

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого


О.Д.Асенчик

06.04.2015

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-45-01/уч.

КОНСТРУИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-36 04 02 «Промышленная электроника»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-36 04 02-2013;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» № I 3 6-1-18/уч. от 17.09.2013; № I 3 6-1-37/уч. от 20.09.2013; № I 36-1-42/уч. от 21.09.2013; № I 36-1-19/уч. от 12.02.2014.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Л.А. Захаренко, старший преподаватель кафедры «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТ:

П.В. Грузинов, зам. начальника отдела автоматизированных систем управления РУП «Гомельэнерго»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 11 от 01.06.2015);

Научно-методическим факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 11 от 29.06.2015); УДЗ - 05 - 01/уч.

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 04.06.2015); УДЗ - 088 - 164.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»
(протокол № 5 от 01.07.2015).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Введение.

Изучение учебной дисциплины «Конструирование радиоэлектронных средств» осуществляется в соответствии с требованиями к формированию академических, социально-личностных и профессиональных компетенций специалиста в сфере радиоэлектроники. Содержание дисциплины носит практико-ориентированный характер.

Цели и задачи учебной дисциплины.

Цель преподавания дисциплины:

- изучение методологии конструирования и технологии изготовления радиоэлектронных средств, основных этапов разработки РЭС с применением ЭВМ и средств автоматизированного проектирования;
- изучение дестабилизирующих факторов, влияющих на разрабатываемые конструкции радиоэлектронных средств;
- подготовка студентов к использованию современных информационных технологий как инструмента для решения на высоком уровне задач конструирования РЭС.

Дисциплина обеспечивает рассмотрение процесса проектирования и моделирования конструкторских и технологических решений с точки зрения физических процессов, протекающих в элементах и конструкциях РЭС при воздействии различных дестабилизирующих факторов.

Основными задачами изучения дисциплины «Конструирование радиоэлектронных средств» являются:

- изучение условий эксплуатации конструкций радиоэлектронных средств (РЭС) и дестабилизирующих факторов, влияющих на разрабатываемые конструкции радиоэлектронных средств;
- изучение и понимание физических процессов, происходящих в элементах и конструкциях РЭС при действии высоких и низких температур; создание тепловых моделей конструкций РЭС и их использования для анализа и расчета температурных режимов элементов и конструкций РЭС различного конструктивного исполнения;
- изучение и понимание физических явлений, происходящих в элементах и конструкциях РЭС при действии механических нагрузок, способов защиты элементов и конструкций РЭС от механических нагрузок, моделирование воздействия механических нагрузок и расчёта эффективности защиты конструкций РЭС;
- анализ источников возникновения электромагнитных помех, их влияния на работоспособность РЭС и способов защиты конструкций РЭС от действия паразитных связей и помех;
- формирование знаний об этапах разработки конструкторской документации с применением систем автоматизированного проектирования.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами.

Учебная дисциплина «Конструирование радиоэлектронных средств» входит в состав компонента учреждения образования цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин. Для изучения дисциплины «Конструирование радиоэлектронных средств» необходимы знания по следующим дисциплинам: «Физические основы электронной техники», «Материалы и компоненты электронной техники», «Электронные приборы», «Микроэлектроника и микросхемотехника».

Требования к освоению учебной дисциплины.

После изучения дисциплины «Конструирование радиоэлектронных средств» подготавливаемый специалист должен соответствовать следующим требованиям к его компетентности:

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-11. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники.
- АК-13. Ориентироваться в базовых положениях экономической теории, применять их с учетом рыночной экономики.
- АК-14. На научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности.

социально-личностные компетенции:

- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

- ПК-1. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативных документов.

– ПК-5. Осуществлять авторский надзор при производстве изделий промышленной электроники.

– ПК-8. В составе группы специалистов осуществлять метрологическую аттестацию и сертификацию изготавливаемых радиоэлектронных средств промышленной электроники.

– ПК-12. Пользоваться современными средствами документооборота конструкторской документации на производстве, обосновывать и уметь вносить изменения в конструкторскую документацию.

– ПК-14. В составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемое устройство промышленной электроники.

