МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы конструирования и технологии производства РЭС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	10	10	часов
2	Практические занятия	14	14	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
5	Из них в интерактивной форме	8	8	часов
6	Самостоятельная работа	72	72	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22646

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от «30» 8 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

заведующий каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Заведующий обеспечивающей каф. КИПР _____ В. М. Карабан

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперты:

старший преподаватель кафедра КИПР _____ Н. Н. Кривин

доцент кафедра КИПР _____ Ю. П. Кобрин

Согласована на портале № 22646

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Основными целями преподавания дисциплины ООП С3. Б.14 «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств» федерального компонента ГОС ВО по направлению подготовки 11.03.01 "Радиотехника" являются:

- ознакомление студентов с современными методами конструирования и технологическими процессами производства РЭС;

- обеспечение на основе полученных знаний решения задач по проектированию деталей, узлов и радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием, требуемой надежностью на базе широкого использования унификации, нормализации и стандартизации конструктивных элементов и узлов РЭС с использованием средств автоматизации проектирования;

- формирование у студентов на основе системных представлений о процессе создания РЭС умения вести практическую конструкторскую разработку модулей, блоков и приборов РЭС на современной нормативной, элементной и технологической базе.

1.2. Задачи дисциплины

– Преподавание дисциплины направлено на подготовку студентов к решению следующих профессиональных задач:

– - выбор оптимальных конструкторско-технологических решений на всех этапах процесса проектирования РЭС: от технического задания до производства изделий, отвечающих целям функционирования, технологии производства и обеспечения характеристик объекта, определяющих его качество;

– - выпуск конструкторско-технологической документации на объекты проектирования РЭС;

– - участие в деятельности конструкторско-технологических служб по выполнению задач проектирования РЭС.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы конструирования и технологии производства РЭС» (Б1.Б.22) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Инженерная и компьютерная графика, Основы компьютерного проектирования РЭС, Радиоматериалы и радиокомпоненты, Устройства приема и обработки сигналов, Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных систем.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование радиотехнических систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-4 готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации;

– ПК-7 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

– ПК-8 готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств, принципы выбора конструкторских решений и обеспечения надежности; - уровни разукрупнения РЭС, элементную и конструктивную базы РЭС; - основные факторы, обуславливающие конструкцию РЭС и влияющие на надежность и характеристики радиоэлектронной аппаратуры, способы реализации требований к надежности аппаратуры и стабильности ее характеристик; - основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды; - основы защиты конструкций РЭС от механических воздействий; - основы обеспечения тепловых режимов РЭС; - основы защиты РЭС от воздействия помех и ионизирующих излучений; - обеспечение электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств; - типовые программные средства для автоматизации

Согласована на портале № 22646

проектирования печатных плат радиоэлектронных устройств; - пути повышения надежности и долговечности радиоэлектронных устройств; - особенности конструкций и технологии производства РЭС, учитывающие требования эргономики и дизайна; - особенности компоновки радиоэлектронных средств; - основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем на базе системного подхода, включая этапы системного, схемного, конструкторского и технологического проектирования, требования стандартизации технической документации.

– **уметь** - использовать методы конструирования функциональных узлов на основе микроминиатюризации РЭС; - анализировать, согласовывать и выдавать техническое задание (ТЗ) на конструирование радиоэлектронных средств; - производить необходимые конструкторские расчеты по обеспечению тепловых режимов, электромагнитной совместимости, по защите от внешних воздействий на РЭС; - применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств; - выбирать элементную базу и использовать нормативные материалы и техническую документацию, необходимые для выбора конструкторских решений радиоэлектронных устройств с учетом требований стандартизации, унификации, миниатюризации, надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, электромагнитной совместимости, технологичности, эргономики и дизайна; - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации; - грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами.

– **владеть** - современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации; - типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем; - методами, необходимыми для выбора элементной базы и конструкторских решений с учетом требований надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, электромагнитной совместимости и технологичности.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	10	10
Практические занятия	14	14
Лабораторные работы	12	12
Из них в интерактивной форме	8	8
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Оформление отчетов по лабораторным работам	2	2
Проработка лекционного материала	46	46
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

Согласована на портале № 22646

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Методологические основы конструирования РЭС.	1	2	0	8	11	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
2 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения.	1	1	0	10	12	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
3 Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС.	1	0	0	4	5	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
4 Основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды.	1	1	0	6	8	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
5 Объекты-носители и защита РЭС от механических воздействий.	1	3	0	6	10	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
6 Основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех и ионизирующих излучений.	1	0	0	4	5	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
7 Основы надежности конструкций РЭС.	1	3	0	6	10	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
8 Базовые технологические процессы в производстве РЭС.	1	0	0	4	5	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
9 Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС.	1	4	12	20	37	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
10 Контроль, испытания и обеспечение качества проектируемых РЭС.	1	0	0	4	5	ОПК-4, ПК-7
Итого за семестр	10	14	12	72	108	
Итого	10	14	12	72	108	

Согласована на портале № 22646

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Методологические основы конструирования РЭС.	РЭС - как техническая система. Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС. Методы проектирования современных радиоэлектронных средств. Техническое задание, функциональный анализ электрической схемы, формирование и размещение функциональных узлов, компонование, детальная проработка конструкции РЭС. Структурные уровни РЭС, уровни разукрупнения, элементная и конструктивная базы. Типовые конструкции РЭС. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение. Основные направления стандартизации в конструировании РЭС. Документооборот.	1	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
2 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения.	Классификация конструкций РЭС.Принципы печатного монтажа, достоинства и недостатки. Технология изготовления печатных плат. Разработка печатных плат с применением САПР. Основы конструирования и технология микросборок. Компоновка РЭС как промежуточное конструктивное решение. Методы компоновки радиоаппаратуры. Определение компоновочных взаимодействий функциональных узлов, последовательность компонования РЭС.Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. Методы конструирования РЭС. Базовые несущие конструкции. Конструирование ячеек, блоков, стоек. Учет требований эргономики и дизайна при конструировании РЭС.	1	ОПК-4, ПК-7
	Итого	1	
3 Электрические соединения и	Электрические соединения и монтаж в	1	ОПК-4,

