***ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ***

***Паспорт программы:***

* ***Профиль*:** Оптические системы и сети связи.
* ***Направление***: Инфокоммуникационные технологии и системы связи. 11.04.02
* ***Кафедра*:** Кафедра Световодной фотоники факультета Инфокоммуникационных технологий.
* ***Форма обучения***: очная
* ***Язык обучения***: русский.
* Государственная аккредитация.
* ***Руководитель образовательной программы***: Мешковский И.К. зав. кафедрой Световодной фотоники, доктор технических наук, профессор.
* ***Менеджер программы:*** Макаренко А.А., зам. зав кафедрой, доцент, к.т.н.
* ***Контакты (общие):*** телефон 8(812) 233-63-88
* ***Перечень вопросов для вступительного испытания****:*
* Анизохронные и изохронные дискретные сигналы, основные параметры. Тактовая и цикловая синхронизация изохронных сигналов.
* Схема объединения цифровых потоков в синхронной цифровой иерархии. Структура цикла синхронного транспортного модуля.
* Эффективное кодирование дискретных сообщений. Теоретический предел эффективности кодирования. 1-я теорема Шеннона.
* Цифровые каналы связи. Основные характеристики. Виды шумов и помех. Формирование цикла передачи первичного цифрового потока.
* Аналоговый канал. Основные характеристики. Пропускная способность аналогового канала.
* Передача дискретных сигналов импульсами постоянного тока по аналоговому каналу. Частотный спектр последовательности импульсов. Требования к полосе пропускания.
* Плезиохронная цифровая иерархия. Объединение цифровых потоков.
* Сети X.25. принципы построения. Особенности работы коммутаторов в сети X.25. Области применения сетей X.25.
* Технология Ethernet. Особенности технологии. Метод коллективного доступа и размещения коллизий. Расчет максимального диаметра сети в технологии Ethernet.
* Основные компоненты волоконно-оптических систем передачи. Их основные технические характеристики.
* Физические объемы сигналов и каналов. Условия неискаженной передачи сигнала по каналу. Методы трансформации объема сигнала без изменения внутренней структуры исходного сигнала.
* Объединение различных функциональных сетей. Единая Автоматизированная Сеть Связи (ЕАСС). Взаимоувязанная Сеть Связи (ВСС). Типовые каналы и тракты. Основные характеристики типовых цифровых каналов и трактов.
* Коммутация в сети связи. Структура сетевого узла. Коммутация каналов, сообщений, пакетов в сетевых узлах.
* Плотное спектральное уплотнение. Частотный план DWDM.
* Кодирование линейных сигналов в цифровых системах передачи по медным и волоконно-оптическим кабелям. Импульсно-кодовая модуляция. Шумы квантования и ограничения.
* Однонаправленная ВОЛС с непосредственным приемом и ВОЛС со спектральным устройством каналов. Схемы, принципы работы, основные функциональные устройства.
* Планарные диэлектрические волноводы и их моды. Различие свойств TE- и TM-мод. Характеристическое уравнение. Дисперсионная зависимость для электромагнитной волны в планарном волноводе.
* Энергетический потенциал ВОЛС. Источники потерь в ВОЛС. Расчет энергетического баланса. Потери в оптических волноводах.
* Условия волноводного распространения. Эффективный показатель преломления.
* Классификация волоконно-оптических усилителей по способам их применения. Основные технические характеристики ВОУ.
* Линейно-поляризованные моды и их связь с эквивалентными модами.
* Лазерная генерация. Частотное и энергетическое условия.
* Моды градиентных волноводов. Единое модовое число. Число распространяющихся мод.
* Оптические соединители. Типы соединителей, технология изготовления, основные характеристики.
* Технология Token Ring. Маркерный доступ. Логическая и физическая технологии. Основные параметры технологии.
* Технология FDDI. Реконфигурация сети FDDI при обрыве волокна. Основные параметры технологии. Области применения.
* Модуляторы света. Параметры модуляции. Критерии качества модуляции. Интегрально-оптические модуляторы на связанных волноводах.
* Технология Интернет. Стек протоколов TCP/IP. Функции протоколов транспортного уровня.
* Классификация и характеристики волоконно-оптических датчиков. Двулучепреломялющие волоконные световоды.

