

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
Институт радиоэлектроники и телекоммуникаций

**Программа вступительного испытания
для поступления в магистратуру по направлению:
12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика**

Профиль подготовки: Физика и техника радиофотонных систем
Физика и техника квантовых систем

Казань 2020

1. Цели и задачи вступительных испытаний

Вступительное испытание в магистратуру направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению магистерской программы по направлению 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» по направленностям (профилям): «Физика и техника радиофотонных систем»; «Физика и техника квантовых систем». В ходе вступительного испытания оцениваются обобщенные знания и умения в области электроники, радиотехники, микропроцессорной техники, оптические устройства и технологии передачи, приема, обработки, хранения; полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров; выявляется степень сформированности компетенций, значимых для успешного обучения в магистратуре по направлению 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» по выбранным магистерским программам.

2. Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата и высшего образования для поступающих в магистратуру

Лица, имеющие диплом бакалавра или специалиста, желающие освоить выбранную магистерскую программу, зачисляются в магистратуру по результатам вступительных испытаний, программа которых разработана Университетом.

Программа вступительных испытаний состоит из двух обязательных разделов: вступительного собеседования и вступительного междисциплинарного экзамена.

В ходе вступительного собеседования оценивается мотивация и уровень подготовки абитуриента для прохождения обучения по направлению подготовке 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» по выбранной магистерской программе.

На вступительном экзамене абитуриент должен показать уровень знаний, соответствующих освоению следующих компетенций, эквивалентных компетенциям ФГОС:

2.1. Способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

2.2. Способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

2.3. Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

2.4. Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий, фотоники и оптоинформатики в своей профессиональной деятельности;

2.5. Способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности;

2.6. Способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

2.7. Способность реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов.

3. Содержание вступительного собеседования

При прохождении конкурсного отбора абитуриенты должны рассказать о своем опыте учебной, научной и профессиональной деятельности и могут предоставить как дополнение следующие документы:

- дипломы победителей олимпиад и лауреатов конкурсов научных и проектных работ;

- данные о наличии именных стипендий и грантов министерств, ведомств, фондов, подтвержденные документально;

- опубликованные научные и научно-практические работы (заверенные копии);

- сертификаты о прохождении стажировок и курсов повышения квалификации;

- рекомендаций государственной аттестационной комиссии.

Абитуриенты, поступающие на направление подготовке 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика по магистерским программам, также дополнительно могут предоставить:

- мотивационное эссе на английском языке (не более двух страниц печатного текста формата А4), в котором должны быть отражены образование и практический опыт абитуриента, профессиональные планы на будущее, причины, по которым абитуриент хочет обучаться по избранной магистерской программе, каким образом

абитуриент будет использовать знания и навыки, полученные во время обучения в магистратуре в своей деятельности;

- сертификат уровня освоения английского языка (при наличии).

4. Содержание программы вступительного междисциплинарного экзамена

Количество вопросов на междисциплинарном экзамене – три, которые выбираются из ниже перечисленных разделов.

4.1. Тематика вопросов

Раздел «Физические основы получения информации»

Определения магнитных величин. Эталоны. Классификация электромагнитных измерительных преобразователей. Оптоэлектрические преобразователи. Источники излучения. Каналы передачи световой энергии. Приемники излучения. Основные структурные схемы оптоэлектрических преобразователей и приборов.

Раздел «Электрические измерения»

Генераторы и источники сигналов. Осциллографические измерения. Методы осциллографических измерений напряжений, частот и отношения частот, временных интервалов и фазовых сдвигов. Измерение параметров тока и напряжения. Вольтметры. Измеряемые параметры напряжений и токов: мгновенное, среднее (постоянное), среднее выпрямленное, среднее квадратическое, среднее выпрямленное векторное (квадратурное). Измерение мощности. Измерение параметров элементов цепи. Измерение времени и частоты. Измерение фазового сдвига. Информационно-измерительные системы. Измерение мощности и энергии. Принципы. Приборы.

