

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, фотоники и цифровых технологий

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по ОДиМП

В.В. Хамматова



« 20 » января 2016 г.

**Программа вступительного испытания**

**для поступления в магистратуру по направлениям подготовки:**

**11.04.01 Радиотехника**

(магистерские программы:

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов,

Физика и техника микроволновых систем,

Физика и техника волоконно-оптических систем)

## **1 Цели и задачи вступительных испытаний**

Цель вступительного испытания – определить готовность и возможность абитуриента освоить образовательную программу высшего образования – программу магистратуры (далее – программа магистратуры) по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника.

Основные задачи вступительного испытания – проверить и оценить соответствие уровня и качества подготовки абитуриента к освоению программы магистратуры по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника (магистерские программы: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов, Физика и техника микроволновых систем, Физика и техника волоконно-оптических систем).

## **2 Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения программы магистратуры**

К освоению программ магистратуры по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника допускаются лица, имеющие высшее образование любого уровня, подтвержденное документом о высшем образовании и о квалификации.

Порядок и условия приема на обучение по программе магистратуры по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника утверждается локальным нормативным актом КНИТУ-КАИ, на основе установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

Порядок приема на обучение по программе магистратуры по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Абитуриент должен обладать следующими компетенциями:

– способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

– способность осуществлять поиск, обработку и критический анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

– способность применять системный подход для решения поставленных задач;

– – способностью определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения в рамках имеющихся ресурсов и ограничений;

– способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– способностью использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения инженерных и научно-технических задач;

– способностью реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов;

– способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

– способностью использовать навыки работы с компьютером и в компьютерных сетях, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности;

– способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

– способностью применять современные информационные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации;

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

- способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей электронных схем и блоков;

- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;

- готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

- способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач;

- способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования.

### **3 Структура вступительного испытания**

Вступительное испытание проходит в форме компьютерного тестирования или в форме собеседования по вопросам, предусматривающим возможность оценки обобщенных знаний и умений в области основ радиотехники, схемотехники, электроники, цифровых устройств и микропроцессорной техники.

Тестовое задание состоит из 25 вопросов (по 5 вопросов из каждого раздела) с несколькими вариантами ответа. Некоторые вопросы могут иметь несколько верных вариантов ответа. Максимальная суммарная оценка составляет 100 баллов. Каждый правильный ответ на тестовый вопрос оценивается до 4 баллов в зависимости от полноты ответа.

Вступительное испытание проводится очно, в полностью дистанционном формате или смешанном формате, в том числе с учетом необходимости соблюдения санитарно-эпидемиологических требований.

Проведение вступительного испытания в дистанционном формате подразумевает, что все абитуриенты участвуют с использованием онлайн-платформ видео-конференц-связи, физически не присутствуя в одном помещении.

Проведение вступительного испытания в смешанного формате подразумевает, что часть абитуриентов присутствует, физически находясь в помещении Университета, в котором проводится вступительное испытание, а часть абитуриентов принимает участие дистанционно с использованием онлайн-платформ видео-конференц-связи.

## **4 Содержание программы вступительного испытания**

### **4.1 Содержание разделов**

#### **1 Электроника и микропроцессорная техника**

Полупроводниковые диоды: классификация полупроводниковых диодов; выпрямительные низкочастотные и высокочастотные диоды, импульсные диоды, стабилитроны и стабисторы, варикапы, туннельные и обращенные диоды, лавинно-пролетные диоды, диоды Шоттки.

Биполярные транзисторы: физические принципы работы биполярных транзисторов; схемы включения и режимы работы биполярных транзисторов; статические и динамические параметры биполярных транзисторов; составные биполярные транзисторы. Тиристоры: устройство, принцип действия, режимы работы; статические вольтамперные характеристики и основные параметры тиристоров; разновидности тиристоров.

Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом, МДП-транзисторы с изолированным затвором, встроенным и индуцированным каналами: принцип работы и схемы включения; статические вольтамперные характеристики полевых транзисторов; параметры полевых транзисторов.

Операционные усилители: идеальный операционный усилитель; основные параметры и характеристики операционного усилителя; свойства операционного усилителя; схемы включения операционного усилителя. Схемы на основе

операционного усилителя: масштабные усилители, сумматоры электрических сигналов, дифференциальный усилитель, интеграторы и дифференциаторы сигналов, активные фильтры, компараторы аналоговых сигналов.

Транзисторные ключи: статические характеристики транзисторного ключа, переходные процессы в транзисторных ключах; параллельное и последовательное соединение ключей; нагрузочная способность ключа.

