Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
_____ М.В. Давыдов
«31» 1. 2023г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в магистратуру по специальностям:
7-06-0713-02 Электронные системы и технологии
7-06-0719-01 Инженерная геометрия и компьютерная графика
по курсу «Проектирование электронных средств»

Минск 2023

Программа вступительного экзамена составлена на основании типовых учебных и учебных программ по дисциплинам: «Проектирование электронных модулей, устройств и систем», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 29.07.2016 №ТД–I.1372/тип, «Физические основы проектирования радиоэлектронных средств», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 03.05.2016, регистрационный №ТД–I.1359/тип.; «Конструирование и технология электронных устройств», утвержденной Научно-методическим советом учреждения образования 26.10.2016, регистрационный № УД-1-580/уч.; «Конструирование электронных средств», утвержденной Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» 25.11.2015, регистрационный № УД-1-313/р.; «Проектирование программно-управляемых электронных средств», утвержденной Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» 19.05.2017, регистрационный № УД-6-735/уч.

СОСТАВИТЕЛИ:
В.Ф. Алексеев – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;
С.А. Ефименко – канд.техн.наук, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», главный конструктор ОАО «ИНТЕГРАЛ»;
П.В. Камлач – канд.техн.наук, доцент, заместитель декана факультета компьютерного проектирования учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;
Д.В. Лихачевский – канд.техн.наук, доцент, декан факультета компьютерного проектирования учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;
С.И. Мадвейко – канд.техн.наук, доцент, заведующий кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;
В.Е. Матюшков – д-р техн. наук, профессор, первый заместитель директора, главный инженер ОАО «КБТЭМ-ОМО»;
Г.А. Пискун – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;
В.В. Хорошко – канд.техн.наук, доцент, заведующий кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Кафедрой проектирования информационно-компьютерных систем учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 11 от 30.01.2023)

Кафедрой электронной техники и технологии учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 11 от 30.01.2023)

Декан ФКП Д.В. Лихачевский

Раздел 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИЙ ЭС

Тема 1. КОНСТРУИРОВАНИЕ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭС

Сущность процесса проектирования и роль конструктора в обществе.

Объект проектирования. Конструирование как процесс проектирования с обратной связью. Основные этапы проектирования ЭС. Задачи и конструирования.

Основные свойства ЭС и их описание. Взаимодействие ЭС с окружающей средой в процессе эксплуатации и изготовления. Уровни сложности системы.

Основные требования к проектированию современных радиоэлектронных устройств. Противоречия между расширением функциональных возможностей и ограничениями на габариты, массу, удобство применения и обслуживания при повышении требований к надежности, патентной чистоте и другим показателям.

Тема 2. ВЫБОР СТРАТЕГИИ И МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭС

Стратегии проектирования. Методы решения конструкторских задач: понятие методов проектирования, элементарные методы, методы синтеза и анализа. Системный подход при проектировании ЭС. Преимущества и трудности системного подхода к проектированию ЭС. Поиск конструкторских решений. Методы конструирования ЭС.

Тема 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ЭС ОТ ВЛАГИ

Атмосферная коррозия деталей. Стойкость материалов к атмосферной коррозии. Влагостойкость металлов и пластмасс. Процесс растворимости воды в полимерах. Закон Генри. Термопластичные органические материалы и их характеристики. Резины и эбониты и их параметры конструкций ЭС.

Защита от влаги с помощью покрытий. Металлические покрытия. Цинковое, кадмиевое, никелевое, хромово, медное, оловянное покрытия, покрытия благородными металлами.

Анодно-окисные покрытия. Химические окисные покрытия. Лакокрасочные покрытия и их свойства. Покрытия меламиновые. Пентафталевые и глифталевые покрытия. Перхлорвиниловые, нитроцеллюлозные покрытия. Эпоксидные, полиакриловые, фенольные, битумные покрытия.

