**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): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический 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 | 28 | 28 | часов |
| 2 | Практические занятия | 44 | 44 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 72 | 72 | часов |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 15 | 15 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 36 | 36 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е |

Зачет: 8 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5275

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «20» 11 2016 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 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

| | | |
|---|---|---|
| ст.преподаватель каф. КИПР | _____ | Кондаков А. К. |
| Заведующий обеспечивающей каф. КИПР | _____ | Карабан В. М. |

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

| | | |
|---|---|---|
| Декан РТФ | _____ | Попова К. Ю. |
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | _____ | Шарангович С. Н. |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. КИПР | _____ | Кобрин Ю. П. |
| доцент каф. КИПР | _____ | Чернышов А. А. |

Согласована на портале № 5275

## 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 специалистов по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» 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 радиоэлектронных средств;

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

–

–

## 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, Проектирование радиотехнических систем, Радиоматериалы и радиокомпоненты, Устройства приема и обработки сигналов, Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных систем.

Последующими дисциплинами являются: .

## 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

Согласована на портале № 5275

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.

– **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) | 72 | 72 |
| Лекции | 28 | 28 |
| Практические занятия | 44 | 44 |
| Из них в интерактивной форме | 15 | 15 |
| Самостоятельная работа (всего) | 36 | 36 |
| Проработка лекционного материала | 12 | 12 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 24 | 24 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |

Согласована на портале № 5275

| | | |
|---|---|---|
| Общая трудоемкость час | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 3.0 | 3.0 |

## 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 | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Введение | 1 | 0 | 0 | 1 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 2 | Методологические основы конструирования РЭС. | 2 | 4 | 3 | 9 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 3 | Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. | 2 | 6 | 6 | 14 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 4 | Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. | 2 | 2 | 2 | 6 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 5 | Основы защиты РЭС от воздействия климатических факто¬ров окружающей среды. | 3 | 2 | 3 | 8 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 6 | Объекты - носители и защита РЭС от механических воздействий. | 3 | 4 | 5 | 12 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 7 | Основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех и ионизирующих излучений. | 3 | 0 | 1 | 4 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 8 | Основы надежности конструкций РЭС. | 4 | 4 | 4 | 12 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 9 | Базовые технологические процессы в производстве РЭС. | 2 | 0 | 1 | 3 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 10 | Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. | 4 | 22 | 10 | 36 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 11 | Контроль, испытания и обеспечение качества проектируемых РЭС. | 1 | 0 | 1 | 2 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| 12 | Заключение. | 1 | 0 | 0 | 1 | ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 28 | 44 | 36 | 108 | |

Согласована на портале № 5275

**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 Введение | Цель изучения дисциплины, её структура и задачи, связь с другими дисциплинами специальности. Единство процесса схемотехнического проектирования, конструирования и технологии производства РЭС, его связь с научно-техническим прогрессом. Вклад отечественных ученых в теорию и практику радиоэлектронного приборостроения. | 1 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 1 | |
| 2 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. | 2 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 2 | |
| 3 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 P-CAD. Основы конструирования и технология микросборок. Компоновка РЭС как промежуточное конструктивное решение. Методы компоновки | 2 | ОПК-4, ПК-7 |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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. | | |
| | Итого | 2 | |
| 4 Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. | Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. Классификация конструкторско – технологических методов реализации электрических соединений в РЭС. Перспективные способы электромонтажа. | 2 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Основы защиты РЭС от воздействия климатических факто¬ров 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. | 3 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 3 | |
| 6 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 | 3 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | конструкций. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий. | | |
| | Итого | 3 | |
| 7 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 воздействии излучения. Основы защиты конструкций РЭС от ионизирующих излучений. Основные принципы конструирования РЭС, стойких к излучениям. | 3 | ОПК-4, ПК-7 |
| | Итого | 3 | |
| 8 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. | 4 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 9 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. | 2 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 2 | |
| 10 Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. | Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. Использование современных САПР при | 4 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | проектировании радиоэлектронных средств. Базы данных САПР в проектировании РЭС. | | |
| | Итого | 4 | |
| 11 Контроль, испытания и обеспечение качества проектируемых 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. | 1 | ОПК-4, ПК-7 |
| | Итого | 1 | |
| 12 Заключение. | Проблемы и тенденции создания конструкций современных радиоэлектронных устройств. Перспективы в конструировании и технологии РЭС. Конструирование РЭС в условиях применения гибких автоматизированных производств (ГАП ). Конструкции РЭС с использованием микропроцессоров и микроконтроллеров. Интеграция в проектировании РЭС ГАП и САПР. Применение в конструкциях РЭС новейших физических принципов и явлений. | 1 | ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 28 | |

