

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ»  
(КНИТУ-КАИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по ОД

  
Н.Н. Маливанов

«28» сентября 2018 г.



**Программа  
вступительного испытания в магистратуру  
направление подготовки  
12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**

*МАГИСТЕРСКИЕ ПРОГРАММЫ:*

«Физика и техника радиофотонных систем»

«Физика и техника квантовых систем»

Казань 2018 г.

## **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 подготовки 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 демультиплексора. 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.

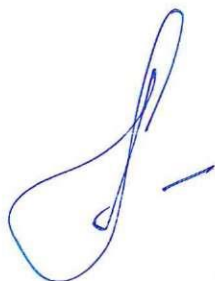
17. Основы цифровой обработки сигналов: учеб. пособие для вузов. А. И. Солонина [и др.] - 2-е изд., испр. и перераб. - СПб. БХВ-Петербург, 2008 – 768 с.

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