

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Уфимский университет
науки и технологий»

доктор физ-мат наук, доцент
И.Ф. Шарафуллин

« 22 » 04 2016 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»

Диссертация «Методы повышения эффективности передачи данных в выделенных подсетях на основе управляющих chirпированных оптических импульсов» выполнена на кафедре телекоммуникационных систем ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Головина Евгения Юрьевна была лицом, прикрепленным для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

В настоящее время работает по основному месту в ООО «Газпром нефтехим Салават» в должности специалист (сменный) Отдел поддержки пользователей Центр сервисного обслуживания Управление информационных технологий и связи; на условиях внешнего совместительства – старшим преподавателем в Пушкинском филиале федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В 2008 г. окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» по специальности «Многоканальные телекоммуникационные системы».

С 1 марта 2025 г. по настоящее время является прикрепленным лицом для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2026 г. ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Виноградова Ирина Леонидовна, профессор кафедры телекоммуникационных систем ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Диссертация Головиной Евгении Юрьевны является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с последующими изменениями), в которой содержатся научно обоснованные результаты решения научной задачи повышения эффективности передачи данных, повышения адаптивности волоконно-оптических и волоконно-радиоэфирных (RoF, Radio-over-Fiber) сегментов, снижения задержек передачи информации в выделенных подсетях на основе управляющих чирпированных оптических импульсов.

2. Соискателем лично получены все основные результаты, выносимые на защиту:

– метод управления волоконно-оптическим пакетно-коммутирующим сегментом, основанный на применении процесса физического уровня с передачей управляющей информации в составе информационных пакетов в виде функции чирпа/ФИМД (функция изменения мгновенной длины волны (частоты) оптического импульса), обеспечивающий перенаправление пакетов и балансировку трафика в оптическом домене без задействования узлового коммутационного оборудования уровня ядра сети и без изменения существующей инфраструктуры волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), что позволяет снизить задержки получения пакетов на приеме;

– методика построения высокоизбирательного демультимплексора, основанная на неперестраиваемом волоконно-оптическом интерференционном многопортовом устройстве с применением предложенной ступенчато-скошенной структуры частотно-избирательного элемента (световодного гребенчатого зеркала) и уточненным градиентом показателя преломления рабочей области устройства, базирующаяся на использовании служебной ФИМД-информации в коммутируемом сигнале, позволяющая перенаправлять пакеты на волоконно-оптические линии передачи (ВОЛП) с параметрами, соответствующими стандартам оптических сетей в диапазоне [$\sim 1,6 \cdot 10^{-5}$ нм $\leq \Delta\lambda \leq 5 \cdot 10^{-3}$ нм] и более в соответствующие выходные световоды без каскадного прохождения сигнала;

– методика управления радиосегментом волоконно-радиоэфирной сети с применением процессов физического уровня, основанная на формировании заданного амплитудного (либо амплитудно-фазового) распределения для фазированной антенной решетки (ФАР) с применением разработанных: устройства преобразования изменения амплитуды при изменении длины волны и устройства перенаправления λ -частей на радиоизлучатели, обеспечивающая формирование динамических выделенных подсетей в радиосегменте без задействования традиционного телекоммуникационного ресурса для управляющей информации и привлечения настроек коммутационного оборудования канального и сетевого уровней;

– метод преобразования изменения амплитуды при изменении длины волны для оптического сигнала, базирующийся на волоконно-оптическом усилителе, легированном эрбием, и методика моделирования параметров преобразователя, основанная на динамическом представлении параметров активной среды для режима минимального изменения (смещения) начального уровня усиления (расположения полки усиления), позволяющая определить параметры эрбиевого оптоволокна, обеспечивающие технически реализуемое преобразование: $\Delta P_s \cong 2,275 \times 10^{-4} [\text{Вт/нм}] \times \Delta \lambda$ вблизи $\lambda_0 = 1532 \text{ нм}$;

– архитектура ВОЛС с ФИМД-управлением, входящих в состав специализированных сетей, основанная на предложенных многоярусной топологии, требованиях к структуре сегмента и протоколу маршрутизации (по применению разнопутевых алгоритмов и степени узловых соединений), которые получены в результате моделирования процессов физического, канального и сетевого уровней в разветвленном сегменте с пакетной коммутацией с учетом свойств передаваемого ФИМД-сигнала, что позволяет минимизировать искажения последнего в передаваемых информационных пакетах.