В результате освоения содержания учебной дисциплины «Конструирование радиоэлектронных средств» студент должен:

знать:

– основные задачи, методы и этапы конструкторского проектирования РЭС, возможности и средства автоматизации;

– принципы конструирования РЭС с учетом воздействия внешних факторов;

– основные конструкторские документы, принципы обеспечения качества, в том числе технологичности, конструкции РЭС;

уметь:

– выбирать методы конструирования и компоновочные схемы РЭС;

– проектировать электронные узлы на печатных платах с применением средств автоматизации;

– анализировать условия эксплуатации РЭС, выбирать методы ее защиты от внешних воздействий.

Объем учебной дисциплины.

Общее количество часов по дисциплине «Конструирование радиоэлектронных средств» в соответствии с учебными планами составляет 154 часа. Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах – 4,5. Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме экзамена.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная, заочная сокращенная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Дневная форма обучения:

Курс – 4

Семестр – 8

Лекции – 32 часа
Лабораторные занятия – 32 часа
Всего аудиторных занятий – 64 часа

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:
Экзамен – 8 семестр

Заочная форма обучения:

Курс – 4, 5
Семестр – 8, 9
Лекции – 8 часов
Лабораторные занятия – 6 часов
Всего аудиторных занятий – 14 часов

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:
Экзамен – 9 семестр

Заочная сокращения форма обучения:

Курс – 3,4/2,3
Семестр – 5,6,7/4,5,6
Лекции – 8/8 часов
Лабораторные занятия – 6/6 часов
Всего аудиторных занятий – 14/14 часов

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:
Экзамен – 7/6 семестр
Зачет – 6/5 семестр

Примечание: * – согласно учебному плану № I 36-1-42/уч.от 21.09.2013 / согласно учебному плану № I 36-1-19/уч. от 12.02.2014.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Специфика и основные проблемы конструирования радиоэлектронных средств. Характеристика условий эксплуатации конструкций РЭС.

Тема 1.1 Специфика и основные проблемы конструирования радиоэлектронных средств.

Предмет, цели и задачи дисциплины, ее место в общей системе подготовки инженера по радиоэлектронике. Основные концепции и понятия, термины и определения.

Развитие радиоэлектронных средств на современном этапе. Повышение требований к качеству и надежности аппаратуры, ускорение внедрения научных достижений, автоматизация производства и управления.

Тема 1.2 Факторы, определяющие конструкцию РЭС.

Виды классификаций РЭС. Классификация радиоэлектронных средств по назначению, объекту установки, условиям применения и конструктивным признакам. Области применения РЭС различного назначения.

Тема 1.3. Окружающая среда и ее воздействие на радиоэлектронную аппаратуру.

Характеристика климатических воздействий (климат, температура, влага, давление, пыль, песок, солнечная радиация). Макроклиматическое районирование. Нормальные значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации и испытаниях. Основные требования к проектированию РЭС в части видов воздействующих климатических факторов внешней среды. Номинальные и эффективные значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации. Воздействие ветра и гололеда, ионизирующих излучений и биологических факторов. Воздействие электромагнитных полей. Особенности проектирование радиоэлектронных средств с учетом климатического исполнения и категории изделий.

Раздел 2. Общие требования к разработке конструкций радиоэлектронных средств.

Тема 2.1. Конструирование как составная часть процесса проектирования радиоэлектронных средств

Сущность процесса проектирования и роль конструктора в обществе. Объект проектирования. Конструирование как процесс проектирования с обратной связью. Задачи и характер конструирования. Основные требования к проектированию современных радиоэлектронных средств. 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 2.2. Выбор стратегии и методов конструирования радиоэлектронных средств.

Стратегии проектирования. Методы решения конструкторских задач: понятие методов проектирования, элементарные методы, методы синтеза и анализа. Преимущества и трудности системного подхода к проектированию радиоэлектронных средств. Поиск конструкторских решений.

Тема 2.3. Выбор и обоснование элементной базы и материалов для конструкций РЭС.

Выбор и обоснование элементной базы с учетом условий эксплуатации. Несущие конструкции РЭС. Разновидности материалов. Выбор материалов для элементов конструкций изделий РЭС. Основные свойства металлов и пластмасс. Разновидности и особенности разъемных и неразъемных соединений. Технологичность конструкций РЭС. Показатели технологичности. Методы обеспечения технологичности конструкций РЭС.

Тема 2.4 Основы теории надежности РЭС Основы теории надежности РЭС.

