Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ТУСУР
_____В.М. Рулевский
«27» 10 2021 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

для поступающих в магистратуру по направлению подготовки
11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Магистерские программы:

«Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры»

«Приборы и методы контроля»

Томск – 2021

Лист согласований

программа составлена с учётом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 959.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Совета РКФ « 26 » октября 2021 г, протокол №162.

Декан РКФ Д.В. Озеркин

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. каф. КИПР Н.Н. Кривин

Зав. каф. КУДР А.Г. Лощилов

НАЧАЛЬНИК УУ
Е.В. САВРУК

1. Дисциплины, включенные в программу вступительных испытаний в магистратуру

Программа содержит перечень тем и вопросов для вступительного испытания по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» (программы: «Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры» и «Приборы и методы контроля») и список рекомендуемой литературы для подготовки к экзамену по разделам:

– Физические основы микро- и наноэлектроники;
– Схемо- и системотехника электронных средств;
– Интегральные устройства радиоэлектроники;
– Основы конструирования электронных средств;
– Автоматизированное проектирование электронных средств.

Форма вступительных испытаний и регламент проведения определяются Правилами приёма в ТУСУР.

2. Основные темы по дисциплинам

2.1.Основные темы по дисциплине «Физические основы микро- и наноэлектроники»

1. Элементы физики твердого тела. История развития твердотельной электроники. Физические ограничения быстродействия и миниатюризации.

2. Физика полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Равновесная концентрация носителей заряда, уровень Ферми. Неравновесные носители заряда. Диффузионная и дрейфовая составляющие тока.

3. Электропроводность твердых тел. Влияние электрического поля на функцию распределения носителей заряда. Основные механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводников. Типы вольтамперных характеристик в полупроводниках.

4. Контактные явления. Работа выхода электронов из металлов и полупроводников. Термоэлектронная эмиссия. Контакт металл-полупроводник в равновесном и неравновесном состояниях. Эффект Шоттки. P-n переход, его энергетические диаграммы в равновесном и неравновесном состоянии. Обратный ток p-n перехода, его составляющие.

5. Полупроводниковые диоды и биполярные транзисторы. Полупроводниковые приборы на основе p-n перехода. Энергетические диаграммы, принцип действия, основные характеристики и параметры.

6. Поверхностные явления в полупроводниках. Полевые транзисторы. Энергетические диаграммы, принцип действия, основные характеристики и параметры. Вольтамперные и вольтфарадные характеристики МДП-структур. Полевые транзисторы. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом.

7. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Фотопроводимость. Устройство, принцип действия, основные характеристики фоторезистора, фотодиода, фотоэлемента, фототранзистора.

2.2.Основные темы по дисциплине «Схемо- и системотехника электронных средств»

1. Режимы работы и схемы включения биполярного и полевого транзисторов.
2. Система h-параметров.

3. Основные функциональные узлы: усилитель, генератор, фильтр. Их определение, назначение, технические характеристики и свойства с точки зрения системотехники. Условно-графические обозначения на схемах электрических структурных.

4. Обратные связи в усилителях: их определение, назначение, классификация, характеристики и схемы включения.

5. Статические и динамические линии нагрузки в транзисторном усилителе. Алгоритм построения данных линий на примере каскада с общим эмиттером.

6. Режимы согласования усилительных каскадов с источниками сигнала и нагрузкой. Оценка КПД для каждого режима согласования. Условия данных режимов, или как задать требуемый режим согласования.

7. Операционные усилители. Определение, классификация, назначение и области применения, основные параметры и технические характеристики, условно-графические обозначения на схемах электрических принципиальных. Типовые схемы включения при использовании в качестве инвертирующего и неинвертирующего усилителя.

8. Уровни разукрупнения РЭС. Примеры систем, комплексов, устройств, функциональных узлов РЭС.

9. Определения статического и динамического режимов работы нелинейного элемента. Основные параметры статического и динамического режимов работы нелинейного элемента. Задача спектрального анализа в нелинейной цепи. Определение угла отсечки. Порядок расчета спектра тока через НЭ по методу академика А. И. Берга. Коэффициенты гармоник. Оптимальный угол отсечки.

10. Источник вторичного электропитания: определение, назначение, классификация, основные технические характеристики, схемы электрические структурные, принцип и алгоритм работы.

2.3.Основные темы по дисциплине «Интегральные устройства радиоэлектроники»

1. Миниатюризация радиоэлектронных средств. Классификация интегральных схем (ИС). Сущность технологии полупроводниковых ИС. Основные направления функциональной электроники.

2. Подложки. Разновидности подложек. Полупроводниковые материалы. Механическая обработка подложек. Очистка и травление подложек.