Согласована на портале № 22646

монтаж в конструкциях РЭС.	конструкциях РЭС. Классификация конструкторско-технологических методов реализации электрических соединений в РЭС. Перспективные способы электромонтажа.		ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
4 Основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды.	Классификация климатических факторов внешней среды. Влияние климатических факторов на РЭС, воздействие на элементную базу температуры, влажности, атмосферного давления, морских солей в атмосфере. Воздействие песка и пыли, солнечной радиации, биологических факторов. Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды. Выбор материалов и покрытий при проектировании РЭС. Общая характеристика теплообмена в РЭС. Законы теплопроводности, конвекции и излучения, сложный теплообмен. Процессы теплообмена при работе РЭС и при взаимодействии РЭС с окружающей средой. Системы обеспечения допустимого теплового режима, основы обеспечения тепловых режимов РЭС.	1	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
5 Объекты-носители и защита РЭС от механических воздействий.	Классификация объектов-носителей радиоаппаратуры. Вибрации, удары, линейные перегрузки, комплексные механические воздействия. Физический анализ динамических свойств конструкции РЭС. Расчет динамических характеристик конструкций РЭС. Выбор систем амортизации для различных конструкций. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий.	1	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
6 Основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех и ионизирующих излучений.	Паразитные электрические связи, наводки, непреднамеренные помехи в конструкциях РЭС. Эквивалентные схемы паразитных связей. Принципы экранирования электрических и магнитных по¬лей. Развязывание цепей и фильтрация. Конструирование РЭС с учетом обеспечения электромагнитной совместимости. Воздействие ионизирующих излучений на РЭС. Виды излучений, физические процессы в материалах и элементах конструкций при	1	ОПК-4, ПК-7, ПК-8

Согласована на портале № 22646

	воздействии излучения. Основы защиты конструкций РЭС от ионизирующих излучений. Основные принципы конструирования РЭС, стойких к излучениям.		
	Итого	1	
7 Основы надежности конструкций РЭС.	Основы теории надежности РЭС. Термины и определения. Причины возникновения отказов РЭС. Показатели надежности неремонтируемых и ремонтируемых РЭС. Методика расчета показателей надежности РЭС. Общие принципы обеспечения надежности. Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования,производства и эксплуатации. Резервирование.	1	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
8 Базовые технологические процессы в производстве РЭС.	Виды технологических процессов. Технологические процессы и качество РЭС. Основы проектирования технологических процессов. Типовые технологические процессы изготовления конструктивов РЭС. Прогрессивные методы обработки и формообразования. Базовые технологические процессы в производстве РЭС.	1	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
9 Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС.	Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. Использование современных САПР при проектировании радиоэлектронных средств. Базы данных САПР в проектировании РЭС.	1	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
10 Контроль, испытания и обеспечение качества проектируемых РЭС.	Основы контроля и управление качеством. Качество конструкции РЭС и возможность его оценки. Обеспечение качествафункционирования РЭС. Основные понятия выборочного контроля качества РЭС. Приемочный и браковочный уровни качества. Расчет и оценка показателей качества РЭС. Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектроннойаппаратуры. Роль проведения испытаний в повышении качества конструкций РЭС.	1	ОПК-4, ПК-7
	Итого	1	
Итого за семестр		10	

Согласована на портале № 22646

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Инженерная и компьютерная графика	+	+					+	+	+	
2 Основы компьютерного проектирования РЭС	+			+	+	+	+	+	+	+
3 Радиоматериалы и радиокомпоненты	+	+					+	+		
4 Устройства приема и обработки сигналов	+	+					+	+	+	
5 Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных систем	+	+	+	+	+	+	+	+		
Последующие дисциплины										
1 Проектирование радиотехнических систем	+		+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-4	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Расчетная работа, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 22646

ПК-7	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Расчетная работа, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-8	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Расчетная работа, Тест, Реферат, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
8 семестр				
Выступление студента в роли обучающего	1		1	2
Решение ситуационных задач	1			1
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	1	1		2
Презентации с использованием раздаточных материалов с обсуждением	1	1		2
Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением			1	1
Итого за семестр:	4	2	2	8
Итого	4	2	2	8

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 22646

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
9 Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС.	- Разработка в системе САПР конструкции функционального узла РЭС;	12	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	12	
Итого за семестр		12	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Методологические основы конструирования РЭС.	- Порядок составления технического задания на разработку РЭС;- Анализ элементной базы конструкторского проекта.	2	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
2 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения.	- Определение массы и габаритов изделий РЭС;- Компонование блока РЭС;- Компонование лицевой панели РЭС.	1	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
4 Основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды.	- Расчет толщины влагозащитного покрытия элементов РЭС	1	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	1	
5 Объекты-носители и защита РЭС от механических воздействий.	- Выбор и расчет параметров амортизаторов РЭС;- Расчет собственной частоты функционального узла РЭС.	3	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	3	
7 Основы надежности конструкций РЭС.	- Расчет надежности функционального узла РЭС;- Расчет теплового режима блока РЭС.	3	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	3	
9 Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС.	- Выполнение конструкторской документации на функциональный узел РЭС.	4	ОПК-4, ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		14	

Согласована на портале № 22646

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Методологические основы конструирования РЭС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-7, ПК-8	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Расчетная работа, Собеседование
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	8		
2 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Реферат, Собеседование
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	10		
3 Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-4, ПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Расчетная работа, Собеседование
	Итого	4		
4 Основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Собеседование
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
5 Объекты-носители и защита РЭС от механических воздействий.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Собеседование
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
6 Основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех и ионизирующих излучений.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-4, ПК-7	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	4		

Согласована на портале № 22646

7 Основы надежности конструкций РЭС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Реферат
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
8 Базовые технологические процессы в производстве РЭС.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-4, ПК-7, ПК-8	Опрос на занятиях, Собеседование
	Итого	4		
9 Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	ОПК-4, ПК-7, ПК-8	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Собеседование
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	20		
10 Контроль, испытания и обеспечение качества проектируемых РЭС.	Проработка лекционного материала	4	ОПК-4, ПК-7	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Собеседование
	Итого	4		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Основы проектирования электронных средств : учебное пособие: В 2 разделах / В. А. Илюшкин ; ТУСУР. Раздел 1. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : В-Спектр, 2007. - 158 с. Раздел 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : В-Спектр, 2007. - 160 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 81 экз.)