Основные понятия и определения, используемые в теории и практике надежности радиоэлектронных средств. Отказы и их классификация. Причины отказов РЭС. Показатели (критерии) надежности элементов в РЭС.

Интенсивность отказов как основная характеристика надежности элементов. Учет влияния на надежность элементов электрического режима и условий работы. Ориентировочный расчет показателей надежности РЭС. Уточненный расчет показателей надежности РЭС. Расчет показателей надежности с учетом коэффициентов электрической нагрузки и условий эксплуатации элементов в составе РЭС. Расчет показателей надежности РЭС при разных законах распределения времени до отказа элементов. Параметрическая надежность РЭС.

Раздел 3. Защита конструкций РЭС от дестабилизирующих факторов.

Тема 3.1. Оценка и обеспечение тепловых режимов.

Общие сведения о теплообмене. Основные определения и терминология. Основные законы теплообмена. Тепловая чувствительность элементов.

Тепловые модели конструкций электронных систем. Методы перехода от реальных конструкций к их тепловым моделям. Температурные режимы различных конструкций РЭС. Выбор способа охлаждения на ранней стадии проектирования. Инженерные методики расчетов тепловых режимов. Классификация систем охлаждения. Системы обеспечения тепловых РЭС. Автоматизация теплового проектирования.

Тема 3.2. Механические воздействия в конструкциях РЭС и методы защиты. Классификация механических воздействий. Параметры гармонических вибраций. Механические модели РЭС и их элементов. Основные динамические характеристики. Разновидности реакции РЭС на механические воздействия.

Виброзащита РЭС и их элементов. Определение собственных частот колебаний ЭРЭ, печатных плат и блоков РЭС. Защита радиоэлектронных средств при транспортировании.

Инженерные методики расчетов РЭС с учетом механических воздействий.

Тема 3.3 Обеспечение защиты конструкций электронных систем от влаги.

Защита конструкций РЭС от воздействия влаги. Источники и пути проникновения влаги. Взаимодействие влаги с материалами конструкций. Способы влагозащиты РЭС. Влагозащитные монолитные оболочки.

Защита от влаги с помощью покрытий. Герметизация конструкций электронных систем. Виды герметизации. Разъемная герметизация. Расчет качества герметизации. Неразъемная герметизация. Расчеты герметичности.

Тема 3.4. Электромагнитная совместимость.

Источники возникновения помех в РЭС. Электромагнитная обстановка. Емкостная паразитная связь. Индуктивная паразитная связь. Паразитная связь через общее сопротивление. Электромонтаж и паразитные связи. Оценка воздействия радиопомех мощных источников сигнала. Конструктивные меры защиты от электромагнитных помех.

Раздел 4. Разработка конструкторской документации. Особенности конструирования РЭС.

Тема 4.1. Назначение и содержание стадий разработки РЭС

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 средств 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 4.2. Основные требования к разработке конструкторской документации.

Виды и комплектность конструкторских документов. Обязательные чертежи рабочей документации. Схемы как конструкторские документы. Виды и типы схем. Правила выполнения электрических схем. Текстовые конструктор-

ские документы. Система обозначения конструкторской документации. Основные требования, предъявляемые к рабочим чертежам. Чертежи деталей. Сборочные чертежи и их содержание. Спецификация и порядок ее оформления. Нанесение размеров и предельных отклонений.

Тема 4.3. Проектирование печатного монтажа.

Классификация печатных плат (ПП). Материалы для изготовления печатных плат. Общие сведения о технологии изготовления односторонних, двусторонних и многослойных печатных плат, гибких печатных кабелях.

Расчет параметров печатных плат. Разработка чертежа детали печатной платы и сборочного чертежа печатной платы. Варианты установки элементов на печатные платы. Компоновка элементов на ПП. Выбор соединителей. Типовые технические требования чертежам печатной платы и сборочному чертежу печатной платы.

Тема 4.4. Автоматизированное проектирование печатных плат.