Раздел «Метрология»

Виды метрологии (законодательная, теоретическая и практическая). Государственная система обеспечения единства измерений. Теоретические основы метрологии. Понятие метрологического обеспечения. Классификация измерений (прямые, косвенные, совокупные и совместные). Методы и принципы измерений. Классификация методов измерений. Средства измерений и его метрологические характеристики измерение тока, напряжения и мощности; измерение параметров радиоцепей. Классификация средств измерений. Эталоны, калибры и стандартные образцы, образцовые и рабочие средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Погрешности и их классификация, чувствительность, порог чувствительности и другие метрологические характеристики. Классы точности средств контроля и измерения.

Раздел «Электроника»

Специальные типы операционных усилителей, аналоговые фильтры, коммутаторы, стабилизаторы. Устройства выборки-хранения, пиковые детекторы. Импульсные стабилизаторы и источники питания. Способы повышения характеристик основных функциональных схмотехнических модулей. Цепи постоянного и переменного ток, переходные процессы, линии с распределенными параметрами, нелинейные элементы, магнитные цепи, электромеханические приборы, полупроводниковые элементы, биполярные и полевые транзисторы, операционные усилители. Схмотехника измерительных устройств. Аналоговая обработка сигналов. Цифровая обработка сигналов.

Раздел «Микропроцессорная техника»

Микропроцессорная система. Микропроцессор. Система команд процессора. Структура процессора. Программный обмен информацией. Обмен по прерываниям. Прямой доступ к памяти. Функции процессора, памяти, устройств ввода-вывода. Методы адресации операндов, регистры процессора. Модульная организация микроконтроллера. Базовый функциональный блок микроконтроллера. Изменяемый функциональный блок микроконтроллера. Модуль таймера микроконтроллера. Модуль многоканального аналого-цифрового преобразователя. Модуль контроллера последовательного ввода/вывода. Структура локальной сети микроконтроллеров. Модуль сторожевого таймера микроконтроллера. Программируемый логический контроллер. Цифровой сигнальный процессор.

Раздел «Компьютерные технологии»

Роль и задачи компьютерных технологий. Типовые элементы и средства автоматизации. Принципы взаимодействия открытых систем. Физические среды передачи данных, топология локальных сетей, промышленные стандарты передачи информации. Сигнальные процессоры. Программные средства сбора и обработки информации. Типовые элементы средств автоматизации технологических циклов. Программное обеспечение для создания систем управления производством и технологическими процессами. Структурная схема ЭВМ, функциональные узлы и блоки. Накопители информации. Устройства отображения информации. Устройства ввода информации. Сети и коммуникации. Программные средства вычислительной техники. Типы программного обеспечения.

Раздел «Основы радиосвязи и телевидения»

Физические основы телевидения. Телевизионные преобразователи оптических изображений в электрические сигналы. Сигнал изображения и его характеристики. Развертывающие устройства и их синхронизация. Преобразователи электрических сигналов в оптическое изображение. Особенности

передачи и приема телевизионных сигналов. Методы передачи информации о цвете. Принципы построения цветных телевизионных систем. Цифровые телевизионные сигналы. Цифровая обработка телевизионных сигналов. Стандарты цифрового сжатия видеосигналов. Мультимедийные стандарты. Модуляция в системах цифрового телевидения (QPSK, QAM, VSB, OFDM). Цифровое спутниковое телевизионное вещание. Цифровое телевидение в кабельной сети. Цифровое эфирное телевизионное вещание. Технологии цифрового телевизионного вещания в мультисервисных сетях передачи данных. Приемные устройства цифрового телевизионного вещания.

Раздел «Сенсорные сети и системы»

Уравнения Максвелла и соотношения между компонентами поля. Вывод соотношений между компонентами поля из уравнений Максвелла. Планарная геометрия. Цилиндрическая геометрия. Волновые уравнения для электромагнитных волн.