В перечисленных в диссертации работах соискателем лично получены следующие результаты:

– в работах [8], [29], [32] проведён анализ современного состояния волоконно-оптических и RoF-технологий, принципов построения полностью оптических сетей и схем RoF, систематизированы их основные архитектурные решения и обоснована целесообразность перехода к управлению на физическом уровне;

– в работе [20] рассмотрен вопрос использования функции чирпа для задач управления в оптическом канале систем связи, обоснована перспективность её применения в качестве дополнительного информационного ресурса, не требующего выделения традиционного телекоммуникационного канала;

– в работе [83] выполнен обзор существующих методов оптического управления ФАР;

– в работе [117] предложен метод управления волоконно-оптическим пакетно-коммутирующим сегментом с использованием функции чирпа/ФИМД;

– в работе [137] рассмотрены возможности генерации поверхностного плазмона на оптоволокне с графеновым покрытием как одного из перспективных оптических эффектов для расширения ресурса передачи;

– в работах [153], [154] разработан подход к построению высокоизбирательного демультимплексора на основе двухрезонаторного интерферометра Фабри-Перо (ДИФП) с применением предложенной ступенчато-скошенной структуры частотно-избирательного элемента (световодного гребенчатого зеркала) и уточнённым градиентом показателя преломления рабочей области устройства, обеспечивающего перенаправление оптических пакетов на физическом уровне в широком диапазоне длин волн без каскадного прохождения сигнала;

– в работе [188] выполнен анализ стабильности генерирования и преобразования оптических ФИМД-сигналов на базе классического RoF-сегмента с двумя лазерами, предложен подход к моделированию параметров распространяющегося излучения и определен диапазон параметров, при которых схема обеспечивает стабилизированный режим работы;

– в работах [206], [208] представлен метод управления радиосегментом RoF с дополнительным ФИМД-кодированием и формированием динамических выделенных подсетей на физическом уровне;

– в работе [224] разработан метод преобразования изменения амплитуды при изменении длины волны для оптического сигнала на базе легированного эрбием оптоволокна и методика моделирования параметров преобразователя;

– в работах [233], [236], [238] показано практическое применение оптического ФИМД-сигнала для управления диаграммой направленности ФАР и адаптивного возбуждения радиоволноводных мод во внутритрубной радиолинии;

– в работе [239] рассмотрено применение радиосегментов для приложений «Промышленного интернета» на примере внутритрубных систем мониторинга, проанализированы их роль в обеспечении беспроводной передачи данных между сенсорами и системами управления, а также перспективы использования для повышения безопасности и эффективности промышленных процессов;

– в работе [246] предложена методика построения разветвлённого волоконно-оптического RoF-сегмента с многоярусной топологией, минимизирующей искажение ФИМД-сигнала;

– в работах [248], [249] рассмотрено применение ДИФП-демультимплексора в специализированных сетях.

Опубликованные работы полностью отражают основное содержание диссертационной работы.

Все основные положения и результаты, выносимые на защиту, отражены в публикациях автора: по главе 1 – [8], [20], [29], [32], [83], [137]; по главе 2 – [153], [154]; по главе 3 – [117], [188], [206], [208], [224]; по главе 4 – [233], [236], [238], [239], [246], [248], [249]. Три работы написаны автором единолично, остальные – в соавторстве с научным руководителем или другими членами научного коллектива.

3. Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается корректной постановкой задач и выбором известных технологий и методов, успешно используемых в других прикладных областях, практическим применением системы, а также апробацией на научных конференциях, публикациями результатов в научных изданиях, в том числе из Перечня ВАК, актами о внедрении результатов работы в образовательную и производственную сферы.

4. Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Метод управления волоконно-оптическим пакетно-коммутирующим сегментом, основанный на применении процесса физического уровня, *отличающийся* передачей управляющей информации в составе информационных пакетов в виде функции чирпа/ФИМД, обеспечивающий перенаправление пакетов и балансировку трафика в оптическом домене без задействования узлового коммутационного оборудования ядра сети и без изменения существующей инфраструктуры ВОЛС, что способствует снижению задержек пакетов на приеме.