Описание структуры программы и настройка САПР P-CAD. Создание библиотечных элементов. Создание посадочного места со штыревыми контактами. Создание посадочного места с планарными контактами. Создание взаимосвязи между схемными и технологическими библиотечными элементами. Создание и редактирование принципиальной схемы. Текстовое описание электрических связей проекта. Переход к технологическому образцу проекта. Размещение элементов на печатной плате. Автоматическая трассировка печатных плат. Команды графических редакторов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Специфика и основные проблемы конструирования радиоэлектронных средств. Характеристика условий эксплуатации конструкций РЭС	2						опрос
1.1.	Специфика и основные проблемы конструирования радиоэлектронных средств.	0,5						
1.2.	Факторы, определяющие конструкцию РЭС	0,5						
1.3.	Окружающая среда и ее воздействие на радиоэлектронную аппаратуру	1						опрос
2.	Общие требования к разработке конструкций радиоэлектронных средств	4,5						опрос
2.1.	Конструирование как составная часть процесса проектирования радиоэлектронных средств	1						опрос
2.2.	Выбор стратегии и методов конструирования радиоэлектронных средств	1						
2.3.	Выбор и обоснование элементной базы и материалов для конструкций РЭС	1						опрос
2.4.	Основы теории надежности РЭС	1,5						опрос
3.	Защита конструкций РЭС от дестабилизирующих факторов	12,5			8			
3.1.	Оценка и обеспечение тепловых режимов	3			6			опрос, защита л/р
3.2.	Механические воздействия в конструкциях РЭС и методы защиты	4						опрос, защита л/р
3.3.	Обеспечение защиты конструкций электронных систем от влаги	1,5						опрос
3.4.	Электромагнитная совместимость	4			2			опрос, защита л/р
4	Разработка конструкторской документации. Особенности конструирования РЭС	13			24			
4.1	Назначение и содержание стадий	1						

	разработки РЭС						
4.2.	Основные требования к разработке конструкторской документации	3					
4.3.	Проектирование печатного монтажа	2					опрос
4.4	Автоматизированное проектирование печатных плат	2			24		опрос, защита л/р
	Текущая аттестация						экзамен
	Итого	32			32		

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухомин

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Специфика и основные проблемы конструирования радиоэлектронных средств. Характеристика условий эксплуатации конструкций РЭС	2/2*						опрос
1.1.	Специфика и основные проблемы конструирования радиоэлектронных средств.	0.5/0.5						
1.2.	Факторы, определяющие конструкцию РЭС	0.5/0.5						
1.3.	Окружающая среда и ее воздействие на радиоэлектронную аппаратуру	1/1						опрос
2.	Общие требования к разработке конструкций радиоэлектронных средств	2/2						опрос
2.1.	Конструирование как составная часть процесса проектирования радиоэлектронных средств	0.5/0.5						опрос
2.2.	Выбор стратегии и методов конструирования радиоэлектронных средств	0.5/0.5						опрос
2.3.	Выбор и обоснование элементной базы и материалов для конструкций РЭС	0.5/0.5						опрос
2.4.	Основы теории надежности РЭС	0.5/0.5						опрос
3.	Защита конструкций РЭС от дестабилизирующих факторов	2/2						
3.1.	Оценка и обеспечение тепловых режимов	0.5/0.5						опрос
3.2.	Механические воздействия в конструкциях РЭС и методы защиты	0.5/0.5						опрос
3.3.	Обеспечение защиты конструкций электронных систем от влаги	0.5/0.5						опрос
3.4.	Электромагнитная совместимость	0.5/0.5						опрос
4	Разработка конструкторской документации. Особенности конструирования РЭС	2/2			6/6			
4.1	Назначение и содержание стадий разработки РЭС	0.5/0.5						опрос
4.2.	Основные требования к разра-	0.5/0.5						опрос

	ботке конструкторской документации						
4.3.	Проектирование печатного монтажа	0.5/0.5					опрос
4.4	Автоматизированное проектирование печатных плат	0.5/0.5			6		опрос, защита л/р
	Текущая аттестация						экзамен, зачет / экзамен
	Итого	8/8			6/6		

*Примечание: -/1 - количество аудиторных часов: сокращенная/полная.