Отражение, преломление и взаимодействие электромагнитного поля на плоской границе двух сред. Преломление и отражение на плоской границе раздела сред, полное внутреннее отражение.

Закон Снелля. Закон Френеля. Случай перпендикулярного падения волны. Угол Брюстера. Критический угол падения. Сдвиг Гуса-Генхена.

Распространение света в волоконных световодах. Распространение света в световодах на основе лучевой модели. Ступенчатые световоды: числовая апертура межмодовая дисперсия.

Распространение света и межмодовая дисперсия в градиентных световодах. Дисперсия материала. Передаточная характеристика световода.

Потери в волоконных световодах. Адсорбционные потери, поглощение ОН групп, УФ и ИК поглощение. Рэлеевское рассеяние.

Потери в световодах, связанные с нерегулярностью структуры. Прочие механизмы потерь. Предельно низкие потери в световодах на основе кварцевого стекла и на основе безкислородных стекол.

Раздел «Оптика и лазеры»

Основы фотометрии. Основные законы оптики. Интерференция. Когерентность. Дифракция света. Дисперсия и поглощение света. Поляризация света. Рассеяние света. Фотоэффект. Тепловое излучение. Люминесценция. Источники света. Спектральная чувствительность глаза человека. Временная когерентность. Пространственная когерентность. Брэгговская решетка. Дифракционная решетка. Ширина спектральной линии. Интегральное соотношение Френеля-Кирхгофа для распределения электромагнитного поля на зеркале. Основное отличие лазера и лазерного усилителя. Оптическая сила линзы.

Твердотельные, жидкостные, газовые, полупроводниковые лазеры. Фокальная и плоскость изображения оптической системы. Дисперсия дифракционной решетки. Способы накачки лазеров. Применение лазеров в науке, промышленности и других отраслях экономики.

Раздел «Цифровая обработка сигналов»

Классификация сигналов. Виды обработки сигналов. Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов по сравнению с аналоговой обработкой. Эффекты размножения и наложения спектров при дискретизации. Особенности дискретизации модулированных сигналов. Квантование с равномерным шагом (линейное квантование) и с переменным шагом квантования (нелинейное квантование). Импульсная характеристика цифрового фильтра. Понятия о рекурсивных и нерекурсивных фильтрах, БИХ- и КИХ-фильтрах. Системная функция, АЧХ и ФЧХ. Формы программной реализации цифровых фильтров. Устойчивость цифровых фильтров. Критерии устойчивости. Реализация цифровых устройств: фильтр с линейной ФЧХ, метод ряда Фурье и «окна», метод наименьших квадратов, метод билинейного Z – преобразования. Цифровые преобразователи частоты. Амплитудный детектор-выпрямитель. Цифровые фазовые детекторы. Квадратурный частотный детектор с фазовым подавлением побочного продукта детектирования. Частотный детектор с внутренним амплитудным ограничением.

Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье. Непрерывное вейвлет-преобразование. Дискретизация непрерывного вейвлет-преобразования. Частотно-временная плоскость. Дискретное вейвлет-преобразование.

Раздел «Квантовая электроника»

Отличия между спонтанным и вынужденным излучением. Инверсная населенность и необходимость ее получения для усиления в квантовой системе. Усиление сигнала в инверсной среде. Факторы, влияющие на ширину спектральной линии. Условия возникновения генерации излучения в квантовой системе. Добротность и виды потерь энергии в резонаторе. Синхронизация мод. Когерентность излучения. Основные принципиальные достоинства оптоэлектронных систем. Принцип преобразования электрической энергии в световую. Методы передачи информации по оптическому волокну. Волноводные моды. Уравнения Максвелла для планарного волновода, для цилиндрического волновода. Одномодовое волокно. Многомодовое волокно. Специальные типы оптических волокон. Нелинейные явления в оптическом волокне. Эффект Керра. Рассеяние Релея в волокне. Рассеяние Рамана в волокне. Потери в оптических волокнах. Оптические усилители. Оптические модуляторы. Виды дисперсий в

волокне. Оптические разветвители. Оптические аттенюаторы. Оптические циркуляторы. Принцип работы мультиплексора. Принцип работы демультимплексора. Параметры передачи оптических волокон. Нелинейные явления в оптических волокнах. Эффект Керра.