**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 представ-лены 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 | 11 | 12 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Инженерная и компьютерная графика | | + | + | | | | | | | + | | |
| 2 | Основы компьютерного | | + | + | | + | + | | + | + | + | | |

Согласована на портале № 5275

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | проектирования РЭС | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Проектирование радиотехнических систем | + | + | + | | | | + | + | + | | | + |
| 4 | Радиоматериалы и радиокомпоненты | | + | + | + | | + | | + | + | | + | |
| 5 | Устройства приема и обработки сигналов | | + | | + | + | + | + | + | | + | + | |
| 6 | Электропреобразовательные устройства радиоэлектронных 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 | Самостоятельная работа | |
| ОПК-4 | + | + | + | Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Реферат |
| ПК-7 | + | + | + | Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Реферат |
| ПК-8 | + | + | + | Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Реферат |

Согласована на портале № 5275

## 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 лекции | Всего |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| Выступление студента в роли обучающего | 1 | 1 | 2 |
| Решение ситуационных задач | 1 | 1 | 2 |
| Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением | 2 | 1 | 3 |
| Презентации с использованием раздаточных материалов с обсуждением | 2 | 2 | 4 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | 3 | 1 | 4 |
| Итого за семестр: | 9 | 6 | 15 |
| Итого | 9 | 6 | 15 |

## 7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 2 Методологические основы конструирования РЭС. | - Порядок составления технического задания на разработку РЭС;- Анализ элементной базы конструкторского проекта | 4 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. | - Определение массы и габаритов изделий РЭС;- Компонование блока РЭС;- Компонование лицевой панели РЭС | 6 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. | - Электромонтаж РЭС | 2 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Основы защиты РЭС от воздействия климатических | - Расчет толщины влагозащитного покрытия элементов РЭС | 2 | ОПК-4, ПК-7, ПК- |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| факто¬ров окружающей среды. | Итого | 2 | 8 |
| 6 Объекты - носители и защита РЭС от механических воздействий. | - Выбор и расчет параметров амортизаторов РЭС;- Расчет собственной частоты функционального узла РЭС | 4 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Основы надежности конструкций РЭС. | - Расчет надежности функционального узла РЭС;- Расчет теплового режима блока РЭС | 4 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 10 Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. | - Разработка в системе САПР P-CAD 2006 конструкции функционального узла РЭС;- Выполнение конструкторской документации на функциональный узел РЭС | 22 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 |
| | Итого | 22 | |
| Итого за семестр | | 44 | |

## 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 | | | | |
| 2 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 | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 3 Проектирование конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Расчетная работа, Собеседование |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-4, ПК-7 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Расчетная работа, Собеседование |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 2 | | |

Согласована на портале № 5275

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 Основы защиты РЭС от воздействия климатических факто¬ров 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, Расчетная работа, Собеседование |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 6 Объекты - носители и защита РЭС от механических воздействий. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию, Расчетная работа, Собеседование |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 7 Основы защиты РЭС от воздействия непреднамеренных помех и ионизирующих излучений. | Проработка лекционного материала | 1 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях |
| | Итого | 1 | | |
| 8 Основы надежности конструкций РЭС. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Расчетная работа, Реферат |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 9 Базовые технологические процессы в производстве РЭС. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-7, ПК-8 | Опрос на занятиях, Собеседование |
| | Итого | 1 | | |
| 10 Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-7, ПК-8, ОПК-4 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Расчетная работа, Собеседование |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 11 Контроль, испытания и обеспечение качества проектируемых РЭС. | Проработка лекционного материала | 1 | ОПК-4, ПК-7, ПК-8 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Собеседование |
| | Итого | 1 | | |
| Итого за семестр | | 36 | | |
| Итого | | 36 | | |