2. Основы проектирования электронных средств: Учебное пособие / Козлов В. Г., Черныш ев А. А., Кобрин Ю. П. - 2012. 149 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2783, дата обращения: 15.11.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования: Учебное методическое пособие / Е. Ф. Жигалова; -Томск: ТУСУР, 2007. - 182 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

2. Уваров А.С. P-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств / А. С. Уваров. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 760 с . (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

3. Ненашев А. П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учебник для вузов / - М. : Высшая школа, 1990. - 431с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

4. Конструирование радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов / В. Ф. Борисов и др.; под ред. А.С.Назаров.- М.: Издательство МАИ, 1996. – 376 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

Согласована на портале № 22646

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Расчет толщины влагозащитных покрытий деталей РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1040, дата обращения: 15.11.2017.
2. Расчет собственной частоты печатного узла РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 4 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1043, дата обращения: 15.11.2017.
3. Расчёт теплового режима блока РЭС : Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1044, дата обращения: 15.11.2017.
4. Выбор и расчет системы амортизации блока РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1045, дата обращения: 15.11.2017.
5. Определение массогабаритных показателей конструкции блока РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1046, дата обращения: 15.11.2017.
6. Расчёт надёжности функционального узла РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1047, дата обращения: 15.11.2017.
7. Разработка конструкции функционального узла РЭС в системе САПР PCAD: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2010. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1049, дата обращения: 15.11.2017.
8. Информационные технологии проектирования РЭС: Методические указания по самостоятельной работе / Кобрин Ю. П. - 2013. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2946, дата обращения: 15.11.2017.
9. Знакомство с системой автоматизированного проектирования печатных плат P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2614, дата обращения: 15.11.2017.
10. Создание электрических схем графическим редактором P-CAD Schematic: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 46 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2608, дата обращения: 15.11.2017.
11. Формирование компонентов РЭС с помощью диспетчера библиотек P-CAD Library Executive: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2609, дата обращения: 15.11.2017.
12. Разработка посадочных мест для монтажа конструктивных элементов на печатной плате в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 83 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2610, дата обращения: 15.11.2017.
13. Создание условных графических обозначений радиоэлементов в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 60 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2611, дата обращения: 15.11.2017.
14. Организация и ведение библиотек радиоэлементов в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2612, дата обращения: 15.11.2017.
15. Автоматическая трассировка проводников печатных плат в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2605, дата обращения: 15.11.2017.

Согласована на портале № 22646

16. Ручная и интерактивная трассировки проводников печатных плат в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 51 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2606, дата обращения: 15.11.2017.

17. Диалоговое размещение электрорадиоэлементов в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2607, дата обращения: 15.11.2017.

18. Altium Designer. SolidWorks. Часть 1. Разработка элементной базы: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Озеркин Д. В. - 2012. 66 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1556, дата обращения: 15.11.2017.

19. Altium Designer. SolidWorks. Часть 2. Схемотехническое проектирование: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Озеркин Д. В. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1554, дата обращения: 15.11.2017.

20. Altium Designer. SolidWorks. Часть 3. Топологическое проектирование: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Озеркин Д. В. - 2012. 95 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1558, дата обращения: 15.11.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. 1. https://www.yandex.ru/ - поиск информации в интернете с учётом русской морфологии и возможностью регионального уточнения;
2. 2. https://www.google.ru/ - первая по популярности крупнейшая мультиязычная поисковая система интернета;
3. 3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 18 млн научных статей и публикаций.URL: http://www.elibrary.ru (доступ свободный);
4. 4. Электронная библиотека «Лань» Ресурс включает в себя электронные версии книг по математике, физике, инженерным наукам, экономике и менеджменту, праву и юриспруденции. URL: http://e.lanbook.com/ (доступ свободный).

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Согласована на портале № 22646

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634050, Томская область, г. Томск, проспект Ленина, д. 40, ауд. 302 и 403. Состав оборудования: компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron 2.0 ГГц - 20 шт. с широкополосным доступом в Internet. Используется лицензионное программное обеспечение.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория и компьютерный класс, расположенные по адресу: 634050, Томская область, г. Томск, проспект Ленина, д. 40, ауд. 302 и 403. Состав оборудования: компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron 2.0 ГГц - 20 шт. с широкополосным доступом в Internet. Используется лицензионное программное обеспечение.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, 2 этаж, ауд. 233. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями	Собеседование по вопросам к зачету,	Преимущественно устная проверка

Согласована на портале № 22646

зрения	опрос по терминам	(индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 22646

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основы конструирования и технологии производства РЭС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2013 года

Разработчик:
- заведующий каф. КИПР В. М. Карабан

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22646

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-4	готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации	Должен знать - основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств, принципы выбора конструкторских решений и обеспечения надежности; - уровни разукрупнения РЭС, элементную и конструктивную базы РЭС; - основные факторы, обуславливающие конструкцию РЭС и влияющие на надежность и характеристики радиоэлектронной аппаратуры, способы реализации требований к надежности аппаратуры и стабильности ее характеристик; - основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды; - основы защиты конструкций РЭС от механических воздействий; - основы обеспечения тепловых режимов РЭС; - основы защиты РЭС от воздействия помех и ионизирующих излучений; - обеспечение электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств; - типовые программные средства для автоматизации проектирования печатных плат радиоэлектронных устройств; - пути повышения надежности и долговечности радиоэлектронных устройств; - особенности конструкций и технологии производства РЭС, учитывающие требования эргономики и дизайна; - особенности компоновки радиоэлектронных средств; - основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем на базе системного подхода, включая этапы системного, схемного, конструкторского и технологического проектирования, требования стандартизации технической документации.; Должен уметь - использовать методы конструирования функциональных узлов на основе микроминиатюризации РЭС; - анализировать, согласовывать и
ПК-7	способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	
ПК-8	готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	