Раздел 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭС

Тема 4. МЕТОДЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭС

Особенности методов конструирования ЭС. Схема разработки эффективной ЭС. Классификация видов связей в ЭС.

Сложившиеся методы конструирования ЭС. Геометрический, машиностроительный, топологический методы, метод моноконструкций, базовый и эвристический методы, метод автоматизированного проектирования.

Тема 5. НАЗНАЧЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ СТАДИЙ РАЗРАБОТКИ ЭС

Техническое задание на проектирование и постановку продукции на производство. Технические требования и ограничения. Требования к эксплуатационным, электрическим и конструкторским параметрам и характеристикам. Показатели качества конструкции: абсолютные, относительные, удельные и комплексные. Взаимосвязь конструкции радиоэлектронных устройств с определяющими факторами и тактико-техническими требованиями.

Стадии разработки конструкторской документации: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации. Содержание стадий разработки.

Тема 6. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Конструкторские документы и их классификация. Стадии разработки конструкторской документации. Техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект.

Виды и комплектность конструкторских документов. Виды и типы изделий. Рабочая конструкторская документация. Схемная документация. Текстовые документы.

Тема 7. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Виды изделий. Виды и комплектность конструкторских документов (КД).Обязательные чертежи рабочей документации. Схемы как КД. Виды и типы схем. Правила выполнения электрических схем. Текстовые КД. Система обозначения КД. Основные требования, предъявляемые к рабочим чертежам. Чертежи деталей. Сборочные чертежи и их содержание. Спецификация и порядок ее оформления. Нанесение размеров и предельных отклонений. Взаимозаменяемость и допуски. Краткие сведения о системе допусков и посадок. Шероховатость. Параметры шероховатости. Обозначения шероховатости на чертежах.

Разработка конструкторской документации с применением систем автоматизированного проектирования (САПР).

Тема 8. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ЭС

Современная элементная база. SMD-элементы. Дискретные элементы.

Интегральные схемы. Устройства индикации и коммутации. Устройства функциональной электроники. Выбор и обоснование элементной базы с учетом условий эксплуатации.

Тема 9. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА

Методы монтажа, применяемые в мировой практике. Виды монтажа.

Общие понятия, классификационные признаки и основные конструкторско-технологические разновидности печатных плат (ПП). Терминология.

Выбор материалов для ПП. Общие сведения о материалах для печатных плат. Фольгированные медью материалы для жестких печатных плат.

Материал на основе бумаги, пропитанной диоксидной смолой. Стекломат, пропитанный полиэфирной смолой. Материал на основе стеклоткани, пропитанный эпоксидной смолой. Фольгированные материалы для гибких печатных плат. Полиэфирная пленка. Полиимидная пленка. Фторированная этиленпропиленовая пленка.

Варианты установки электрорадиоэлементов (ЭРЭ) на ПП. Компоновка элементов на ПП. Выбор соединителей. Разработка несущих конструкций для ПП.

Конструкторские чертежи ПП. Размеры. Обработка по контуру. Технологическая зона. Отверстия. Базы при нанесении размеров. Виды размеров. Способы нанесения размеров. Свободные и сопряженные размеры. Цепной и координатный методы нанесения размеров. Методы прецедентов, подобия и расчетный при оформлении конструкторской документации на печатные платы.

Назначение допусков на размеры при проектировании элементов ПП. Методы простановки допусков. Посадки. Виды посадок. Правила проводки проводников. Длина проводников. Штриховка проводников. Маркировка на ПП.

Типовые технические требования по ПП. Функциональные узлы (ФУ). Комплект конструкторских документов на ФУ. Конструкторские расчетные соотношения на ФУ с микросхемами (МС). ФУ общего и частного применения. Моносхемный, схемно-узловой, каскадно-узловой, функционально-узловой методы конструирования печатных плат.

