

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  
**11.04.01 Радиотехника**

*МАГИСТЕРСКИЕ ПРОГРАММЫ:*

- «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»
- «Физика и техника волоконно-оптических систем»
- «Физика живых систем и нанобиотехнологии»
- «Физика и техника микроволновых 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 11.04.01 «Радиотехника» по направленностям (профилям): «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»; «Физика и техника волоконно-оптических систем»; «Физика живых систем и нанобиотехнологии»; «Физика и техника микроволновых систем». В ходе вступительного испытания оцениваются обобщенные знания и умения в области электроники, радиотехники, микропроцессорной техники и встроенных систем; выявляется степень сформированности компетенций, значимых для успешного обучения в магистратуре по направлению 11.04.01 «Радиотехника» 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 11.04.01 Радиотехника 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 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 11.04.01 Радиотехника 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. Два вопроса из основной части программы. Один вопрос из специального раздела для оценки подготовленности абитуриента к обучению по выбранной им направленности (профилю). Если специальный раздел совпадает с разделом основной части программы, два первых вопроса выбираются из других разделов.

##### **4.1. Тематика вопросов – основной раздел**

###### ***Раздел «Радиотехнические цепи и сигналы»***

Детерминированные радиотехнические сигналы, их спектральные и корреляционные характеристики; модулированные сигналы, их временное и спектральное представление; разновидности модулированных сигналов; случайные сигналы и их вероятностные характеристики; корреляционный и спектральный анализ случайных сигналов; частотные и временные характеристики линейных цепей; методы анализа прохождения детерминированных сигналов; преобразование характеристик случайного сигнала в линейной цепи; условия устойчивости линейной цепи; согласованная фильтрация детерминированного сигнала; оптимальная фильтрация случайного сигнала; дискретная фильтрация сигналов; метод  $Z$  - преобразования, характеристики и формы реализации дискретных фильтров; дискретное преобразование Фурье; основы синтеза дискретных фильтров; нелинейные цепи и преобразования ими радиосигналов; формирование и демодуляция радиосигналов; преобразование частоты; принципы работы автогенераторов гармонических колебаний.

###### ***Раздел «Теоретическая радиотехника»***

Математическая модель сигнала. Преставление сигнала как элемента функционального пространства. Разложение сигналов по системам базисных функций. Модулированные сигналы. Случайные процессы, виды представлений, свойства. Случайный узкополосный процесс. Преобразование сигналов в линейных и нелинейных цепях. Дискретная и цифровая фильтрация сигналов. Основы теории оптимального приема сигналов. Помехоустойчивость радиоприема, задачи обнаружения и различения сигналов, статистические критерии. Фильтрация параметров сигналов, нелинейная фильтрация. Теория колебаний и волновых процессов. Уравнения движения, критерии устойчивости. Колебания в распределенных системах. Волны, волновые пакеты и импульсы.

Нелинейные пакеты и импульсы. Нелинейные волны в средах с дисперсией, солитоны. Элементы электродинамики, уравнения Максвелла, граничные условия. Электромагнитные волны в свободном пространстве и направляющих системах. Излучение электромагнитных волн, дифракция. Вычислительные методы в электродинамике.

### ***Раздел «Электродинамика и распространение радиоволн»***

Электромагнитные волны в направляющих системах: виды направляющих систем, собственные волны в прямоугольных и круглых волноводах, поверхностные волны; особенности распространения волн в микрополосковых, щелевых и квазиоптических системах, связь и возбуждение направляющих систем, потери энергии; электромагнитные колебания в объемных резонаторах: резонаторы простой формы, собственная добротность резонаторов; дифракционный метод Кирхгофа и излучение электромагнитных волн различными источниками; законы распространения электромагнитных волн над поверхностью Земли, в атмосфере и ионосфере.

### ***Раздел «Микроволновая техника и антенны»***

Основы теории электромагнитного поля. Электромагнитные волны в изотропных и анизотропных средах. Явления на границе раздела сред. Излучение электромагнитных волн. Теория дифракции. Основы радиооптики. Численные методы электродинамики. Рефракция в неоднородных средах. Распространение радиоволн в природных условиях и в условиях города. Электромагнитные волны в направляющих системах. Замедляющие системы. Резонаторы. Теория цепей сверхвысоких частот (СВЧ). Фильтры и согласующие цепи СВЧ. Пассивные и активные микроволновые устройства. Микроэлектронные устройства СВЧ. Автоматизированное проектирование в СВЧ-устройствах. Теория антенн и антенных решеток. Синтез антенн. Фазированные антенные решетки. Активные антенны и активные решетки. Антенные системы с обработкой сигналов. Адаптивные антенные системы. Антенны для мобильной связи. Антенны сверхширокополосных и видеосигналов. Антенны с синтезированной апертурой. Эффективная поверхность антенн. Антенны в условиях реального окружения. Основы электромагнитной совместимости. Антенная техника различных диапазонов волн. Конструктивно-технологические особенности проектирования антенн. Методы и средства автоматизированного проектирования антенн и фидерных систем.

### ***Раздел «Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов»***

Случайные процессы и методы их анализа. Корреляционный и спектральный анализ случайных процессов. Оптимальные алгоритмы обнаружения и различения детерминированных и случайных сигналов. Основы нелинейной теории генерирования высокочастотных колебаний. Основные ограничения на широкополосные свойства генераторов. Сложение мощностей генераторов. Основы теории автогенераторов и стабилизации частоты. Теория модуляции и методы формирования модулированных сигналов. Основы теории усиления, преобразования и демодуляции радиосигналов. Кодирование и декодирование сигналов. Автоматизация проектирования радиотехнических устройств и систем. Модели радиоэлектронных элементов, устройств и систем.