Согласована на портале № 22646

		выдавать техническое задание (ТЗ) на конструирование радиоэлектронных средств; - производить необходимые конструкторские расчеты по обеспечению тепловых режимов, электромагнитной совместимости, по защите от внешних воздействий на РЭС; - применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств; - выбирать элементную базу и использовать нормативные материалы и техническую документацию, необходимые для выбора конструкторских решений радиоэлектронных устройств с учетом требований стандартизации, унификации, миниатюризации, надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, электромагнитной совместимости, технологичности, эргономики и дизайна; - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации; - грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами.; Должен владеть - современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации; - типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем; - методами, необходимыми для выбора элементной базы и конструкторских решений с учетом требований надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, электромагнитной совместимости и технологичности.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знани-	Обладает диапазоном практических умений,	Контролирует работу, проводит оценку, совер-

Согласована на портале № 22646

	ями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	шенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: готовностью применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	- основные этапы проектирования и создания радио-электронных средств, принципы выбора конструкторских решений; - современные типовые программные средства для автоматизации проектирования конструкций радиоэлектронных устройств; - действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации	- анализировать, согласовывать и выдавать техническое задание (ТЗ) на конструирование радиоэлектронных средств; - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации.	- современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации; - типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем;
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 22646

Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Расчетная работа; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• - основные факторы, обуславливающие конструкцию РЭС; - особенности конструкций и технологии производства РЭС; - типовые программные средства для автоматизации проектирования конструкций радиоэлектронных устройств;;	• - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации; - грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами.;	• - современными программными средствами выполнения конструкторско-технологической документации на проектируемую радиоэлектронную аппаратуру;;
Хорошо (базовый уровень)	• - основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем на базе системного подхода, включая этапы системного, схемного, конструкторского и технологического проекти-	• - пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами;;	• - современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации;;

Согласована на портале № 22646

	рования, требования стандартизации технической документации;;		
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• - пути повышения надежности и долговечности радиоэлектронных устройств; - типовые программные средства для автоматизации конструкторского и технологического проектирования радиоэлектронных устройств;;	• - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации;;	• - возможностью применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования радиотехнических устройств;;

2.2 Компетенция ПК-7

ПК-7: способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	- основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств, принципы выбора конструкторских решений; - программные средства для автоматизации проектирования конструкций радиоэлектронных устройств; - действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации;	- анализировать, согласовывать и выдавать техническое задание (ТЗ) на конструирование радиоэлектронных средств; - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации;	- современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации; - типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем;
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 22646

Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Расчетная работа; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• - основные факторы, обуславливающие конструкцию РЭС; - особенности конструкций и технологии производства РЭС; - типовые программные средства для автоматизации проектирования конструкций радиоэлектронных устройств; - методические и нормативные материалы по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, техническую и справочную литературу, государственные и отраслевые стандарты;;	• - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации; - грамотно пользоваться нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств;;	• - современными программными средствами выпуска конструкторско-технологической документации на проектируемую радиоэлектронную аппаратуру;;
Хорошо (базовый уровень)	• - основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем на базе системного подхода, включая этапы системного, схемного, конструкторского и технологического проектирования, требования стандартизации техни-	• - грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами;;	• - современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации;;

Согласована на портале № 22646

	ческой документации;;		
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• - пути повышения надежности и долговечности радиоэлектронных устройств; - типовые программные средства для автоматизации конструкторского и технологического проектирования радиоэлектронных устройств;;	• - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации;;	• - возможностью применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования радиотехнических устройств;;

2.3 Компетенция ПК-8

ПК-8: готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	- основные этапы проектирования и конструирования радиоэлектронных средств, принципы выбора конструкторских решений; - действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации;	- анализировать, согласовывать и выдавать техническое задание (ТЗ) на конструирование радиоэлектронных средств; - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации;	- современными средствами осуществления контроля и диагностики в подготовке конструкторско-технологической документации; - средствами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценива-	• Домашнее задание; • Отчет по индивиду-	• Домашнее задание; • Отчет по индивиду-	• Домашнее задание; • Отчет по лаборатор-

Согласована на портале № 22646

ния	альному заданию; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	альному заданию; • Конспект самоподготовки; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	ной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Расчетная работа; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• - основные факторы, обуславливающие конструкцию РЭС; - особенности конструкций и технологии производства РЭС; - методические и нормативные материалы по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, техническую и справочную литературу, государственные и отраслевые стандарты;;	• - правильно оформлять конструкторско-технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации; - грамотно пользоваться нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств;;	• - современными программными средствами выпуска качественной конструкторско-технологической документации на проектируемую радиоэлектронную аппаратуру;;
Хорошо (базовый уровень)	• - основные принципы и методы проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем на базе системного подхода, включая контроль разрабатываемой технической документации проектов стандартам, техническим условиям и нормативным документам;;	• - грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами;;	• - современными средствами контроля качества конструкторско-технологической документации;;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• - пути повышения надежности и долговечности радиоэлектронных	• - правильно оформлять конструкторско-технологическую доку-	• - возможностью применять компьютерные системы и пакеты при-

Согласована на портале № 22646

	устройств; - типовые программные средства для автоматизации конструкторского и технологического проектирования радиоэлектронных устройств;;	ментацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации;;	кладных программ при контроле выпуска документации в процессе проектирования и конструирования радиотехнических устройств;;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– - Выбор и расчет параметров амортизаторов РЭС; - Расчет собственной частоты функционального узла РЭС; - Электромонтаж РЭС; - Расчет толщины влагозащитного покрытия элементов РЭС; - Расчет надежности функционального узла РЭС; - Расчет теплового режима блока РЭС; - Разработка в САПР конструкции функционального узла РЭС; - Выполнение конструкторской документации на функциональный узел РЭС; - Определение массы и габаритов изделий РЭС; - Компонование блока РЭС; - Компонование лицевой панели РЭС.