**Содержательная часть**

* ***Аннотация программы***: программа *«*Оптические системы и сети связи» направлена на подготовку магистров, способных работать в области развития волоконной оптики, создавать приборы и устройства на её основе и эксплуатации этих устройств, разрабатывать технологии их производства для различных областей техники, в том числе наноиндустрии. Основные ветви профессиональной деятельности: проектирование и эксплуатация волоконно-оптических линий связи; техническое обслуживание и эксплуатация аппаратуры сетей связи; автоматизация управления телекоммуникационными системами и сетями на оптической элементной базе; создание компьютерных систем и сетей на оптической коммуникационной базе; компьютерное моделирование физических процессов; менеджмент и маркетинг на предприятиях связи; Основные ветви научно-исследовательской деятельности: разработка и совершенствование элементной базы и технологии для устройств и систем оптической передачи, обработки и отображения информации; разработка волоконно-оптических датчиков и информационно-измерительных сенсорных систем; создание и исследование новых материалов для фотоники, оптоэлектроники и квантовой электроники; формирование компьютерных моделей процессов распространения оптического излучения в волноводных системах и элементах световодного тракта.

***Основные специальные дисциплины программы:***

Интегральная оптика. Целью освоения дисциплины является формирование у магистрантов знаний в области интегральной оптики и основных умений и навыков работы с телекоммуникационными устройствами на основе интегрально-оптических элементов (ИОЭ). Задачи освоения дисциплины заключаются в приобретении магистрантами знаний в области распространения электромагнитного излучения в планарных и канальных оптических волноводах, методам изготовления ИОЭ, расчета параметров интегрально-оптических устройств, а также в выработке навыков.

*Волоконно-оптические и информационно-измерительные приборы* . Целью освоения  дисциплины является формирование у магистрантов знаний в области волоконно-оптических информационно-измерительных систем  принципов построения современных волоконно-оптических датчиков, и основных умений и навыков работы с телекоммуникационными устройствами на основе волоконно-оптических датчиков, методов расчета параметров датчиков для последующего использования при их проектировании и применении.

*Программируемая электроника*. В результате изучения дисциплины обучающийся должен: знать - структуры и особенности типов микросхем памяти, микросхем программируемой логики, микросхем микроконтроллеров, микросхем микропроцессоров,

способы и средства программирования цифровых микросхем.

уметь самостоятельно реализовывать методы и технологии разработки устройств цифровой обработки сигналов, применения микроконтроллеров, микропроцессоров, самостоятельно применять на практике средства программирования логических микросхем и микроконтроллеров.

владеть навыками разрабатывать алгоритмы цифровой обработки сигналов

*Системы автоматизированного проектирование электронных схем*.

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать организацию аппаратных и программных средств систем реального времени; основные технологии программирования и отладки встроенных систем; методы моделирования и оптимизации в телекоммуникационных системах и сетях; возможности Altium Designer, позволяющие быстро и эффективно строить модели конструкций и подготавливать конструкторскую документацию; задачи и методы обработки экспериментальной информации;  
уметь выбирать и анализировать модели, методы моделирования телекоммуникационных систем и критерии оценки их эффективности;; владеть навыками математического моделирования различных телекоммуникационных систем; формальной постановки и решения задач математического моделирования в телекоммуникационных системах;

***Актуальность и значимость программы***.

Данная образовательная программа комбинирует дисциплины, которые обогащают друг друга, и готовит магистров к созданию новых технологических возможностей и технологических прорывов в сфере инфокоммуникаций. Готовит к способности решить проблемы для значительного улучшения технологии оптической связи, технологий передачи и приема информации, методов нахождения и отслеживания, управления помехами, снижения потребляемой мощности в системах связи, повышения эффективности, производительности, гибкости, устойчивости и безопасности.

***Основные цели программы*:**

подготовить специалистов, способных решить проблемы для значительного улучшения технологии оптической связи, технологий передачи и приема информации, методов нахождения и отслеживания, управления помехами, снижения потребляемой мощности в системах связи, повышения эффективности, производительности, гибкости, устойчивости и безопасности.