4.2. Литература

1. Романюк В.А. Основы радиосвязи: учебное пособие / В.А. Романюк. – М.: Юрайт, 2011. – 287 с.
2. Каганов В.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшее образование, 2013. – 432 с.
3. Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. LabVIEW в научных исследованиях. – М.: ДМК-Пресс, 2014. – 488 с.
4. Ромаш Э.М. Электронные устройства информационных систем и автоматики: учебник для студ. вузов / Э.М. Ромаш, Н.А. Феоктистов, В.В. Ефремов. – 2-е изд. – М.: Дашков и К°, 2012. – 248 с.
5. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие для студ. вузов / Е.П. Угрюмов. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 816 с.
6. Дворяшин Б.В. Метрология и радиоизмерения: учеб. пособие для вузов / Б.В. Дворяшин. - М.: Изд. центр "Академия", 2005.- 304 с.
7. Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца / К. Маскфилд – М.: Додэка XXI, 2007. – 410 с.
8. Ильин Г.И., Царева М.А. Устройства приема и обработки сигналов. Линейные каскады. Уч. пособие,- Казань: КНИТУ-КАИ, 2012. - 116 с.
9. Ильин Г.И., Царева М.А. Устройства приема и обработки сигналов. Нелинейные каскады. Уч. пособие.- Казань: КНИТУ-КАИ, 2012. - 123 с.
10. Морозов О.Г., Садеев Т.С., Айбатов Д.Л., Морозов Г.А. Физические основы волоконной оптики. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2011. – 164 с.
11. Морозов, О. Г. Нанопотоника и дифракционная оптика в телекоммуникациях: [уч. пособие] / О.Г. Морозов. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2012. – 112 с.
12. Морозов, О. Г. Маломодовая симметричная рефлектометрия волоконно-оптических структур: [моногр.] / О.Г. Морозов, Г.А. Морозов, В.Г. Куприянов, И.И. Нуреев, А.Р. Насыбуллин, П.Е. Денисенко. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2013. – 160 с.
13. Морозов, О. Г. Системы радиопотоники с амплитудно-фазовым модуляционным преобразованием оптической несущей: [моногр.] / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин, Г.А. Морозов. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2014. – 192 с.
14. Мамчев Г.В. Цифровое телевизионное вещание. Учебное пособие / Г.В. Мамчев. – М.: Горячая линия-Телеком, 2014. – 448 с.
15. Карякин, В.Л. Цифровое телевидение: учебное пособие для вузов. — М.: СОЛОН-Пресс, 2013. — 448 с.

16. Морозов Г.А., Морозов О.Г., Сарварова Л.М., Колесников В.Ю., Л.Н. Шафигуллин. Технологии цифрового телерадиовещания. Рекомендовано МО РФ в качестве учебного пособия. ООО «Новое знание», 2015. – 444 с.

17. Основы цифровой обработки сигналов: учеб. пособие для вузов. А. И. Солонина [и др.] - 2-е изд., испр. и перераб. - СПб. БХВ-Петербург, 2008 – 768 с.

18. В.Г.Иванова, А.И.Тяжев. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры: Учебное пособие / Под ред. д.т.н., профессора Тяжева А.И. - Самара, 2008г.

19. Пихтин А.Н. Физические основы квантовой электроники и оптоэлектроники. - М.: Высш. шк., 1983. - 304 с

20. Основы оптоэлектроники: Пер. с японского. - М.: Мир, 1988. -284 с

Директор ИРЭТ



А.Ф. Надеев

Заведующий кафедрой РФМТ,
ответственный за ООП 12.04.03



О.Г. Морозов