3.2 Тестовые задания

– 1. (Ссылка на страницы в начале вопроса указывает на литературу: А.П.Бацула «Конструирование радиоэлектронных систем», уч. пособие, ТУСУР, 2002г) 1. (стр. 156) Предельное расстояние между отдельными графическими обозначениями на схеме должно быть: а) не более 3; б) не менее 3; в) равно 2; г) не ограничено; д) не менее 2. 2. (стр. 10) Перечислите основные этапы проектирования РЭС. а) 4 этапа – этап П, этап Т, этап Э, этап О; б) 3 этапа – этап П, этап Э, этап О; в) 2 этапа – этап НИР, этап ОКР; г) 2 этапа – этап НИР, этап О. 3. (стр. 33) Сколько установлено классов точности при изготовлении ПП? а) 5 классов; б) 4 класса; в) А, Б, В; г) А, В, С, D. 4. (стр. 63) Какой способ охлаждения РЭС имеет наиболее интенсивную теплоотдачу? а) принудительная конвекция в воздухе; б) естественная конвекция в воздухе; в) преобразования при кипении воды; г) вынужденная конвекция в воздухе. 5. (стр. 65) Вибропрочность – это обеспечение устойчивости к вибрациям при: А-эксплуатации РЭС, Б-транспортировки РЭС, В-ударных воздействиях, Г-ускорении 6. (стр. 114) Если значение характеристического сопротивления среды Ze=377 Ом, то о какой зоне распространения ЭМВ идет речь? А-ближней зоне Б-средней зоне В-дальней зоне Г-переходной зоне 7. (стр. 33) Сколько установлено классов ПП по плотности печатного рисунка? 5 классов 3 класса 2 класса ABCD 6 классов 8. (стр. 45) Что подразумевает тепловой “Закон Ома” под тепловым током? 1-разность температур 2-тепловой поток 3-удельный тепловой поток 4-теплопроводность 9. (стр. 155) Назначение структурной схемы заключается в: А-определении количества элементов ЭРЭ, их связей, назначением. Б-определении основных функциональных частей РЭС, их назначения и взаимосвязь В-определении процесса, протекающих в отдельных частях функциональных цепях изделий или в изделии целом. Г-определении состава частей комплекса, а также соединений их между собой на месте эксплуатации. 10. (стр. 12) Каково назначение этапа “Техническое задание”? А-построение и обоснование выбора структурной (функциональной) схемы РЭС. Б-разработка, составление и утверждение ТЗ на проектирование, разработку, изготовление, испытание и выпуск изделия. В-дается сравнительная оценка этих вариантов изделия между собой и с аналоговыми отечественными и зарубежными исполнениями 11. (стр. 106) Если электромагнитное поле не зависит от времени и нет перемещения зарядов (j = 0), divB=0, то это какое поле? а) квазистационарное; б) СВЧ; в) электростатическое; г) магнитостатическое; д) переменное электромагнитное. 12. (стр. 168) Как влияют эксплуатационные коэффициенты РЭС на показатель наработки до отказа? А-не влияют на показатель Б-увеличивают показатель В-уменьшают показатель Г-не связаны с показателем 13. (стр. 155) К какому виду и типу схем относится схема Л1? А-принципиальная оптическая Б-структурная оптическая В-вакуумная кинематическая Г-объединен-

Согласована на портале № 22646

ная автоматизированная Д-расположение линейная 14. (стр. 19) Сколько определенно категорий РЭС? 6 категорий 4 категории 5 категорий 3 категорий 8 категорий 15. (стр. 48) Какой закон описывает свойства среды при свободной конвекции? А-закон Фока Б-закон Ньютона В-закон Фурье Г-критерий Прандтля 16. (стр. 150) Контур заземления должен быть обязательно: А-замкнут Б-разомкнут В-не имеет значения 17. (стр. 155) К какому виду и типу относится схема В6? А-принципиальная газовая Б-структурная пневматическая В-общая оптическая Г-общая вакуумная Д-объединенная вакуумная 18. (стр. 18) Какие обязательные разделы входят в пояснительную записку? А-содержание, назначение и область применения, техническая характеристика, описание и обеспечение выбора конструкции, расчеты. Б-введение, назначение и область применения, технические характеристики, описание и обоснование выбора конструкции, расчеты, выводы. В-введение, назначение и область применения, технические характеристики, описание и обоснование выбора конструкции, выводы, инструкции. 19. (стр. 24) Свободные места на ПП это: А- участок ПП с максимально допустимыми размерами Б-небольшие расстояния между ЭРЭ В-расстояния между проводниками с максимально допустимыми размерами Г-элементы проводящего рисунка и расстояния между ними имеют номинальные величины. Д-участок ПП без ЭРЭ 20. (стр. 85) По какому параметру оценивается время действия влагозащитного покрытия? А-по плотности влагозащитного покрытия, Б-по толщине влагозащитного покрытия, В-по процессу сорбции влагозащитного покрытия. 21. (стр. 111) От каких параметров зависит глубина проникновения ЭМВ? А-от частоты, проводимости и магнитной проницаемости Б-от частоты и толщины материала В-от толщины материала, магнитной и диэлектрической проницаемости 22. (стр. 19) Какие группы РЭС полностью входят в категорию бытовой РЭС? А-возимая, носимая, переносная Б-портативная, стационарная, комбинированная В-возимая, носимая, стационарная Г-настольная, универсальная, миниатюрная 23. (стр. 153) На высоких частотах (>10 МГц) наиболее эффективное использование: А-одноточечная схема заземления, Б-многоточечная схема заземления, В-двухточечная схема заземления Г-комбинированная схема заземления 24. (стр. 155) К какому виду и типу относится схема П2? А-принципиальная газовая Б-структурная пневматическая В-общая подключений Г-общая комбинированная Д-функциональная пневматическая 25. (стр. 13) Каково назначение этапа “Эскизный проект”? А-разработка принципиальных и конструктивных решений, общих представлений об устройстве и принципе работы РЭС. Б-проведение технико-экономического обеспечения целесообразности проведения разработки В-проведение государственных, межведомственных и др. испытаний изделий 26. (стр.