Типовые технические требования на конструкцию сборочного печатного узла. Расчетные соотношения при конструировании печатных плат для расчета размеров элементов конструкции печатных плат. Электромагнитная совместимость в ПП. Виды помех. Влияние связей на работу элементов конструкции. Емкостные связи. Индуктивные связи. Расчет величины паразитных емкостей. Расчет величины индуктивностей. Помехи из-за рассогласования. Помехи из-за поверхностного эффекта.

Конструкторские основы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС): экранирование (электростатические экраны, магнитостатическое экранирование, электромагнитное экранирование). Примеры конструкций экранов.

Подавление помех по цепям питания. Заземление. Новые платы тонкопроводного монтажа. Печатная плата с металлическими основаниями.

Особенности конструирования многослойных печатных плат (МПП). Задачи МПП. Материалы, перекрестные помехи в МПП. Методы получения МПП. Особенности оформления конструкторской документации по МПП.

Тема 10. КОМПОНОВКА ИЗДЕЛИЙ ЭС

Компоновочные критерии: по надежности, по тепловому режиму, по размещению, по технологичности, по технологичности и стоимости, критерий функционирования и т.д.

Классификация компоновок. Централизованные и децентрализованные компоновки систем. Многоблочные и одноблочные приборы. Секции, пульты, стойки (щитовые, шкафные). Конструктивная иерархия. Типовая структурная схема компоновки изделия на основе принципа «от общего к частному». Разработка пространственной структуры изделия. Выбор способа трассировки. Выбор конструктивных вариантов электрических и механических соединений модулей низшего уровня. Уточнение габаритных и посадочных размеров, модулей низшего уровня и определение размеров самого изделия. Разработка технического задания (ТЗ) на конструирование модулей низшего уровня.

Тема 11. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ, РЯДЫ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Определение ряда типоразмеров НК блоков. Электрические соединения в конструкциях ЭС. Типовые технологические требования для ЭС с объемным и печатным монтажом. Разработка сборочного чертежа (СБ) устройства.

Упрощения на СБ. Соединения на СБ устройств ЭС. Типовые технические требования на СБ, полученных сваркой. Спецификации к СБ. Деталирование сборочного чертежа. Конструкторский анализ схемы электрической принципиальной. Эксплуатационные требования к конструкции ЭС. Выбор способа монтажа при конструировании ЭС. Типовые технические требования к детали, полученной методом отливки. Типовые технические требования к чертежам деталей из заготовок. Типовые технические требования к деталям из профильной пластмассы.

Тема 12. КОНСТРУИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЭС

Структура несущих конструкций (НК) ЭС. Основные конструктивные уровни ЭС и соответствующие конструкции. Конструктивно-технологические требования к несущим конструкциям. Основные материалы несущих конструкций. Жесткость деталей НК. Прочность деталей несущих конструкций при переменных нагрузках. Устойчивость элементов несущих конструкций.

Конструирование деталей и узлов НК. Неразъемные соединения в НК. Разъемные соединения в несущих конструкциях. Компоновка конструктивных модулей первого уровня. Компоновка модулей второго уровня. Типовые несущие конструкции ЭС.

Допуски и посадки деталей ЭС. Взаимозаменяемость деталей и размерные цепи. Допуски и посадки гладких цилиндрических и плоских соединений. Отклонения формы и расположения поверхностей деталей.

Выбор допусков и посадок на типовые детали и соединения ЭС. Детали несущих конструкций. Платы, корпуса, крышки. Детали опор. Опоры качения и скольжения. Детали коммутационных устройств. Детали отсчетных устройств. Детали из керамики, пластмасс, резины. Детали из отливок цветных металлов и сплавов.

Тема 13. КОНСТРУИРОВАНИЕ БЛОКОВ И СТОЕК

Основные компоновочные схемы блоков и стоек, согласованные с моделями первого уровня. Элементы механического крепления, фиксации. Конструкции ЭС. Унификация и стандартизация несущих конструкций.