Микропроцессорные системы: организация и архитектура микропроцессорных систем; структура микропроцессорной системы (магистральная, магистрально-радиальная и магистрально-модульная структуры); основные типы шин микропроцессорной системы; виды обмена по шине микропроцессорной системы; обмен по прерываниям; прямой доступ к памяти; прямая и относительная адресации.

Микроконтроллеры: структурная схема микроконтроллера; организация памяти; схемы подключения внешней памяти программ и данных; способы адресации; виды регистров; периферийные устройства микроконтроллеров; таймеры; порты; интерфейсы ввода-вывода. Архитектура, структура и устройство микропроцессоров и микроконтроллеров. Подсистемы микроконтроллера. Порты ввода-вывода, альтернативные функции портов ввода-вывода. Программирование параллельных портов. Интерфейс UART, принцип работы, общая характеристика, регистры и схемы режимов работы приемопередатчика. Интерфейс SPI, схема и принцип работы. Программирование интерфейсов UART и SPI. Интерфейсы SMBus (I2C), TWI, CAN, USI, USB, принципы организации и применение. Таймер-счетчики, принцип работы, описание 8-битных и 16-ти битных таймер-счетчиков, программирование. Таймер-счетчики в режиме ШИМ.

Однокристальные микроконтроллеры и микроЭВМ: архитектура и виды микроЭВМ и микроконтроллеров.

Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи, типы, схемы, входные сигналы и источники опорного напряжения, регистры управления и

состояния, режимы работы, технические характеристики. Программирование ЦАП и АЦП. Схемы аналоговых компараторов.

Применение микроконтроллеров в различных устройствах. Создание проекта, трансляция и отладка программ в интегрированной отладочной среде. Аппаратные средства поддержки разработок: программаторы, эмуляторы, стартовые наборы разработчика, отладочные интерфейсы JTAG, C2, debugWire.

## 2 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.

## 3 Схемотехника аналоговых и цифровых устройств

Показатели и характеристики аналоговых электронных устройств; обратная связь и ее влияние на показатели и характеристики аналоговых устройств; обеспечение и стабилизация режима работы транзисторов по постоянному току; каскады предварительного усиления; оконечные усилительные каскады; операционные усилители; активные резистивно-емкостные фильтры; компараторы.

Параметры и характеристики аналоговых электронных усилительных устройств. Требования, предъявляемые к аналоговым электронным устройствам, применяемым в радиоэлектронных средствах передачи информации. Линейные искажения и их оценка. Внутренние шумы, помехи и динамический диапазон аналоговых электронных усилительных устройств. Нелинейные искажения и их

оценка. Базовые схемотехнические конфигурации аналоговых электронных усилительных устройств

Основы алгебры логики и теории переключательных функций; основы теории асинхронных потенциальных и синхронных автоматов; синтез цифровых узлов: триггеры, счетчики, шинные приемопередатчики, сдвигающие регистры, мультиплексоры, демультимплексоры, сумматоры; применение интегральных схем для проектирования цифровых устройств. Математическое описание цифровых устройств. Минимизация логических устройств.

Вспомогательные узлы цифровых устройств. Автогенераторные и ждущие мультивибраторы. Формирователи длительности сигналов, таймеры. Схемотехнические решения при реализации цифровых устройств.

Принципы построения, функционирования нелинейных аналоговых устройств на основе операционных усилителей. Базовые принципы и типовые схемы нелинейной обработки сигналов аналоговыми устройствами.

#### 4 Основы оптоэлектроники и фотоники

Квантовая теория теплового излучения. Формула Планка. Излучение черного тела. Индуцированное и спонтанное излучение. Атомные переходы в конденсированной среде. Форма линии. Коэффициенты поглощения и усиления. Инверсная населенность. Оптические резонаторы. Открытый резонатор. Основные параметры резонатора: добротность, число Френеля, критерий устойчивости.

Полупроводниковые источники света. Общая характеристика источников света. Естественная ширина спектральной линии. Причины ее уширения. Полупроводниковые источники лазерного излучения. Твердые растворы соединений. Гомо и гетеропереходы. Квазиуровни Ферми. Энергетическая зонная диаграмма лазерного диода. Принцип действия инжекционных лазеров и светоизлучающих диодов.

Фотоприемников. Основные характеристики: чувствительность, быстродействие, обнаружительная способность, спектральный диапазон. Приемники с внешним и внутренним фотоэффектом: фотоэлементы, ФЭУ, фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, оптроны. Шумы фотоприемников.