– 45) Тепловой режим плоской пластины увеличится, если: А-уменьшить толщину и уменьшить площадь пластины Б-уменьшить толщину пластины и уменьшить разность температур В-увеличить коэффициент теплопроводности. 27. (стр. 115) Как меняется величина характеристического сопротивления электрической составляющей электромагнитного поля в ближней зоне при удалении от источника? А-не меняется Б-уменьшается В-увеличивается Г-изменяется по гармоническому закону. 28. (стр. 123) Что такое эквивалентный радиус экрана? А-диаметр цилиндрического экрана Б-поперечный размер сечения экрана произвольной среды В-

– величина, связанная с объемом экрана Г-радиус сферического экрана 29. (стр. 17) Каково назначение спецификации? А-для описания специфических технических характеристик РЭС Б-для определения специфических условий транспортировки, контроля и эксплуатации РЭС В-для определения количества, типа, состава и дополнительных разъяснений к сборочному чертежу Г-для определения количества, типа и дополнительных разъяснений к схеме 30. (стр. 151) Сколько раздельных цепей заземления должно быть в РЭС? А-одна цепь заземления Б-две цепи заземления В-три цепи заземления Г-по количеству блоков в РЭС.

3.3 Темы рефератов

– 1. Проблемы и тенденции создания конструкций современных радиоэлектронных устройств. 2. Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектронной аппаратуры. 3. Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. 4. Типовые технологические процессы изготовления конструктивов РЭС. 5. Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования, производства и эксплуатации. 6. Паразитные электрические связи, наводки, непреднамеренные помехи в конструкциях РЭС. 7. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий. 8. Влияние климатических факторов на РЭС, Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды.

Согласована на портале № 22646

Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. 9. Методы компоновки радиоаппаратуры. Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. Методы конструирования РЭС. Базовые несущие конструкции. Конструирование ячеек, блоков, стоек. 10. Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС. Методы проектирования современных радиоэлектронных средств. 11. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение. 12. Основные направления стандартизации в конструировании РЭС.

3.4 Зачёт

– – 1. Единство процесса схемотехнического проектирования, конструирования и технологии производства РЭС 2. Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС. 3. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение 4. Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. 5. Методы конструирования РЭС. 6. Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. 7. Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды. 8. Системы обеспечения допустимого теплового режима РЭС. 9. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий. 10. Конструирование РЭС с учетом обеспечения электромагнитной совместимости. 11. Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования, производства и эксплуатации. 12. Использование современных САПР при проектировании радиоэлектронных средств. 13. Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектронной аппаратуры. 14. Перспективы в конструировании и технологии РЭС.

– 1. Единство процесса схемотехнического проектирования, конструирования и технологии производства РЭС 2. Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС. 3. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение 4. Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. 5. Методы конструирования РЭС. 6. Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. 7. Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды. 8. Системы обеспечения допустимого теплового режима РЭС. 9. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий. 10. Конструирование РЭС с учетом обеспечения электромагнитной совместимости. 11. Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования, производства и эксплуатации. 12. Использование современных САПР при проектировании радиоэлектронных средств. 13. Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектронной аппаратуры. 14. Перспективы в конструировании и технологии РЭС.

3.5 Темы домашних заданий

– 1. (стр. 153) Определить сопротивление по ВЧ R-шины заземления между компьютерами, если расстояние между точками заземления L=2 м, частота передачи информативного сигнала f=100 МГц, а электрическое сопротивление шины заземления между двумя точками Z=100 Ом. Ответ введите в Ом/м (только числа). 2. (стр.167) Определить среднюю наработку на отказ Tср образца РЭС, если суммарная интенсивность отказов его элементов равна 1/ч. Ответ введите в часах (только число). 3. (стр. 127) Чему будет равно магнитное сопротивление RM магнитостатического экрана магнитному потоку при нормальном падении, если длина средней линии магнитной индукции l=30 см и площадь поперечного сечения экрана S=100 см2 ? Ответ введите в 1/см с точностью до сотых (только число). Дробную часть от целой отделять точкой. 4. (стр. 123) Определите эквивалентный радиус экрана R, если ширина экрана a = 10 см, высота экрана h=8 см и длина экрана l=20 см. Ответ введите в сантиметрах (только число). Zi=500 Ом и сопротивление нагрузки Zн=30 кОм. 5. (стр. 146) Определить величину подавления B кондуктивной помехи емкостным фильтром, если емкостное сопротивление Zc=10 Ом, сопротивление источника помех 6. (стр. 48) Определите t0 корпуса прибора с поверхностью S=2500 см2, если мощность тепловыделения прибора P = 20 Вт, средняя величина коэффициента теплоотдачи 8 Вт/м·К, температура окружающей среды 350С. Ответ введите в градусах Цельсия (только цифры). 7. (стр. 133) Определите эффективность Эпогл эл/магнитного экрана за счет поглощения на частоте 10МГц, если μr=1, ρ=10-7 Ом·м, толщина экрана d=1мм. 8. (стр. 69) Определите собственную резонансную частоту fo, если статическая де-

Согласована на портале № 22646

формация δст=1мм. Ответ введите в герцах (только число). 9. (стр. 136) Определите эффективность экранирования Эм, круглого отверстия, выполненного в виде запредельного волновода, для магнитного поля, если высота борта отверстия h=3мм, а радиус отверстия R=1мм.