2. Методика построения высокоизбирательного демультимплексора, основанная на неперестраиваемом волоконно-оптическом интерференционном многопортовом устройстве, *отличающаяся* применением ступенчато-скошенной структуры частотно-избирательного элемента (световодного гребенчатого зеркала) и уточнённым градиентом показателя преломления рабочей области устройства, что позволяет перенаправлять пакеты на ВОЛП с параметрами, соответствующими стандартам оптических сетей, в диапазоне [$\sim 1,6 \cdot 10^5 \text{ нм} \leq \Delta\lambda \leq 5 \cdot 10^3 \text{ нм}$] и более, в соответствующие выходные световоды без каскадного прохождения сигнала, и уменьшить коммутируемую λ -часть по отношению к применяемой в известных системах с полностью оптической пакетной коммутацией, и увеличить производительность указанных систем связи.

3. Методика управления радиосегментом волоконно-радиоэфирной сети, основанная на применении процесса физического уровня, *отличающаяся* тем, что формирование заданных динамических выделенных подсетей осуществляется без привлечения настроек коммутационного оборудования канального и сетевого уровней с использованием управляющей информации в виде функции чирпа/ФИМД информационных пакетов посредством задействования разработанных: устройства преобразования изменения амплитуды при изменении длины волны и устройства перенаправления λ -частей на радиоизлучатели.

4. Метод преобразования изменения амплитуды при изменении длины волны для оптического сигнала, базирующийся на волоконно-оптическом усилителе, *отличающийся* применением легированного эрбием оптоволокна с предложенными параметрами, которые найдены при динамическом моделировании свойств активной среды, что обеспечивает режим минимального изменения (смещения) начального уровня усиления (расположения полки усиления) и технически реализуемое преобразование: $\Delta P_s \cong 2,275 \times 10^{-4} [\text{Вт/нм}] \times \Delta \lambda$ вблизи $\lambda_0 = 1532$ нм.

5. Архитектура ВОЛС с ФИМД-управлением, входящих в состав специализированных сетей, основанная на известной топологии пассивных оптических сетей (xPON), *отличающаяся* применением предложенной многоярусной топологией и выработанными требованиями к структуре сегмента и протоколу маршрутизации (по применению разнопутевых алгоритмов и степени узловых соединений), которые получены на основе моделирования процессов физического, канального и сетевого уровней разветвленного сегмента с пакетной коммутацией с учетом свойств ФИМД, что обеспечивает минимизацию искажений функции чирпа/ФИМД в передаваемых информационных пакетах.

5. Практическая значимость заключается в следующем:

– уменьшение коммутируемой λ -части по отношению к применяемой в известных системах с полностью оптической пакетной коммутацией позволяет более чем в 3 раза увеличить производительность указанных систем связи;

– применение ФИМД-управления обеспечивает снижение задержки при переключении оптических пакетов на сегментах ВОЛП, ВОЛП-RoF (в частности, для выделенных подсетей в радиосегменте) с десятков–сотен миллисекунд до единиц наносекунд, что способствует повышению адаптивности сети;

– предложенные методика построения высокоизбирательного демультимплексора и метод преобразования изменения амплитуды при изменении длины волны для оптического сигнала на основе эрбиевого волокна позволяют реализовать полностью оптическое управление фазированными антенными решётками без привлечения дополнительного телекоммуникационного ресурса, что упрощает аппаратную часть абонентских устройств, особенно для подвижных объектов (БПЛА, беспилотный летательный аппарат) и промышленных систем;

– разработанная архитектура ВОЛС с многоярусной топологией, минимизирующей искажения чирпированных сигналов, позволяет внедрять предложенный метод управления в существующие городские сети MAN (Metropolitan Area Network) и сети xPON без их существенной модернизации.

Результаты диссертационного исследования приняты и внедрены в АО «Центр информационно-коммуникационных технологий Республики Башкортостан», г. Уфа.

6. Ценность научных работ заключается в том, что:

Результаты исследований обосновывают и развивают метод использования функции изменения мгновенной длины волны (чирпа) оптических импульсов в качестве дополнительного информационного ресурса для решения задач управления на канальном и сетевом уровнях в короткосегментных волоконно-оптических и RoF системах. Полученные результаты являются основой для дальнейшего совершенствования полностью оптических коммутационных устройств, адаптивных антенных решёток с оптическим управлением, а также методов динамического формирования выделенных подсетей в гетерогенных сетях следующего поколения.

7. Обоснование выбранной специальности и отрасли науки диссертации

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций, при этом работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности:

п. 2. Исследование новых технических, технологических и программных решений, позволяющих повысить эффективность развития цифровых сетей, систем и устройств телекоммуникаций; п. 4. Разработка эффективных путей развития и совершенствования структуры, архитектуры сетей и систем телекоммуникаций, включая входящие в них элементы; п. 11. Исследование проблем построения и планирования сетей для беспилотного транспорта, в том числе для беспилотных летательных аппаратов и беспилотных автомобилей, и разработка систем и устройств телекоммуникаций для этих сетей.