Методы управления оптическим излучением. Физические эффекты, используемые для управления параметрами оптического излучения: эффект Поккельса, фотоупругий эффект, эффект Фарадея. Прямая модуляция светодиодов и инжекционных лазеров. Особенности СВЧ модуляции.

## 5 Материалы, компоненты и конструкция РЭС

Электрофизические свойства материалов электронной техники, определяющие свойства и поведение материалов в различных условиях их эксплуатации во взаимосвязи с конкретными применениями.

Основные свойства и характеристики пассивных элементов электронной техники. Линейные и нелинейные резисторы, конденсаторы различных типов и катушек индуктивности. Их основные характеристики, свойства, особенности изготовления и эксплуатации. Фильтры и выпрямители на основе пассивных компонентов, трансформаторы и схемы удвоения напряжения.

Теплообмен в конструкциях РЭС. Механизмы теплообмена: кондуктивный, конвективный и излучение; законы теплообмена. Физические тепловые модели РЭС. Основные типы средств охлаждения и термостабилизации узлов РЭС. Влагозащитные материалы и способы влагозащиты РЭС, герметизация РЭС в разъемных и неразъемных корпусах. Методы контроля влажности и герметичности.

Помехи и наводки в РЭС. Экранирование. Источники и приемники наводок. Цепи паразитной связи. Физические принципы работы экранов и методы их расчета для защиты от электрических, магнитных и электромагнитных полей в различных частотных диапазонах.

## 6 Основы радиотехники

Гармонический осциллятор. Устойчивость колебательных систем. Автоколебания. Методы анализа колебательных систем с малой нелинейностью. Параметрические колебательные системы.

Применение аналоговых и импульсных электронных устройств в радиотехнике. Методы и устройства приема, передачи и обработки аналоговых сигналов. Усилители мощности, умножители частоты, каскады с модуляцией. Методы и устройства приема, передачи и обработки цифровых сигналов. Основы цифровой обработки сигналов.

Параметры и структурные схемы устройств формирования и генерирования сигналов (УФГС). Принципы построения генераторов с внешним возбуждением (ГВВ). Требования к автогенераторам (АГ), схемы АГ, стационарный режим одноконтурного АГ. Основные определения неустойчивости частоты, влияние изменений элементов схемы на неустойчивость частоты, спектр колебаний АГ. Кварцевая стабилизация частоты.

Бюджет канала связи. Уравнение дальности. Основные типы потерь при передаче, распространении радиоволн и приеме сигналов. Доступность канала связи. Методы цифровой полосовой модуляции. Амплитудная, частотная, фазовая, амплитудно-фазовая манипуляция. Методы формирования. Основные преимущества и недостатки. Ортогональное частотное мультиплексирование. Методы формирования и приема сигналов с OFDM. Основные преимущества и недостатки OFDM.

### 4.2 Литература

1. Першин В.Т. Основы современной радиоэлектроники: учеб. пособие для студ. вузов / В.Т. Першин. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 541 с.
2. Соколов С.В. Электроника / С.В. Соколов, Е.В. Титов. – Электрон. дан. – М.: Горячая линия-Телеком, 2013. – 204 с.

3. Джонс М.Х. Электроника – практический курс / М.Х. Джонс; пер. с англ.: Е.В. Воронова, А.Л. Ларина. – 2-е изд., испр. – М.: Техносфера, 2013. – 512 с.
4. Мамий А.Р. Операционные усилители / А.Р. Мамий, В.Б. Тлячев. – Майкоп: АГУ, 2005, 192 с.
5. Титце У. Полупроводниковая схемотехника: В 2 т. / У. Титце, К. Шенк; пер. с нем. – 12-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2008.
6. Белов А.В. Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагаем от «чайника» до профи. – СПб.: Наука и техника, 2013. – 528 с.
7. Васильев А.Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений: учеб. пособие для студ. вузов / А.Е. Васильев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 304 с.
8. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник для студ. вузов / В.К. Гусев, Ю.М. Гусев. – 6-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 800 с.
9. Пухальский Г.И. Проектирование микропроцессорных систем: Учебное пособие для вузов / Г.И. Пухальский. – СПб.: Политехника, 2001. – 544 с.
10. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник для студ. вузов / Б.М. Петров. – 3-е изд., стер. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 558 с.
11. Сомов А.М. Электродинамика / А.М. Сомов, В.В. Старостин, С.Д. Бенеславский; под. ред. А.М. Сомова – М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – 198 с.
12. Муромцев Д.Ю. Электродинамика и распространение радиоволн / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов, А.В. Рябов, Е.В. Головченко. – СПб.: Лань, 2014. – 448 с.
13. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / С.И. Баскаков. – 2-е изд. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 416 с.
14. Павлов В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Н. Павлов. – М.: Издательский дом «Академия», 2008. – 288 с.