### ***Раздел «Радиоэлектронные системы и устройства локации, навигации и управления»***

Теория и методы оптимального приема сообщений. Обнаружение и различение сигналов. Оценка и фильтрация параметров сигналов. Разрешение и разрешающая способность. Пространственно-временная обработка сигналов. Основы теории сложных сигналов и проблемы синтеза сигналов. Физические принципы радиолокации и радионавигации. Методы измерения координат. Точность радиотехнических методов местоопределения. Рабочие области радиосистем. Импульсные, фазовые и частотные дальномеры. Системы и устройства селекции движущихся целей. Доплеровские измерители скорости. Измерители угловых координат. Принципы построения радионавигационных сетей наземного и космического базирования. Системы и комплексы радиоуправления. Принципы комплексирования средств навигации.

### ***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 «Метрология и радиоизмерения»***

Основные положения законодательства об обеспечении единства измерений; структура и функции метрологической службы организаций; теоретические основы метрологии; понятие метрологического обеспечения; основной принцип измерения; стандартная схема измерения; основные факторы, вызывающие погрешность результатов измерения; средство измерения и его метрологические характеристики измерение тока, напряжения и мощности; измерение параметров радиоцепей; исследование формы сигнала; анализ спектра и параметров сложных сигналов; измерение частоты, интервалов времени и фазового сдвига; измерение характеристик случайных сигналов; автоматизация измерений; научные и правовые основы стандартизации; основные цели, объекты, и системы сертификации; правила и порядок проведения сертификации.

### **4.2. Тематика вопросов - специальный раздел**

Из специальных разделов формируется дополнительный вопрос для поступающего на конкретную направленность (профиль).

Специальный раздел для поступления в магистратуру по направлению 11.04.01 «Радиотехника», направленность (профиль): **«Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»** соответствует разделам «Теоретическая радиотехника» и «Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов» настоящей программы.

Специальный раздел для поступления в магистратуру по направлению 11.04.01 «Радиотехника», направленность (профиль): **«Физика и техника волоконно-оптических систем»**

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.

Специальный раздел для поступления в магистратуру по направлению 11.04.01 «Радиотехника», направленность (профиль): **«Физика живых систем и нанобиотехнологии»**

Низкоинтенсивное микроволновое воздействие на живую ткань. Методы оценки действия КВЧ на физиологические параметры человека. КВЧ диапазон и его использование в медицине. Физико-химические свойства воздействия мм-волн. Клиническая практика КВЧ-терапии, информационная гипотеза. Корреляционные механизмы воздействия КВЧ-излучения. Информативность излучения биообъектов в мм-диапазоне. Аппаратура излучения ЭМП КВЧ для обработки биологических объектов.

Лечебное воздействие в ИК-диапазоне. Использование источников света для биологических исследований. Физика света и основные оптические элементы микроскопов. Разрешающая способность световых микроскопов и методы контрастирования. Флуоресцентная и лазерная сканирующая микроскопия. Флуоресцентная мультифотонная микроскопия и методы повышения разрешения микроскопов. Специальные методы исследования с использованием конфокальных микроскопов.

Основные задачи оценок, стандартные шкалы на параметры живых систем. Физиологические константы человека. Компьютерная математическая обработка результатов экспериментов с живыми системами.

Специальный раздел для поступления в магистратуру по направлению 11.04.01 «Радиотехника», направленность (профиль): **«Физика и техника микроволновых систем»**

Виды поляризации диэлектриков. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Теория Дебая для полярных диэлектриков. Удельная мощность тепловых потерь. Устройство и классификация установок диэлектрического нагрева. Области применения установок диэлектрического нагрева. Требования, предъявляемые к установкам диэлектрического нагрева.

Длинные линии. Коэффициент полезного действия эквивалентной длинной линии передачи с потерями. Общие вопросы согласования. Узкополосное согласование тракта СВЧ. Широкополосное согласование тракта СВЧ. Основные теоремы цепей СВЧ. Основные свойства матрицы рассеяния. Анализ четырехполюсников каскадной



структуры с помощью матриц передачи. Согласованные нагрузки. Неоднородности в волноводах.

Волноводные переходы. Согласующие устройства. Атенюаторы. Взаимные фазовращатели. Т- и Y-образные соединения. Применение тройниковых соединений. Циркуляторы. Идеальный направленный ответвитель. Типы направленных ответвителей. Гибридный и магический двойные Т-образные мосты.

Назначение и структура измерительного тракта СВЧ. Измерительный тракт для определения коэффициентов отражения. Измерительный тракт для определения коэффициентов передачи. Измерители КСВН и ослабления (скалярные анализаторы цепей СВЧ). Измерители комплексных коэффициентов рассеяния (векторные анализаторы цепей СВЧ). Измерительная линия. Измерение мощности на СВЧ. Измерение частоты СВЧ-сигналов. Анализаторы спектра СВЧ-сигналов. Измерение параметров диэлектриков в свободном пространстве (квазиоптический метод). Резонансные методы измерения параметров диэлектриков. Волноводные методы измерения параметров диэлектриков.

Общие вопросы генераторов СВЧ. Клистроны. Магнетроны. Широкополосные электронные приборы: лампы бегущей волны, лампы обратной волны. Твердотельные генераторы СВЧ.

## 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 11.04.01

О.Г. Морозов