3.6 Темы индивидуальных заданий

- - Выбор и расчет параметров амортизаторов РЭС;
- - Расчет собственной частоты функционального узла РЭС;
- - Электромонтаж РЭС;
- - Расчет толщины влагозащитного покрытия элементов РЭС;
- - Расчет надежности функционального узла РЭС;
- - Расчет теплового режима блока РЭС;
- - Разработка в системе САПР конструкции функционального узла РЭС;
- - Выполнение конструкторской документации на функциональный узел РЭС;
- - Определение массы и габаритов изделий РЭС;
- - Компонование блока РЭС;
- - Компонование лицевой панели РЭС.

3.7 Вопросы на собеседование

– Проблемы и тенденции создания конструкций современных радиоэлектронных устройств. Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектронной аппаратуры. Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. Типовые технологические процессы изготовления конструктивов РЭС. Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования, производства и эксплуатации. Паразитные электрические связи, наводки, непреднамеренные помехи в конструкциях РЭС. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий. Влияние климатических факторов на РЭС, воздействие на элементную базу температуры, влажности, атмосферного давления, морских солей в атмосфере. Воздействие песка и пыли, солнечной радиации, биологических факторов. Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды. Выбор материалов и покрытий при проектировании РЭС. Общая характеристика теплообмена в РЭС. Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. Методы компоновки радиоаппаратуры. Определение компоновочных взаимодействий функциональных узлов, последовательность компонования РЭС. Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. Методы конструирования РЭС. Базовые несущие конструкции. Конструирование ячеек, блоков, стоек. Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС. Методы проектирования современных радиоэлектронных средств. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение. Основные направления стандартизации в конструировании РЭС.

3.8 Темы опросов на занятиях

– РЭС - как техническая система. Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС. Методы проектирования современных радиоэлектронных средств. Техническое задание, функциональный анализ электрической схемы, формирование и размещение функциональных узлов, компонование, детальная проработка конструкции РЭС. Структурные уровни РЭС, уровни разукрупнения, элементная и конструктивная базы. Типовые конструкции РЭС. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение. Основные направления стандартизации в конструировании РЭС. Документооборот.

– Классификация конструкций РЭС.Принципы печатного монтажа, достоинства и недостатки. Технология изготовления печатных плат. Разработка печатных плат с применением САПР. Основы конструирования и технология микросборок. Компоновка РЭС как промежуточное конструктивное решение. Методы компоновки радиоаппаратуры. Определение компоновочных взаимодействий функциональных узлов, последовательность компонования РЭС.Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. Методы конструирования РЭС. Базовые несущие конструкции. Конструирование ячеек, блоков, стоек. Учет требований эргономики и дизайна при конструировании РЭС.

Согласована на портале № 22646

– Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. Классификация конструкторско-технологических методов реализации электрических соединений в РЭС. Перспективные способы электромонтажа.

– Классификация климатических факторов внешней среды. Влияние климатических факторов на РЭС, воздействие на элементную базу температуры, влажности, атмосферного давления, морских солей в атмосфере. Воздействие песка и пыли, солнечной радиации, биологических факторов. Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды. Выбор материалов и покрытий при проектировании РЭС. Общая характеристика теплообмена в РЭС. Законы теплопроводности, конвекции и излучения, сложный теплообмен. Процессы теплообмена при работе РЭС и при взаимодействии РЭС с окружающей средой. Системы обеспечения допустимого теплового режима, основы обеспечения тепловых режимов РЭС.

– Классификация объектов-носителей радиоаппаратуры. Вибрации, удары, линейные перегрузки, комплексные механические воздействия. Физический анализ динамических свойств конструкции РЭС. Расчет динамических характеристик конструкций РЭС. Выбор систем амортизации для различных конструкций. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий.

– Паразитные электрические связи, наводки, непреднамеренные помехи в конструкциях РЭС. Эквивалентные схемы паразитных связей. Принципы экранирования электрических и магнитных по¬лей. Развязывание цепей и фильтрация. Конструирование РЭС с учетом обеспечения электромагнитной совместимости. Воздействие ионизирующих излучений на РЭС. Виды излучений, физические процессы в материалах и элементах конструкций при воздействии излучения. Основы защиты конструкций РЭС от ионизирующих излучений. Основные принципы конструирования РЭС, стойких к излучениям.

– Основы теории надежности РЭС. Термины и определения. Причины возникновения отказов РЭС. Показатели надежности неремонтируемых и ремонтируемых РЭС. Методика расчета показателей надежности РЭС. Общие принципы обеспечения надежности. Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования,

– производства и эксплуатации. Резервирование.

– Виды технологических процессов. Технологические процессы и качество РЭС. Основы проектирования технологических процессов. Типовые технологические процессы изготовления конструктивов РЭС. Прогрессивные методы обработки и формообразования. Базовые технологические процессы в производстве РЭС.

– Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. Использование современных САПР при проектировании радиоэлектронных средств. Базы данных САПР в проектировании РЭС.

– Основы контроля и управление качеством. Качество конструкции РЭС и возможность его оценки. Обеспечение качества

– функционирования РЭС. Основные понятия выборочного контроля качества РЭС. Приемочный и браковочный уровни качества. Расчет и оценка показателей качества РЭС. Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектронной

– аппаратуры. Роль проведения испытаний в повышении качества конструкций РЭС.

3.9 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– - Порядок составления технического задания на разработку РЭС;
– - Анализ элементной базы конструкторского проекта.
– - Определение массы и габаритов изделий РЭС;
– - Компонование блока РЭС;
– - Компонование лицевой панели РЭС.
– - Расчет толщины влагозащитного покрытия элементов РЭС
– - Выбор и расчет параметров амортизаторов РЭС;
– - Расчет собственной частоты функционального узла РЭС.
– - Расчет надежности функционального узла РЭС;
– - Расчет теплового режима блока РЭС.