Тема 14. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОНТАЖА

Общие сведения о проектировании электромонтажного чертежа устройства. Выбор и монтаж проводов, укладка и вязка жгутов. Монтаж навесных элементов. Обеспечение электрической прочности соединений.

Тема 15. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ЭС

Источники возникновения помех в ЭС. Электромагнитная обстановка.

Понятие о совместимости и экранировании. Влияние нежелательных электрических связей на работу элементов конструкции. Электростатическое экранирование. Магнитостатическое экранирование. Эффективность экранирования плоского экрана. Эффективность экранирования цилиндрического экрана. Эффективность экранирования сферического экрана. Развязывающие фильтры. Экранное заземление. Разновидности объемного монтажа, применяемые при разработке ЭС.

Источники возникновения помех в ЭС. Оценка работы конденсаторов и резисторов при воздействии помех. Физические процессы в активных компонентах при воздействии помех.

Влияние помех на цифровые схемы. Влияние помех на аналоговые схемы. Схемы сопряжения при воздействии помех. Помехи в источниках питания. Оценка воздействия радиопомех мощных источников сигнала.

Раздел 3. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭС РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Тема 16. КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭС РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Универсализация и специализация ЭС, влияние микроэлектроники.

Причины специализации ЭС, достоинства и недостатки специализированной ЭС.

Основные понятия об особенностях разработки конструкций эс различного назначения и принципа функционирования. Наземные, бортовые и носимые эс. специфика конструирования цифровых, аналоговых, комбинированных узлов и блоков. Конструкции эс с использованием микропроцессоров и микроЭВМ. Источники первичного электропитания. Мощные эс и источники вторичного электропитания.

Тема 17. НАЗЕМНАЯ АППАРАТУРА. НАЗЕМНАЯ ПЕРЕНОСНАЯ И СТАЦИОНАРНАЯ ЭС

Классификация наземной переносной и стационарной ЭС. Особенности переносной аппаратуры и ее отличие от стационарной. Требования к аппаратуре, работающей в отапливаемых наземных и подземных сооружениях; характеристика различных климатических зон. Анализ механо-климатических требований к наземной переносной и стационарной аппаратуре обеих групп.

Требования к помещениям, где размещается ЭС. Компоновочные схемы наземной стационарной ЭС. Конструкции стоек, шкафов, блоков и субблоков. Обеспечение удобства и безопасной эксплуатации, обслуживания и ремонта.

Выполнение требований антропометрии, эргономики и технической эстетики при размещении органов управления и индикации отдельных блоков.

Правила компоновки отдельных блоков в зависимости от их габаритов, массы тепловыделения. Конструирование пультов управления и отображения информации. Конструирование лицевых панелей. Требования к несущей конструкции. Конструктивные и монтажные соединения сборочных единиц.

Особенности компоновки сложных радиотехнических систем. Конструирование лабораторной и контрольно-измерительной аппаратуры.

Требования по точности, удобству эксплуатации, технической эстетике надежности, ремонтопригодности. Несущие конструкции. Стандартизация и унификация приборов и измерительных стоек. Точностные характеристики. Перспективы развития.

Тема 18. КОНСТРУИРОВАНИЕ СРЕДСТВ МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Методы получения диагностической информации. Биологический объект как объект исследования. Система методов медико-биологического исследования. Электрофизиологические и фотометрические методы, используемы при разработке средств медицинской электроники. Обобщенные структуры электрометрической аппаратуры.

Проектирование устройств сопряжения электрофизиологической аппаратуры с организмом. Проектирование устройств сопряжения фотометрических систем с организмом.

Тема 19. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЭС С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТОВ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Обзор программного обеспечения по моделированию тепловых процессов и электромагнитной совместимости ЭС.

