

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
«16» января 2025 г.



Программа вступительного испытания
для поступления в магистратуру по направлению подготовки:
11.04.03 Конструирование и технология электронных средств
магистерская программа:
Проектирование микросхем и радиоэлектронной аппаратуры

Казань 2025

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 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств Передовой инженерной школы Комплексная авиационная инженерия.

Основные задачи вступительного испытания – проверить и оценить соответствие уровня и качества подготовки абитуриента к освоению программы магистратуры по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств (магистерская программа: «Проектирование микросхем и радиоэлектронной аппаратуры»).

2 Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения программы магистратуры

К освоению программ магистратуры по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств 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 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств 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 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств 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;

– способностью 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;

– способностью 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

Программа вступительных испытаний состоит из двух обязательных этапов:

- компьютерное тестирование или собеседование по вопросам, предусматривающим возможность оценки обобщенных знаний и умений в области основ конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств, электроники, микроэлектроники и микропроцессорной техники;

- дополнительное собеседование.

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.

Дополнительное собеседование проходит с участием сотрудников дирекции Передовой инженерной школы Комплексная авиационная инженерия и представителей индустриального партнера программы. В ходе дополнительного собеседования оценивается мотивация, уровень подготовки и опыта практической деятельности абитуриента для прохождения обучения по магистерской программе «Проектирование микросхем и радиоэлектронной аппаратуры». В случае отрицательного результата прохождения дополнительного собеседования абитуриент может претендовать на поступление по альтернативным программам направления 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств на конкурсной основе с учетом набранных баллов за первый этап вступительных испытаний.

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 микроэлектроника

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

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

Классификация интегральных микросхем. Гибридные интегральные схемы. Полупроводниковые интегральные схемы. КМОП микросхемы. Маршруты проектирования цифровых и аналоговых микросхем. Интегральные пассивные элементы. Правила проектирования топологии микросхем. Основные технологические процессы производства полупроводниковых микросхем.

2 Микропроцессорная техника

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 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. ЦАП и АЦП. Компараторы. Операционные системы реального времени.

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; активные резистивно-емкостные фильтры; компараторы.

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. Особенности интегральной схемотехники.

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.

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.

Фотоприемники. 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 Конструирование и технологии 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.

Конструкторское проектирование узлов РЭА на печатных платах. Этапы проектирования печатных плат. Конструкторское проектирование ячеек и блоков РЭА. Назначение, классификация и требования к несущим конструкциям. Эволюция несущих конструкций РЭА. Принципы связей между конструктивными уровнями. Конструкции печатных плат и способы коммутации.

Основные понятия и определения теории надежности. Понятие отказа. Классификация отказов. Причины отказов. Показатели надежности РЭА и их элементов. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа. Интенсивность отказов. Нарботка на отказ. Надежность элементов РЭА. Расчет показателей надежности. Параметрическая надежность. Методы повышения надежности.

Назначение и классификация печатных плат. Материалы для изготовления печатных плат. Методы изготовления одно- и двусторонних печатных плат. Особенности производства многослойных печатных плат. Выбор технологических методов в производстве печатных плат. Методы ручного и автоматизированного монтажа печатных плат.

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.

4.2 Содержание дополнительного собеседования

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

- мотивационное эссе, 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;
- 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;
- рекомендации государственной аттестационной комиссии.

4.3 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. Муромцев, Д.Ю. Конструирование блоков радиоэлектронных средств: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, О. А. Белоусов, И. В. Тюрин, Р. Ю. Курносов. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 288 с.

20. Сайткулов, В.Г. Основы проектирования электронных средств : учебное пособие / В.Г. Сайткулов. Казань : Казан. гос. техн. ун-та, 2013. 496 с.

21. Григорьян , С.Г. Конструирование электронных устройств систем автоматизации и вычислительной техники: учеб. пособие для студ. вузов / С.Г. Григорьян. Ростов н/Д : Феникс, 2007. 303 с.

22. Пирогова , Е.В. Проектирование и технология печатных плат : учебник для вузов / Е.В. Пирогова . М. : ФОРУМ, 2005. 560 с.

23. Третьяков, С.Д. Современные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры: учебное пособие / С.Д. Третьяков. СПб : НИУ ИТМО, 2016. 102 с.

24. Проектирование функциональных узлов и модулей радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с.

25. 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.

26. 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.

27. 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.

Директор ИРЭФ-ЦТ

А.Ф. Надеев

Ответственный секретарь
приемной комиссии КНИТУ-КАИ

Р.М. Шакирзянов