Библиотека ГГТУ ИМ.П.О.СЕМЕНОВА

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / под ред. О. В. Алексеева. - Москва: Высшая школа, 2000. - 479 с.
2. Автоматизированное конструирование монтажных плат РЭА : Справочник специалиста / Под ред. Л. П. Рябова. - Москва: Радио и связь, 1986. - 192 с.
3. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭА средствами современных САПР: Учеб. пособие для вузов/ И.Г.Мироненко, В.Ю.Суходольский, К.К. Холуянов; Под ред. И.Г.Мироненко. - М.: Высш. шк., 2002. - 391 с.
4. Афанасьев В.Н. Математическая теория конструирования систем управления: учебное пособие для вузов. - Москва: Высшая школа, 1989. - 447с.
5. Афанасьев В.Н. Математическая теория конструирования систем управления: учебник для вузов. - 2-е изд., доп.. - Москва: Высшая школа, 1998. - 574с.
6. Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности: Учеб. для инж.-техн. спец. вузов.- Мн.: Дизайн ПРО, 1998. - 336 с.
7. Гелль П.П., Иванов-Есипович Н.К. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд. - 1984. - 536 с.
8. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре: Учебник для вузов по спец. «Конструир. И произв. Радиоаппаратуры». - М.: Высш. Шк., 1984. - 247 с.
9. Каленкович Н.И., Фастовец Е.П., Шамгин Ю.В. Механические воздействия и защита РЭА. Учебное пособие для вузов. - Мн.: Вышэйшая школа, 1989.
10. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб.пособие для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.БХВ-Петербург, 2010. - 810с.
11. Хоровиц П. Искусство схемотехники.: учеб.пособие для вузов. - 7-е изд. / П. Хоровиц, У. Хилл - М.: Бином, 2014. - 704с.

Дополнительная литература

12. Автоматизация и механизация сборки и монтажа узлов на печатных платах/ Под. ред. В.Г. Журавского . - М.: Радио и связь, 1982.- 160 с.
13. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: Учеб. пособие для вузов /О.В.Алексеев, А.А.Головков, И.Ю.Пивоваров и др.; Под ред. О.В.Алексеева. - М.: Высш. шк., 2000. - 479 с.
14. Автоматизация проектирования РЭС. Моделирование тепловых режимов нетиповых конструкций РЭС: Метод. Указания для студентов всех спе-

циальностей и образовательных направлений, связанных с проектированием электронных средств / Сост. А.В.Сарафанов; КГТУ, Красноярск, 1998. – 84 с.

15. Алексеев В.Ф. Принципы конструирования и автоматизации проектирования РЭУ: Учеб. пособие – Мн.: БГУИР, 2003. – 197 с.

16. Алексеев В.Ф., Образцов Н.С., Хмыль А.А. и др. Сборник задач по конструированию и технологии радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. Пособие / Под ред. В.Ф.Алексеева и Н.С.Образцова. _ Мн.: БГУИР, 1997. – 92 с.

17. Амосов В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств: учеб.пособие для вузов. – СПб.БХВ-Петербург, 2012. – 560с.

18. Ануфриев Л.П., Ланин В.Л., Хмыль А.А. Коммутационные платы электронной аппаратуры, Учебное пособие. – Мн.: БГУИР, 2000. – 85 с.

19. Афанасьев А.О., Кузнецов С.А. OrCAD 7.0...9.0. Проектирование электронной аппаратуры и печатных плат. – СПб: Наука и Техника, 2001. – 464 с.

20. Барнс, Д. Электронное конструирование: методы борьбы с помехами / Джон Барнс ; пер. с англ. В. А. Исаакяна ; под ред. Б. Н. Файзулаева. - Москва: Мир, 1990. - 238 с.

21. Белоус А.И. Основы схемотехники микросистемных устройств / А.И. Белоус, В.А. Емельянов, А.С. Турцевич – М.: Техносфера, 2012. – 472с.

22. Боровиков С.М., Погребняков А.В. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности. Сборник задач: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: БГУИР, 2001. – 124 с.

23. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности / С. М. Боровиков. - Минск: ДизайнПРО, 1998. - 335 с УДК 621.396.6.001.66(075.8) ББК 31

24. Бубнов А.В. Аналоговая и цифровая схемотехника: учеб.пособие / А.В. Бубнов, К.Н. Гвозденко, М.В. Гокова. – Омск: Издательство ОмГТУ, 2010. – 80с.

25. Володин, Ю. Г. Конструирование систем терморегулирования подвижных радиоэлектронных комплексов / Ю. Г. Володин, Г. В. Малоков. - Москва : Сов. радио, 1977. - 128 с.