15. Бойко В.И. Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства / В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Жуйков, А.А. Зори, В.М. Спивак. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 496 с.
16. Хоровиц П. Искусство схемотехники: В 3 т. / П. Хоровиц, У ХиллПер; с англ. Б.Н. Бронина и др. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Мир, 1993.
17. 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.
18. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: Учебное пособие / А.Н. Игнатов. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 544 с.
19. Листвин А.В. Рефлектометрия оптических волокон / А.В. Листвин В.Н. Листвин. – М.: ЛЕСАРарт, 2005. – 208 с.
20. Сидоров А.И. Основы фотоники: физические принципы и методы преобразования оптических сигналов в устройствах фотоники: Учебное пособие / А.И. Сидоров. – СПб.: ФГБОУ ВПО «СПб НИУ ИТМО», 2014. – 148 с.
21. Морозов О.Г. Амплитудно-фазовая модуляция в системах радиофотоники / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2014. – № 1. – С. 6-42.
22. Yao J. Microwave photonics / J. Yao // Journal of Lightwave Technology. – 2009. – Vol. 27. – № 3. – P. 314-335.
23. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики: Учебник / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – Т. 1. – 448 с.
24. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: Учебник / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – Т. 2. – 384 с.
25. Горелик С.С. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: Учебник для вузов / С.С. Горелик, М.Я. Дашевский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МИСИС, 2003. – 480 с.

26. Баканов Г.Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: учеб. пособие для учреждений высш. образования / Г.Ф. Баканов, С.С. Соколов; под. ред. И.Г. Мироненко. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 368 с.

27. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств [Электронный ресурс] / Г.И. Волович. Москва : ДМК Пресс, 2018. 636 с. URL: Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107891> (дата обращения: 15.01.2019). Режим доступа: для авториз. пользователей.

28. Корис, Р. Справочник инженера-схемотехника / Р. Корис. М : Техносфера, 2008. – 608 с.

29. Юмагулов, М.Г. Введение в теорию динамических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Г. Юмагулов. Санкт-Петербург : Лань, 2015. 272 с. URL: Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56177> (дата обращения: 15.01.2019). Режим доступа: для авториз. пользователей.

30. Дубнищев, Ю.Н. Колебания и волны: учеб. пособие для студ. вузов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Ю.Н. Дубнищев. СПб : Лань, 2011. 384 с. URL: [URL:https://e.lanbook.com/book/683](https://e.lanbook.com/book/683) (дата обращения: 15.01.2019).

31. Шустов, М.А. Цифровая схемотехника. Основы построения [Электронный ресурс] / М.А. Шустов. СПб. : Наука и Техника, 2018. 320 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/109408/#1> (дата обращения: 17.01.2019). Режим доступа: для авториз. пользователей.

32. Маркова, В.П. Эффективное программирование современных микропроцессоров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Маркова, С.Е. Киреев, М.Б. Остапкевич. Новосибирск : НГТУ, 2014. 148 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/548254> (дата обращения: 15.01.2019). Режим доступа: по подписке.

33. Булатов, В.Н. Микропроцессорная техника. Схемотехника и программирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Булатов, О.В.

Художников. Оренбург : ОГУ, 2016. 376 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/98005> (дата обращения: 15.01.2019). Режим доступа: по подписке.

34. Сонькин, М.А. Микропроцессорные системы. Применение микроконтроллеров семейства AVR для управления внешними устройствами [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Сонькин, Д.М. Сонькин, А.А. Шамин. 2016 : ТПУ, 2016. 88 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/107726> (дата обращения: 15.01.2019). Режим доступа: по подписке.

35. Головин, О.В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов. [Электронный ресурс] : Электронный ресурс] / О.В. Головин. Москва : Горячая линия Телеком, 2017. 782 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111045> (дата обращения: 23.01.2019).

36. Колосовский, Е.А. Устройства приема и обработки сигналов : Учебное пособие для вузов / Е.А. Колосовский. М : Горячая линия-Телеком, 2015. 456 с.

Директор ИРЭФ-ЦТ

А.Ф. Надеев

Ответственный секретарь  
приемной комиссии КНИТУ-КАИ

Р.М. Шакирзянов