состоят из:

- компрессорного цеха;
- помещения линейных ресиверов;
- конденсаторной площадки;
- площадки под аккумуляторные баки;
- основного и производственного корпуса.

Обслуживанием холодильных установок занимается машинист, который имеет необходимые знания и навыки, чтобы отслеживать все процессы, вносить коррективы в работу, проводить профилактические осмотры и ремонтные работы. К перечню его обязанностей также следует отнести контроль за функционированием следующих приборов и механизмов: индикаторные диаграммы, трубопроводы, аммиачный компрессор, испаритель. На рисунке 1 представлена схема рабочего места машиниста холодильных установок.



*Рис. 1.* Схема рабочего места машиниста холодильных установок:  
1, 2 – холодильные установки, 3 – рабочий стол, 4, 5 – шкафы

Во время работы на специалиста может быть оказано следующее негативное воздействие: электрический ток, повышенная загазованность, сильные шумы, плохая освещенность, испарения газа. Для предотвращения возможных несчастных случаев машинисту необходимо использовать специальную одежду и прочие средства защиты: комбинезон, рукавицы, противогаз.

Машинист обслуживает установки различных систем и мощностей, поддерживает режим их работы; регулирует работу компрессоров, насосов, конденсаторов, аппаратов холодильных установок, ведет наблюдение за исправностью двигателей, трубопроводов, арматуры, приборов и аппаратуры, определяет неисправности в работе холодильных установок с применением контрольно-измерительных приборов, участвует во всех видах ремонтных работ. В процессе ремонта выполняет различные виды слесарных,

электромонтажных и механических работ. После окончания ремонта заполняет системы хладагентов хладоносителем, центрирует машины при сборке, участвует в их опробовании, готовит холодильную установку к пуску. Таким образом, у работника выражена высокая напряженность трудового процесса [3]. Оценка классов условий труда по факторам производственной среды представлена в табл. 1.

Таблица 1

Оценка классов условий труда по факторам производственной среды

Наименование факторов производственной среды	Фактическое значение	Нормативное значение	Класс (подкласс) условий труда
Аммиак, мг/м <sup>3</sup>	18	20	2
Освещенность, лк	265	400	3.1
Шум, дБА	85	80	3.1
Температура, °С	21	19-20	1
Тяжесть труда	На основании гигиенической оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса		3.1

Исходя из оценки условий труда, можно сделать вывод, что итоговый класс труда машиниста холодильных установок 3.1, следовательно, это вредные условия труда, при этом работнику требуется больше времени для восстановления, увеличивается риск ухудшения здоровья.

Для минимизации воздействия на работников вредных и опасных производственных факторов осуществляется проведение ряда мероприятий, а именно:

- по фактору «Освещенность» – замена ламп в светильнике на более мощные
- по фактору «Микроклимат» – установка вентиляторов;
- по фактору «Шум» – применение рациональных режимов труда и отдыха, для снижения времени воздействия фактора, обеспечение работников средствами защиты органов слуха «бирушами или наушниками», облицовка рабочего места;
- по фактору «Тяжесть труда» – применение дополнительного оборудования для облегчения трудового процесса [4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зотов, Б. И. Безопасность жизнедеятельности на производстве / Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов. - М.: КолосС, 2006. - 432 с.
2. Ефремова, О. С. Охрана труда от А до Я / О.С. Ефремова. - М.: Альфа-пресс, 2016. - 504 с
3. Зеликовский, И. Х. Малые холодильные машины и установки / И.Х. Зеликовский, Л.Г. Каплан. - М.: Пищевая промышленность, 2015. - 448 с.
4. Гейц, И. В. Охрана труда / И.В. Гейц. - М.: Дело и сервис, 2006. - 688 с.
5. Ефремова, О. С. Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих от них / О.С. Ефремова. - М.: Альфа-пресс, 2012. - 304 с.