3. Проводящие слои. Назначение и материалы. Получение слоев физическими и химическими методами.

4. Полупроводниковые слои. Диффузия примесей. Ионное легирование. Эпитаксиальное наращивание. Гетеропереходы. Квантоворазмерные структуры.

5. Диэлектрические слои. Назначение и материалы. Методы получения. Параметры качества. Защитные слои.

6. Литография. Фотолитография. Повышение разрешающей способности фотолитографии. Электронолитография, рентгенолучевая литография, ионная литография. Импринтинг.

7. Модели полупроводниковых структур. Сущность проектирования ИС. Модели полупроводниковых структур.

8. Биполярные ИС. Базовые технологические процессы. Пассивные и активные элементы.

9. ИС на полевых транзисторах. Структура металл – диэлектрик – полупроводник. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Конструктивно-технологическая реализация инверторов. Особенности топологии.

10. ИС на GaAs. Биполярные гетеротранзисторы. Полевые транзисторы Шоттки. Резонансно-туннельные диоды и транзисторы. Одноэлектронные приборы на основе двухбарьерных структур.

11. Элементы интегральной оптики. Основные задачи интегральной оптики. Микроволноводы и другие элементы интегральной оптики. Лазерные источники. Фотоника.

12. Акустоэлектронные устройства. Общие сведения. Устройства для обработки сигналов. Акустооптическое взаимодействие и устройства на его основе.

2.4.Основные темы по дисциплине «Основы конструирования электронных средств»

1. Электронные и радиоэлектронные средства (РЭС). Определяющая роль конструктора-технолога в создании РЭС.

2. Конструкция РЭС. Классификация конструкций РЭС по назначению, тактике использования и объекту установки.

3. Структурные уровни конструкций РЭС.

4. Этапы создания РЭС: Проектирование системотехническое, схемотехническое, конструкторское (конструирование), технологическое.

5. Исходные данные и ограничения при конструировании. Новизна и конструктивная преемственность. Техническое задание (ТЗ, ТТЗ, ЧТЗ).

6. Схемы.

7. Внешние факторы, определяющие построение РЭС: факторы окружающей среды, факторы взаимодействия в системе "человек-машина-среда/ объект установки". Системные факторы: система свойств конструкции РЭС, применяемые технологии проектирования и производства.

8. Процесс конструирования: творческий замысел, прообраз, образ, компоновка, конструкция изделия.

9. Виды конструкторских документов. Стадии разработки. Конструкторские службы предприятия.

10. Компонование РЭС: Методика и приемы компоновочных работ.

11. Системы базовых несущих конструкций. Размерно-параметрические ряды.

12. Комплексная микроминиатюризация и перспективы развития конструкций РЭС.

13. Влияние эргономических и эстетических показателей на эффективность и качество РЭС.

14. Функции человека-оператора в человеко-машинной системе. Время сенсомоторной реакции.

15. Организация рабочего места и условия работы человека-оператора.

16. Эргономический и эстетический анализ в процессе проектирования. Категории, свойства и средства композиции. Конструирование лицевых панелей и пультов управления РЭС.

17. Изделия низких конструктивных уровней: печатные узлы (ПУ) и микроэлектронные узлы (МЭУ) – ячейки, модули. Методы конструирования. Конструкции для реализации в автоматизированном производстве. ПУ с поверхностным монтажом компонентов. Конструкторская документация на ПУ.

18. Конструирование блока РЭС. Межузловой и межблочный электромонтаж РЭС, правила конструирования. Электромонтаж с применением проводов, кабелей, жгутов, гибких многожильных плоских кабелей (ГМПК), гибких шлейфов и др.

19. Теплообмен в конструкциях РЭС: Тепловой режим (ТР), механизмы теплопередачи, нормальный ТР, тепловые модели РЭС. Математические модели.

20. Методы расчета ТР (последовательных приближений, тепловых характеристик, коэффициентный).

21. Способы и системы охлаждения РЭС, выбор способа охлаждения.

2.5.Основные темы по дисциплине «Автоматизированное проектирование электронных средств»

1. Автоматизированное проектирование (АП), как технология проектно-конструкторской деятельности. Цели АП.

2. Определение понятия САПР. Классификация САПР. Задачи, решаемые на основе классификации. Классификационные признаки и группы САПР.

3. Общая характеристика процесса автоматизированного проектирования. Структура процесса автоматизированного проектирования, его принципиальные свойства - иерархичность, итерационность, альтернативность.

4. Функциональные составляющие САПР - проектирующие и обслуживающие подсистемы.

5. Системный подход к автоматизации проектно-конструкторских работ. Связь САПР с системами автоматизации других видов. Интегрированные (комплексные) САПР.