***Выпускники программы***

Многие выпускники данной магистерской программы, в настоящее время обучаются в аспирантуре, работают в научно-исследовательском центре Световодной фотоники, принимают активное участие в научно-исследовательских разработках, участвуют в образовательном процессе на кафедре СФ, например :

* Волковский Сергей Александрович, выпускник 2011г, аспирант, ассистент кафедры, тема диссертации «Расширение динамического диапазона угловых скоростей в волоконно-оптическом гироскопе», читает дисциплину студентам «Системы автоматизации проектирования электронных схем»
* Никитенко Александр Николаевич, выпускник 2011 г., аспирант, ассистент кафедры, тема диссертации «Система мониторинга перемещений на основе акселерометрических измерений», участвует в научно-исследовательских работах по следующим темам – разработка носимого респираторного сенсора, по работе получен патент на программу для ЭВМ и патент на полезную модель; создание оптико-электронного комплекса на волоконно-оптических сенсорах для регистрации гидроакустического давления; создание макета донной сейсмической станции – работа является темой диссертации; волоконно-оптический гироскоп; создание и реализация на ПЛИС системы точной подстройки фазовых интерферометрических датчиков
* Беликин Михаил Николаевич, выпускник 2013г,аспирант, тема диссертации «Создание методов и аппаратуры для измерения акустических спектров с помощью волоконно-оптических интерферометров»
* Макаров Анатолий Дмитриевич, выпускник 2013 г, аспирант, тема диссертации «Дистанционное измерение положения посадочной площадки вертолета методом цифровой обработки оптоэлектронного изображения», работает в научно- производственной группе по теме «Исследование путей построения системы автоматической посадки беспилотного вертолета или конвертоплана»
* Коннов Кирилл Александрович, выпускник 2014 г., аспирант, тема диссертации: «Создание методики и аппаратуры для записи массивов волоконных брэгговских решеток в процессе вытяжки оптического волокна»

Телефон (812)370-44-89, (812)370-42-01;

**О профессии**

Основные компетенции выпускника университета по направлению подготовки 11.04.02. «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» с квалификацией «магистр» в соответствии с целями образовательной программы, видами и задачами профессиональной деятельности, а также профилем подготовки данной образовательной программы :

* Способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
* Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
* способность к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации технических средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации
* способность самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования; способность участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы
* способность организовать работу большого количества людей, владеть приемами и методами работы с персоналом, методами оценки качества и результативности труда персонала, методами, формами и системами оплаты труда
* способность проводить учебные занятия, лабораторные работы, обеспечивать практическую и научно-исследовательскую работу обучающихся.

*Трудоустройство и востребованность профессии*:

Выпускники работают в крупнейших телекоммуникационных компаниях таких, как ОАО «Ростелеком», ОАО "СЗТ" (Телеком), ЗАО «Петерлинк», ЗАО «ПетерСтар»; компании операторов связи: МТС, Мегафон, Билайн, ТЕЛЕ2; волоконно-оптические кабельные заводы: ООО «ОПТЕН», ООО «Севкабель»; компании по продаже и поставке телекоммуникационного оборудования: ЗАО «Политэк», ООО «ЭЛТЕХ».

*Практика и стажировки для студентов:*

Кафедра сотрудничает с такими известными исследовательскими организациями и предприятиями, как Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН, Государственный оптический институт им. С.И.Вавилова, ЦНИИ «Электроприбор», Волоконно-оптический кабельный завод ООО «ОПТЕН», ОАО «НПП Дальняя Связь», НИИ «Кино и телевидения», ООО «Новел – ИЛ», OOO «Optimum Networks», ФГУП «НИТИОМ» ВНЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова», АО «Светлана», ЗАО «Институт Телекоммуникаций» «Нокиа Сименс Нетворкс» ООО «Дигитон», ОАО «Линукс Инк» в

Технологическом университете в городе Темпере, Финляндия,

**Студенты**

Магистранты кафедры СФ имеют возможность осваивать новейшие технологии участвуя в научно исследовательских разработках НИЦ Световодной фотоники, и работать в реально действующих научно-технических группах НИЦ СФ, на практике самостоятельно учиться и развивать профессиональные навыки в – электронике, программировании, микрооптика и сборка, микромеханика, технология оптических волокон, формировании брэгговских волокон, акустооптика, гидрофоны, волоконнооптические антенны. В настоящее время заключен договор с Технологическим университетом в городе Темпере, Финляндия, об обмене студентами и аспирантами. Магистры во время обучения должны выступить с докладами, на семинарах, на конференциях и опубликовать не менее 2х статей. Пример докладов на февральской XLV научно и учебно - методической конференции:

Мухтубаев А.Б., (магистрант). Аксарин С.М., Стригалев В.Е., Новиков Р.Л. Исследование распределенного Н-параметра анизотропного оптического волокна в многослойной катушке ВОГ.