Отрасль науки – технические науки, поскольку полученные результаты обеспечивают существенное снижение задержек передачи информации, повышение производительности оптических сетей и адаптивности волоконно-оптических и волоконно-радиоэфирных сегментов, что имеет важное значение для развития систем телекоммуникаций.

8. Полнота изложения материалов диссертации

Основные результаты диссертации опубликованы в 20 научных изданиях, в том числе 4 статьи в научных изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, 3 статьи в ведущих зарубежных рецензируемых журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, 11 статей в других изданиях, 1 свидетельство о регистрации программы ЭВМ, 1 учебно-методическое пособие. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором, достаточная.

Общий объем публикаций – 14,93 п. л., авторский вклад – 4,86 п. л.

Статьи в научных изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, либо в научных изданиях, индексируемых базой данных RSCI

1. Виноградова И.Л., Головина Е.Ю. Выработка рекомендаций по структуре ВОЛП городских сетей, минимально искажающей информационно-управляющие ФИМД-сигналы // Инфокоммуникационные технологии. – 2023. – Т. 21, №4. – С. 37-46.

2. Виноградова И. Л., Головина Е. Ю. Метод обеспечения адаптивности радиолинии промышленного объекта, основанный на использовании оптических сигналов с функцией изменения мгновенной длины волны оптического излучения // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 50-59.

3. Виноградова И. Л., Головина Е. Ю. Анализ эффективности генерирования и преобразования оптических ФИМД-сигналов на базе классического RoF-сегмента, основанного на применении двух лазеров // Вестник СибГУТИ. – 2024. – Т. 18, № 3. – С. 28-44.

4. Виноградова И.Л., Султанов А.Х., Головина Е.Ю., Комиссаров А.М., Филатов П.Е. Быстрое оптическое переключение: анализ существующих решений и новый метод, обеспечивающий коммутацию сигналов/пакетов в мультисервисных сетях // Труды учебных заведений связи. – 2025. – Т. 11, №5. – С. 97–118.

Публикации в изданиях, включенных в международные базы Web of Science, Scopus

5. Golovina E. U., et. al. Method of RoF-network segment control using chirped optical pulses // Optical Technologies for Telecommunications 2023. – SPIE, 2024. – Vol. 13168. – PP. 51-62.

6. Vinogradova I. L., Golovina E. U., Gizatulin A. R., & Meshkov I. K. EDFA optical amplifier for radiophotonic systems // Optical Technologies for Telecommunications 2023. – SPIE, 2024. – Vol. 13168. – PP. 102-110.

7. Golovina E. U., et. al. Optical technologies for radio line adaptability in industry // In Optical Technologies for Telecommunications 2024. – SPIE, 2025. – Vol. 13738. – PP. 13-23.

Другие публикации по теме диссертации

8. Головина Е.Ю. К вопросу построения полностью оптических сетей // Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные технологии и решения в промышленности». Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Ишимбай-Стерлитамак, 2024. – С. 350-353.

9. Головина Е.Ю. Применение радиосегментов для приложений «Промышленного интернета» на примере внутритрубных систем мониторинга // Наука. Технология. Производство – 2025: материалы Всероссийской научно технической конференции, посвященной 80-летию

Победы в Великой Отечественной войне. Уфа: УНПЦ «Издательство УГНТУ», 2025. – С.269-271.

10. Головина Е.Ю. Высокоскоростное полностью оптическое переключение на основе двухрезонаторного интерферометра Фабри-Перо // Проблемы техники и технологии телекоммуникаций (ПТиТТ-2025); Оптические технологии в телекоммуникациях (ОТТ-2025): материалы XXVII и XXIII Международных научно-технических конференций (г. Уфа, 5–7 ноября 2025 г.) / отв. ред. А.Х. Султанов [Электронный ресурс] / Уфимск. ун-т науки и технологий. – Уфа: Уфимский университет, 2025. – С. 688-689.

11. Виноградова И.Л., Гизатулин А.Р., Мешков И.К., Головина Е.Ю. Генерация поверхностного плазмона на оптоволокне с графеновым покрытием для сенсорных приложений // Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2023. – Т. 3, № 4. – С. 57-64.

12. Виноградова И. Л., Головина Е. Ю. Использование технологии Radio-over-Fiber в системах связи // Сборник научных статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и техники», Уфа. – 2023. – С. 84-88.