6. АСНИ, САПР изделий, АСТПП, АСУ ТП, АСКИО. Их характеристики.

7. САПР и их место среди других систем. Разновидности САПР. Виды обеспечения САПР. Примеры САПР

8. CAE/CAD/CAM - системы. Функции и характеристики.

9. Электронная (безбумажная) форма введения конструкторско-технологической документации.

10. CALS – технологии информационной поддержки жизненного цикла изделий РЭС.

11. Техническое обеспечение САПР. Анализ требований к комплексу технических средств (КТС).

12. Структура технического обеспечения САПР. Технические средства. Машинные носители информации, виды каналов связи, средства вычислительной техники. Понятия клиент-сервера, файл-сервера, сервера баз данных, сервера приложений, коммутационного сервера, специализированного сервера

13. Устройства 3D-прототипирования (3D-принтеры) в САПР РЭС.

14. Функциональная схема САПР на уровне программного, информационного и лингвистического обеспечения.

15. Состав и структура системы Altium Designer.

16. Алгоритм работы с САПР схемотехника РЭС. Алгоритм работы с САПР конструктора РЭС. Алгоритм работы с САПР технолога РЭС.

17. Процедуры размещения и улучшения размещения компонентов на печатной плате.

18. Автоматическая процедура размещения в системе Altium Designer.

19. Автоматическая процедура трассировки в системе Altium Designer.

3. Рекомендуемая литература

3.1. Дисциплина «Физические основы микро- и наноэлектроники»

1. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: учебное пособие для вузов. – 2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2005. – 406 с. .

2. Драгунов ВП., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы наноэлектроники: учебное по-собие для вузов – М.:Физматкнига, 2006. – 494 с.

3. .Боргардт Н.И., Гаврилов С.А., Герасименко Н.Н. и др. Нанотехнологии в электронике. – М.: Техносфера, 2005. – 446 с.

4.Ефимов И. Е., Козырь И. Я., Горбунов Ю. И. "Микроэлектроника. Физические и техно-логические основы, надежность": Учебное пособие для вузов – М. ВШ, 1986. – 464 с.

5. Шалимова К.В. Физика полупроводников: 4-е изд., стер., – Спб. Лань, 2010. – 384 с.

6. Епифанов Г.И. Физика твердого тела: Учебное пособие для вузов. – Спб. Лань, 2011. – 288 с.

3.2.Дисциплина «Схемо- и системотехника электронных средств»

1. Тюрин, С. Ф. Схемотехника : учебное пособие / С. Ф. Тюрин. — Пермь : ПНИПУ, 2017. — 170 с. — ISBN 978-5-398-01702-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160716 (дата обращения: 18.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Подъяков, Е. А. Схемотехника : учебное пособие / Е. А. Подъяков, В. В. Кожухов, П. А. Бачурин. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 196 с. — ISBN 978-5-7782-3024-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118153 (дата обращения: 18.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.3.Дисциплина «Интегральные устройства радиоэлектроники»

1 Драгунов В.П. Основы наноэлектроники: учебное пособие для вузов/ В.П. Драгунов,И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. - М.: Физматкнига, 2006. - 494 с.

2. Нанотехнологии в электронике: Монография / Н. И. Боргардт [и др.]; ред. Ю. А. Чаплыгин; Московский государственный институт электронной техники. - М.: Техносфера, 2005. - 446 с.

3. Динамика радиоэлектроники/ Под общ. ред. Ю.И. Борисова М.: Техносфера, 2007. - 400с.

4. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: Учебн. пособие для вузов / О.В. Алексеев и др. – М.: Высш. шк., 2000. – 479 с.

5. Аветисян Д.А. Автоматизация проектирования электрических систем. – М.: Высш. шк., 2000. – 331 с

3.4.Дисциплина «Основы конструирования электронных средств»

1. Трегубов, С. И. Основы конструирования электронных средств: техническое задание : учебное пособие / С. И. Трегубов, А. А. Левицкий. — Красноярск : СФУ, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-7638-4257-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/181591 (дата обращения: 18.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ненашев, Александр Петрович. Конструирование радиоэлектронных средств : Учебник для вузов / Александр Петрович Ненашев. - М. : Высшая школа, 1990. – 431 с.

3.5.Дисциплина «Автоматизированное проектирование электронных средств»

1. Юзова, В. А. Основы проектирования электронных средств. Конструирование электронных модулей первого структурного уровня: лабораторный практикум : учебное пособие / В. А. Юзова. — Красноярск : СФУ, 2012. — 208 с. — ISBN 978–5 7638–2421–6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/6043 (дата обращения: 18.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168620 (дата обращения: 18.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.