26. Вopilкин Е.А. Расчет и конструирование механизмов приборов и систем : [Учеб.пособие для электромашино-и приборостроит.вузов]. - М. : Высш.шк., 1980. - 463с.

27. Гелль, П. П. Конструирование и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры / П. П. Гелль, Н. К. Иванов-Есипович. - Ленинград : Энергоатомиздат, 1984. - 536 с.

28. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983.

29. Глудкин О.П. Методы и устройства испытаний РЭА и ЭВС: Учебник. – М.: Высш. шк., 1991.

30. Григорьян, С. Г. Конструирование электронных устройств систем автоматизации и вычислительной техники : учебное пособие для вузов / С. Г. Григорьян. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. - 303 с.

31. Давыдов , П. С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем / П. С. Давыдов. - Москва : Радио и связь, 1988. - 256 с.
32. Джонс Дж.К. Методы проектирования: Пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
33. Достанко А.П., Пикунь М.И., Хмыль А.А. Технология производства ЭВМ. Учебник – Мн.: Выш. шк., 1994.
34. Дульнев Г.Н. Методы расчета теплового режима приборов / Г.Н.Дульнев, В.Г.Парфенов, А.В.Сигалов. - М.: Радио и связь, 1990. - 312 с.
35. Жаднов В.В., Сарафанов А.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронной аппаратуры. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 464 с.
36. Заковряшин, А. И. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры с учетом особенностей эксплуатации / А. И. Заковряшкин. - Москва: Радио и связь, 1988. - 119 с.
37. 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.
38. Касьян Н.Н. Комплексное математическое моделирование электрических и тепловых процессов радиоэлектронных средств / Н.Н.Касьян, А.С.Конавальчук, Ю.Н.Кофанов, В.Н.Кришук. - Запорожье: ЗГТУ, 1995. - 118 с.
39. Конструирование приборов : В 2-х кн. / Под ред.В.Краузе; Пер.с нем. В.Н.Пальянова; Под ред. О.Ф.Тищенко. - Москва: Машиностроение, 1987. - 384с.
40. Конструирование приборов : В 2-х кн. / Под ред.В.Краузе; Пер.с нем. В.Н.Пальянова; Под ред. О.Ф.Тищенко. - Москва : Машиностроение, 1987. - 376с.
41. Корячко, В. П. Микропроцессоры и микроЭВМ в радиоэлектронных средствах : учеб. для вузов по спец. "Конструирование и технология радиоэлектрон. средств" / В. П. Корячко. - Москва: Высшая школа, 1990. - 407 с.
42. Красковский Е.Я. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем : учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов / под ред. Ю. А. Дружинина. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Высш. шк., 1991. - 480 с.
43. Красковский Е.Я. Расчет и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем : учеб. пособие для вузов . - Москва : Высш. шк., 1983. - 431 с.
44. Кудрявцев Г.Г. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах технического обслуживания средств связи. - Москва: Радио и связь, 1989. - 136с.
45. Мальцев Ю. С. Конструирование и технология производства микроэлектронных цифровых измерительных приборов. - Москва: Энергоиздат, 1981. - 175с.
46. Шустов М.А. Схемотехника. 500 устройств на аналоговых микросхемах – М.: Наука и техника, 2013. – 352с.

Методические материалы:

47. Захаренко Л.А., Храмов А.С. Система автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры PCAD – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011.

Электронные учебно-методические комплексы:

48. Захаренко, Л.А. Конструирование радиоэлектронных средств/ Л.А. Захаренко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/2149>

Список литературы в сборе В.Ф.Ф. / Фрацюк В.Г.
Перечень компьютерных программ, наглядных пособий, методических материалов и технических средств обучения

Перечень компьютерных программ:

1. P-CAD
2. Программный комплекс ТРИАНА

В качестве технических средств обучения при проведении лекционных и практических занятий может быть использована видеопроекционная аппаратура и телемониторы.

Дополнительные методические материалы по выполнению групповых и индивидуальных заданий, в т.ч. в рамках самостоятельной работы, а также тестовые задания для самостоятельного контроля знаний будут располагаться на учебном портале университета.