13. Виноградова И. Л., Головина Е. Ю. Анализ существующих методов оптического управления фазированными антенными решетками // Современные вопросы устойчивого развития общества в эпоху трансформационных процессов: Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, Москва, 25 декабря 2023 года. – Москва: ООО «Издательство АЛЕФ», 2023. – С. 125-133.

14. Виноградова И. Л., Головина Е. Ю. Существующие принципы и схемы построения систем связи категории Radio-over-Fiber // Концепция устройства современного мира в эпоху цифры: сборник научных трудов по материалам Международного научного форума, Москва, 15 декабря 2023 года. – Москва: Алеф, 2023. – С. 83-87

15. Виноградова И.Л., Филатов П.Е., Комиссаров А.М., Косцов Я.М., Головина Е.Ю. Управление чирпированием для радиосегмента ROF-сети // В сборнике: VI Научный форум «Телекоммуникации: теория и технологии» ТТТ-2023. Материалы XXV Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. – С. 390-392.

16. Виноградова И.Л., Головина Е.Ю., Султанов А.Х. К вопросу использования функции чирпа для задач управления в оптическом канале систем связи // «Оптические технологии в телекоммуникациях» ОТТ-2024 Материалы XXII Международной научно-технической конференции (г. Самара, 06 – 08 ноября 2024 г.). – Самара: ПГУТИ, 2024. – С. 8-9.

17. Виноградова И. Л., Головина Е. Ю., Косцов Я. М. О применении функции чирпа для задач управления в оптическом канале систем связи // Прикладная оптика - 2024: сборник тезисов XVI Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 17–18 декабря 2024 года. – Санкт-Петербург: ООО «Скифия-принт», 2025. – С. 135-137.

18. Головина Е. Ю. и др. Компьютерное моделирование параметров оптического элемента для управления БПЛА в радиосегменте //

Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2025. – Т. 21, № 3. – С. 81-89.

Учебно-методическое пособие

19. Радиосистемы обработки информации и телекоммуникации: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ и СРО / УГНТУ, ИНН (фил. в г. Салавате), каф. ИнТех ; сост. Головина Е.Ю., Виноградова И.Л., Зарипов Д. М., Шамсутдинова А.В. - Салават : УГНТУ, 2025. - 1,13 Мб. - Б. ц. - Текст : электронный.-

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/FILIALE/Salawat/Golovina20024.pdf

Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ

20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693357 РФ. Расчет излучения фазированной антенной решетки для управления радиосегментом: заявл. 19.11.2025: опубл. 27.11.2025 / Виноградова И. Л., Головина Е. Ю., Зарипов Д. М., Шамсутдинова А. В.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

По теме диссертационной работы соискатель принимал участие в грантовом конкурсе:

– Лидерский проект УГНТУ 2025 №В-17022 «Волоконно-оптическая система быстрого управления многолепесковой фазированной антенной решётки для эффективного управления роём БПЛА».

Полученные результаты исследования докладывались и обсуждались на таких научных конференциях, как VI Научный форум «Телекоммуникации: теория и технологии» (г. Казань, 2023), XXV Международная научно-техническая конференция «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» (г. Казань, 22-24 ноября 2023), VII Научный форум «Телекоммуникации: теория и технологии» (г. Самара, 2024), XXII Международная научно-техническая конференция (г. Самара, 2024), XVI Международная конференция «Прикладная Оптика-2024» (г. Санкт-Петербург, 17-18 декабря 2024), XXIII Международная научно-техническая конференция «Оптические технологии в телекоммуникациях» (г. Уфа, 2025).

Диссертация Головиной Евгении Юрьевны соответствует п. 14 Положения о порядке присуждении ученых степеней:

– отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации;

– соискатель ссылается на авторов и источники заимствования.

Диссертация «Методы повышения эффективности передачи данных в выделенных подсетях на основе управляющих chirпированных оптических импульсов» Головиной Евгении Юрьевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Заключение принято на заседании кафедры телекоммуникационных систем ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Присутствовало на заседании 21 человек, в том числе 9 докторов наук.

Результаты голосования: «за» - 21 человек, «против» - нет, «воздержалось» - нет.

Протокол № 7 от «22» апреля 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой
телекоммуникационных систем
к.т.н., доцент

Ученый секретарь
Ученого совета университета,
к.фил.н, доцент



[Signature]
А.М. Комиссаров

[Signature]
Н.В. Ефименко