Моделирование тепловых процессов в ЭС. Моделирование тепловых процессов в печатном узле. Математическое моделирование электрических и тепловых процессов радиоэлектронных устройств. Моделирование тепловых режимов конструкций различных блоков радиоэлектронных устройств средствами программного комплекса ТРиАНА. Анализ тепловых режимов радиоэлектронных средств в системе Mentor Graphics.

Система анализа целостности сигналов и электромагнитной совместимости с помощью программного комплекса Hot-Stage. Электромагнитное моделирование планарных MEMS структур с использованием программного пакета EM3DS. SpeedXP Suite – система анализа электромагнитной совместимости, целостности сигналов и перекрестных искажений на печатных платах и в корпусах интегральных микросхем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В.Ф. Принципы конструирования и автоматизации проектирования РЭС : учеб. пособие / В.Ф. Алексеев. – Минск.: БГУИР, 2003. – 197 с.

2. Ануфриев Л.П., Ланин В.Л., Хмыль А.А. Коммутационные платы электронной аппаратуры. – Минск: БГУИР, 2000. – 85 с.

3. Жаднов, В.В. Управление качеством при проектировании тепло-нагруженных радиоэлектронных средств / В.В. Жаднов, А.В. Сарафанов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 464 с.

4. Кечиев, Л.Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. – М.: Издательский Дом «Технологии», 2005. – 352 с.

5. Медведев, А.М. Сборка и монтаж электронных устройств / А. М. Медведев. – М.: Техносфера, 2007. – 256 с.

6. Медведев, А.М. Технология производства печатных плат / А.М. Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 430 с.

7. Моделирование радиоэлектронных средств с учетом внешних тепловых, механических и других воздействий с помощью системы АСОНИКА /

8. А.С. Шалумов [и др.]; под ред. проф. А.С. Шалумова. – Мн.: ВА РБ, 2014. – 373 с.

9. Исследование тепловых характеристик РЭС методами математического моделирования: Монография / В.В.Гольдин, В.Г.Журавский, В.И.Коваленок и др.; Под ред. А.В.Сарафанова. – М.: Радио и связь, 2003. – 456 с.

10.Кечиев, Л. Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества / Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. – М.: Издательский Дом «Технологии», 2005. – 352 с.

11.Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат: учебник / Е.В. Пирогова. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.

12.Ланин, В.Л. Формирование токопроводящих контактных соединений в изделиях электроники / В.Л. Ланин, А.П. Достанко, Е.В. Телеш. – Мн.: Издат. центр БГУ, 2007. – 574 с.

13.Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. Комплекс для студентов специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2 ч. Ч. 1 / Т.В. Молодечкина, В.Ф. Алексеев, М.О. Молодечкин. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 204 с.

14.Молодечкина, Т.В. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств : учеб.-метод. Комплекс для студентов специальности 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС». В 2 ч. Ч. 2 / Т.В. Молодечкина, В.Ф. Алексеев, М.О. Молодечкин. – Новополоцк : ПГУ, 2013. – 224 с.

15.Основы конструирования радиоэлектроники / Ж.С. Воробьева, Н.С. Образцов, И.Н. Цырельчук и др. – Минск: БГУИР, 2001

16. Технология поверхностного монтажа: Учебное пособие / С.П. Кундас, А.П. Достанко, Л.П. Ануфриев и др. – Минск: Армита-Маркетинг, Менеджмент, 2000.

17. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства: Учебник / А.П. Достанко, В.Л. Ланин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев; Под общ. ред. А.П. Достанко. – Минск: Выш. шк., 2002.

18. Физические основы проектирования радиоэлектронных средств. Лабораторный практикум. В 2 ч. Ч. 1: Моделирование физических процессов в радиоэлектронных средствах с помощью программных комплексов : пособие / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун. – Минск: БГУИР, 2016. – 71 с.

19. Шимкович А.С. Конструирование несущих конструкций ЭС и защита их от дестабилизирующих факторов. Ч.1, 2: Учеб.пособие.– Минск: БГУИР, 1999.