Егорова Д.А. (магистрант), Теребова Н.А. (магистрант). Универсальная методика моделирования оптических систем для создания элементов световодной фотоники.

Кикилич Н.Е. (аспирант), Алейник А.С., Востриков Е.В. (студент). Методы построения широкополосных высокостабильных волоконно-оптических эрбиевых источников оптического излучения.

Беликин М.Н. (аспирант), Куликов А.В., Михеев М.В. (магистрант), Козлов В.Н. (аспирант). Разработка и исследование акселерометра на основе волоконных брэгговских решеток.

Михеев М.В. (магистрант), Никитенко А.Н. (аспирант), Алейник А.С., Дейнека И.Г. Исследование влияния ударов и вибраций на выходной сигнал волоконно-оптического гироскопа.

Волков А.В. (аспирант), Мехреньгин М.В., Плотников М.Ю. Анализ способов подавления перекрестных помех в волоконно-оптических датчиках гидроакустического давления.

Погорелая Д.А. (аспирант), Смоловик М.А. (аспирант), Стригалев В.Е., Алейник А.С., Шуклин Ф.А. Исследование нелинейности передаточной характеристики фазового электрооптического модулятора на основе кристалла ниобата лития.

Архипов С.В. (аспирант), Стригалев В.Е. Моделирование спектральных характеристик волоконных брэгговских решеток с различными типами «чирпирования».

Лавров В.С. (аспирант), Аксарин С.М., Герасимова М.М. (магистрант). Влияние защиты сварного соединения ДЛП-волокон на его экстинкцию.

Шулепов В.А. (магистрант), Аксарин С.М., Стригалев В.Е. Экспериментальное исследование распределения интенсивности излучения на выходе согласующей секции конической формы на основе волокна типа «PANDA».

Грибаев А.И. (аспирант), Павлишин И.В., Идрисов Р.Ф. (магистрант), Стам А.М. (магистрант), Варжель С.В., Коннов К.А. (аспирант). Разработка системы настройки и контроля лазерной установки для записи волоконных брэгговских решеток на основе интерферометра Тальбота.

Стам А.М. (магистрант), Павлишин И.В., Идрисов Р.Ф. (магистрант), Грибаев А.И. (аспирант), Мунько А.С. (магистрант), Варжель С.В., Коннов К.А. (аспирант). Экспериментальные исследования фоторефрактивности волоконных световодов.

Волковский С.А., Алейник А.С. Метод непрерывной стабилизации масштабного коэффициента волоконно-оптического гироскопа.

Киреенков А.Ю. (аспирант), Алейник А.С., Мехреньгин М.В., Плотников М.Ю., Ефимов М.Е. (аспирант). Повышение соотношения сигнал/шум в измерительном тракте интерферометрического волоконно-оптического датчика.

Шуклин Ф.А., Смирнов Д.С. (магистрант), Гареев Э.З. (магистрант). Реализация нейронной сети на базе FPGA фирмы Altera.

Власов А.А. (магистрант), Кикилич Н.Е. (аспирант), Алейник А.С. Метод регистрации акустических резонансов в LiNbO3.

Дейнека И.Г., Никифоровский Д.А. (студент). Исследование случайных и псевдослучайных последовательностей, их применение и способы реализации на ПЛИС.

Дейнека И.Г., Кочешкова А.А. (магистрант). Исследование и применение CORDIC алгоритма для аппаратной реализации нейронной сети в ПЛИС.

Дейнека И.Г., Бабич А.А. (студент). Анализ и аппаратная реализация методов шифрования для защиты передаваемой по ВОЛС информации.

Шарков И.А., Гареев Э.З. (магистрант), Смирнов Д.С. (магистрант). Обработка выходных данных волоконно-оптического гироскопа средствами нейронной сети в среде Matlab.

Плотников М.Ю., Волков А.В. (аспирант), Мехреньгин М.В. Анализ способов подавления перекрестных помех в волоконно-оптических датчиках гидроакустического давления.