Примерный перечень тем лабораторных занятий:

1. Создание условных графических обозначений в P-CAD Symbol Editor.
2. Создание конструктива элемента в P-CAD.
3. Упаковка конструктивных элементов РЭС по корпусам в P-CAD.
4. Проектирование электронной схемы с помощью схемного редактора Schematic CAIP PCAD.
5. Проектирование печатной платы в P-CAD PCB.
6. Моделирование тепловых режимов конструкций различных радиоэлектронных блоков средствами программного комплекса ТРИАНА.
7. Анализ тепловых режимов радиоэлектронных средств в системе Mentor Graphics.

Технологии обучения

Для организации процесса изучения учебной дисциплины «Конструирование радиоэлектронных средств» привлечены традиционные и инновационные образовательные технологии, ориентированные на формирование навыков самостоятельного и группового решения поставленных задач.

По учебной дисциплине организован периодический контроль и самоконтроль знаний.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организована в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 33, утвержденное ректором университета 14.10.2014 г.

Основными целями ее осуществления являются: активизация учебно-познавательной деятельности и формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и практического применения знаний в области экономических и правовых аспектов предпринимательской деятельности в сфере промышленной электроники.

С учетом специфики и содержания учебной дисциплины «Конструирование радиоэлектронных средств» предполагается использование следующих форм самостоятельной работы студентов:

- контролируемая самостоятельная работа (выполнение поставленных задач в аудитории под контролем преподавателя);
- управляемая самостоятельная работа (выполнение студентом учебного или исследовательского задания, реализуемого в виде реферата или доклада, при опосредованном контроле и управлении со стороны преподавателя);
- собственно самостоятельная работа (подготовка к рубежному контролю знаний и текущей аттестации (экзамену), организованная студентом самостоятельно).

Для организации эффективной самостоятельной работы студентов используется учебно-методическое обеспечение дисциплины, включающее современные информационные ресурсы и технологии.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Процедура диагностики результатов учебной деятельности студентов разработана и организована в соответствии с Образовательным стандартом высшего образования первой степени. Ее компоненты представлены:

- требованиями к осуществлению диагностики (определение объекта диагностики, измерение степени соответствия учебных достижений студента требованиям Образовательного стандарта ОСВО 1-36 04 02-2013, оценивание результатов измерения на основе принятой шкалы оценок);

– шкалой оценок (оценка промежуточных и итоговых (экзаменационных) достижений студента производится по десятибалльной шкале в зависимости от количества и качества выполненных заданий, предусмотренных планом);

– критериями оценок, разработанными учреждением образования;

– инструментарием диагностики (выполнение на практических занятиях индивидуальных и групповых заданий (АК-1, АК-2, АК-3, АК-4, АК-5, АК-6, АК-7, АК-11, АК-13, АК-14, СЛК-3, СЛК-5, СЛК-6, ПК-1, ПК-5, ПК-8, ПК-12, ПК-14); представление докладов и защита рефератов, выполненных в рамках самостоятельной работы (АК-1, АК-2, АК-3, АК-4, АК-5, АК-6, АК-7, АК-11, АК-13, АК-14, СЛК-3, СЛК-5, СЛК-6, ПК-1, ПК-5, ПК-8, ПК-12, ПК-14).

Для диагностики соответствия учебных достижений студента предъявляемым требованиям используются типовые индивидуальные и групповые задания, тематики докладов и рефератов, тесты для контроля знаний.

Диагностика компетенций студента проводится в устной (ответы на занятиях, оценивание решения учебно-деловых ситуаций), письменной (контрольный опросы, письменное представление выполненных практических заданий, доклады и рефераты) и устно-письменной (экзамен) формах.

Итоговая диагностика компетенций студента проводится с использованием контрольных вопросов, заданий и тестов, а также экзамена (АК-1, АК-2, АК-3, АК-4, АК-5, АК-6, АК-7, АК-11, АК-13, АК-14, СЛК-3, СЛК-5, СЛК-6, ПК-1, ПК-5, ПК-8, ПК-12, ПК-14).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Физические основы электронной техники	ПЭ	нет ГР	протокол № 11 от 01.06.2015
Материалы и компоненты электронной техники	ПЭ	нет ГР	протокол № 11 от 01.06.2015
Электронные приборы	ПЭ	нет ГР	протокол № 11 от 01.06.2015
Микроэлектроника и микросхемотехника	ПЭ	нет ГР	протокол № 11 от 01.06.2015