Согласована на портале № 22646

– - Выполнение конструкторской документации на функциональный узел РЭС.

3.10 Темы расчетных работ

– 1. (стр. 164) Определите интенсивность отказов χ на промежутке времени Δt=5 ч., если известно, что в начальный момент времени находилось 56 исправных элементов, а к концу 49. (ответ введите в 1/час в виде десятичной дроби. Дробную часть отделить запятой) 2. (стр. 45) Определите тепловое сопротивление пластины толщиной 10мм, длиной 50мм, шириной 50мм. Коэффициент теплопроводности материала 100 Вт/м2К (только цифру). Дробную часть от целой отделяйте точкой. 3. (стр.170) Определить рабочий ток транзистора Iр, если коэффициент нагрузки транзистора Кн=0,57 , а предельно допустимый ток Iмах = 210 мА. 4. (стр.65) Определите перегрузку n при вибрации, если амплитуда вибрации А=10 мм, а частота вибрации f=10 Гц. 5. (стр.149) Рассчитать индуктивность L катушки дросселя в цепи фильтрации, если длина катушки l=12 см, число витков n=30, диаметр катушки D=5 см. Ответ ввести в мкГн с точностью до десятых (только число), отделять целую часть точкой. 6. (стр. 171) Определите вероятность безотказной работы p(t) за время t=1000 ч, если интенсивность отказов равна 1/ч. В ответ введите число, отделяя целую часть от дробной точкой. 7. (стр. 161) Определите эффективность безотказной работы блока Pi, состоящего из 120 элементов, если за время t число отказавших элементов n=8. В ответ введите только число. Дробную часть отделяйте от целой точкой. 8. (стр. 109) Чему равно характеристическое сопротивление электромагнитной волны (ЭМВ), если магнитная проницаемость μа=1000, а диэлектрическая проницаемость равна 4? Ответ дать в Омах (только числа). 9. (стр.54) Во сколько раз увеличится теплообмен излучением, если значение коэффициента черноты материала ε увеличить в 4 раза?

3.11 Темы лабораторных работ

– - Разработка в системе САПР конструкции функционального узла РЭС;

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Основы проектирования электронных средств : учебное пособие: В 2 разделах / В. А. Илюшкин ; ТУСУР. Раздел 1. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : В-Спектр, 2007. - 158 с. Раздел 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : В-Спектр, 2007. - 160 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 81 экз.)

2. Основы проектирования электронных средств: Учебное пособие / Козлов В. Г., Черныш ев А. А., Кобрин Ю. П. - 2012. 149 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2783, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования: Учебное методическое пособие / Е. Ф. Жигалова; -Томск: ТУСУР, 2007. - 182 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

2. Уваров А.С. P-CAD. Проектирование и конструирование электронных устройств / А. С. Уваров. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004. - 760 с . (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

3. Ненашев А. П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учебник для вузов / - М. : Высшая школа, 1990. - 431с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

4. Конструирование радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов / В. Ф. Борисов и др.; под ред. А.С.Назаров.- М.: Издательство МАИ, 1996. – 376 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Расчет толщины влагозащитных покрытий деталей РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1040, свободный.

2. Расчет собственной частоты печатного узла РЭС: Методическое пособие для выполне-

Согласована на портале № 22646

ния практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 4 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1043, свободный.

3. Расчёт теплового режима блока РЭС : Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1044, свободный.

4. Выбор и расчет системы амортизации блока РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1045, свободный.

5. Определение массогабаритных показателей конструкции блока РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1046, свободный.

6. Расчёт надёжности функционального узла РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1047, свободный.

7. Разработка конструкции функционального узла РЭС в системе САПР PCAD: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2010. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1049, свободный.

8. Информационные технологии проектирования РЭС: Методические указания по самостоятельной работе / Кобрин Ю. П. - 2013. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2946, свободный.

9. Знакомство с системой автоматизированного проектирования печатных плат P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2614, свободный.

10. Создание электрических схем графическим редактором P-CAD Schematic: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 46 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2608, свободный.

11. Формирование компонентов РЭС с помощью диспетчера библиотек P-CAD Library Executive: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2609, свободный.

12. Разработка посадочных мест для монтажа конструктивных элементов на печатной плате в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 83 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2610, свободный.

13. Создание условных графических обозначений радиоэлементов в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 60 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2611, свободный.

14. Организация и ведение библиотек радиоэлементов в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2612, свободный.

15. Автоматическая трассировка проводников печатных плат в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2605, свободный.

16. Ручная и интерактивная трассировки проводников печатных плат в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин Ю. П. - 2012. 51 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2606, свободный.

17. Диалоговое размещение электрорадиоэлементов в P-CAD: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии проектирования РЭС» / Кобрин

Согласована на портале № 22646

Ю. П. - 2012. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2607, свободный.

18. Altium Designer. SolidWorks. Часть 1. Разработка элементной базы: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Озеркин Д. В. - 2012. 66 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1556, свободный.

19. Altium Designer. SolidWorks. Часть 2. Схемотехническое проектирование: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Озеркин Д. В. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1554, свободный.

20. Altium Designer. SolidWorks. Часть 3. Топологическое проектирование: Сборник практических заданий по проектированию печатных узлов РЭС / Озеркин Д. В. - 2012. 95 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1558, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. https://www.yandex.ru/ - поиск информации в интернете с учётом русской морфологии и возможностью регионального уточнения;
2. 2. https://www.google.ru/ - первая по популярности крупнейшая мультиязычная поисковая система интернета;
3. 3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 18 млн научных статей и публикаций.URL: http://www.elibrary.ru (доступ свободный);
4. 4. Электронная библиотека «Лань» Ресурс включает в себя электронные версии книг по математике, физике, инженерным наукам, экономике и менеджменту, праву и юриспруденции. URL: http://e.lanbook.com/ (доступ свободный).

Согласована на портале № 22646