Плотников М.Ю., Мирошниченко Г.П., Ефимов М.Е. (аспирант). Использование метода конечных элементов для получения количественной оценки чувствительности волоконно-оптического гидрофона.

Ефимов М.Е. (аспирант), Плотников М.Ю., Куликов А.В. Исследование волоконно-оптического интерферометрического датчика акустической эмиссии.

**Дополнительная информация**

*Примеры тем ВКР у выпускников:*

* Устройство формирования и передачи оптического испытательного сигнала системы посадки летательного аппарата
* Исследование влияния параметров лазерного излучения на эффективность записи волоконных брэгговских решеток
* Лазерная система дистанционного управления посадкой беспилотного летательного аппарата
* Устройство приема и обработки оптического испытательного сигнала системы посадки летательного аппарата
* Исследование преобразования состояния поляризации на брэгговских решетках
* Применение облачных вычислений для построения высоконагруженных систем
* Исследование записи волоконно брэгговских решеток с использованием интерферометра Тальбота
* Оптическая линия связи между беспилотными летательными аппаратами
* Разработка технологических режимов процесса вытяжки анизотропного волокна с эллиптической напрягающей оболочкой

*Преподаватели программы*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Ф.И.О. | Название дисциплины (модуля) | Должность, место работы | Ученая степень | Ученое звание |
|  | Ольконе В.О. | История развития отечественных IT- технологий и систем телекоммуникаций | *тьютор*  генеральный директор ООО «Optium” | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Маркушевская Л.П. | Иностранный язык в профессиональной деятельности | *проф.*  *Университет ИТМО* | *к.н.* | *проф.* |
|  | Ключев А.О. | Программное обеспечение управляющих и встроенных систем | *доцент ВТ* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Зингеренко Ю.А. | Теория построения инфокоммуникационных систем и сетей | *профессор*  НПП "Новел-Ил", Технический директор | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Шарков И.А. | Сети связи и системы коммутации | *ассистент* | *к.т.н.* | *-* |
|  | Макаренко А.А | Мобильные сети связи | *доцент* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Стригалев В.Е. | Интегральная оптика | *профессор* | *кфмн* | *доцент* |
|  | Стригалев В.Е | Волоконно-оптические информационно-измерительные системы | *профессор* | *кфмн* | *доцент* |
|  | Макаренко А.А | Цифровая обработка изображения | *доцент* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Петрашень А.Г. | Методы статистической обработки экспериментальных данных | *профессор* | *доктор ф-м-н* | *доцент* |
|  | Волковский С.А. | Система автоматизированного проектирования электронных схем | *ассистент* | *-* | *-* |
|  | Волковский С.А. | Системы автоматизированного проектирования оптических систем | *ассистент* | *-* | *-* |
|  | Киселев С.С. | Прецизионная механика | *доцент* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Киселев С.С. | Прецизионные измерения | *доцент* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Серебрякова В.С. | Проектный менеджмент | *доцент* | *к.ф.м..н.* | *доцент* |
|  | Цимбалистый Я.И. | Сетевые технологии в инфокоммуникационных системах | *доцент кафедры СиОТ* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Киселев С.С. | Основы современного конструирования | *доцент* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Григорьев В.А. | Основы радиосвязи | *зав. кафедрой БТ* | *д.т.н.* | *профессор* |
|  | Дейнека И.Г. | Программируемая электроника | *ассистент* | *к.т.н.* | *-* |
|  | Дейнека И.Г. | Программируемая электроника на ПЛИС | *ассистент* | *к.т.н.* | *-* |
|  | Куликов А.В. | Научно-исследовательская работа | *доцент* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Макаренко А.А. | Производственная практика | *доцент* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Комиссия ГИА  Председатель Соколов И.А | Государственный экзамен | *Ген. директор ГП «ОПТЭН»* | *к.т.н.* | *доцент* |
|  | Комиссия ГИА  Председатель Соколов И.А. | Защита выпускной квалификационной работы | *Ген. директор ГП «ОПТЭН»* | *к.т.н.* | *доцент* |

* Учебный план 11.04.02 «Оптические системы и сети связи»
* Приказ Минобрнауки России от 30.10.2014 N 1403 "Об утверждении ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (уровень магистратуры)" (Зарегистрировано в Минюсте России 28.11.2014 N 34972)