**9.1. Тематика практики**

1. - Расчет надежности функционального узла РЭС;
2. - Расчет теплового режима блока РЭС .
3. - Определение массы и габаритов изделий РЭС;
4. - Компонование блока РЭС;
5. - Компонование лицевой панели РЭС
6. - Разработка в системе САПР P-CAD 2006 конструкции функционального узла РЭС;
7. - Выполнение конструкторской документации на функциональный узел РЭС

Согласована на портале № 5275

8. - Выбор и расчет параметров амортизаторов РЭС;
9. - Расчет собственной частоты функционального узла РЭС
10. - Расчет толщины влагозащитного покрытия элементов РЭС
11. - Электромонтаж РЭС

### 9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

12. - Порядок составления технического задания на разработку РЭС;
13. - Анализ элементной базы конструкторского проекта

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Конспект самоподготовки | 3 | 4 | 4 | 11 |
| Опрос на занятиях | 8 | 6 | 4 | 18 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Расчетная работа | 7 | 5 | 5 | 17 |
| Реферат | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Собеседование | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Итого максимум за период | 36 | 33 | 31 | 100 |
| Нарастающим итогом | 36 | 69 | 100 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|

Согласована на портале № 5275

| | | |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

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

### 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.)
5. Справочник конструктора РЭА. Общие принципы конструирования. Под ред. Варламова Р.Г. - М.: Советское радио, 1980. – 478 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 67 экз.)
6. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры: учебное пособие / Л. Л. Роткоп, Ю. Е. Спокойный. - М.: Советское радио, 1976. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

### 12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Основы проектирования электронных средств: Учебное пособие / Козлов В. Г., Чернышев А. А., Кобрин Ю. П. - 2012. 149 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2783, свободный.
2. Расчет толщины влагозащитных покрытий деталей РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1040, свободный.
3. Расчет собственной частоты печатного узла РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 4 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1043, свободный.
4. Расчёт теплового режима блока РЭС : Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1044, свободный.
5. Выбор и расчет системы амортизации блока РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим

Согласована на портале № 5275

доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1045, свободный.

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

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

8. 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: http://edu.tusur.ru/publications/1049, свободный.

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

### 12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. - Google
2. - Пакет прикладных программ «PCAD 2006»;
3. - Пакет прикладных программ «MathCad 14»;
4. - Пакет прикладных программ «Microsoft Office 2010».

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Указанное программное обеспечение имеется на компьютерном оборудовании в учебной лаборатории автоматизированного проектирования кафедры КИПР (ауд. 403 гл. к.) и компьютерном классе (ауд. 302 гл.к.).

Учебная лаборатория автоматизированного проектирования кафедры КИПР и компьютерный класс включены в сеть INTERNET, оснащены 20 современными компьютерами, мультимедийным проектором TOSHIBA TDP-T350, широкоформатным плазменным телевизором PS-50C7HR, что позволяет качественно доносить студентам необходимую информацию по дисциплине.

## 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## 15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 5275

**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): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

- ст.преподаватель каф. КИПР Кондаков А. К.

Зачет: 8 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5275

## 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. ; |
| 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 № 5275

| | | |
|---|---|---|
| | | Должен 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. ;<br>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 знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует 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 – техно-логическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической | - современными программными средствами подготовки конструкторско – технологической документации; - типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем; |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | документации; | |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Расчетная работа;<br>• Реферат;<br>• 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. ;<br>• • - основные факторы, обуславливающие конструкцию РЭС; • - особенности конструкций и технологии производства РЭС; • - | • • - 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 | • • - современными программными средствами выполнения конструкторско – технологической документации на проектируемую радиоэлектронную аппаратуру. ;<br>• • - современными программными средствами выполнения конструкторско – технологической документации на проектируемую радиоэлектронную аппаратуру. ;<br>• • - современными программными средствами выполнения конструкторско – технологической |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | типовые программные средства для автоматизации проектирования конструкций радиоэлектронных устройств. ;<br>• • - основные факторы, обуславливающие конструкцию РЭС; • - особенности конструкций и технологии производства РЭС; • - типовые программные средства для автоматизации проектирования конструкций радиоэлектронных устройств. ; | средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами. ;<br>• • - 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. ;<br>• • - 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 | документации на проектируемую радиоэлектронную аппаратуру. ; |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами. ; | |
| 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 технической документации.;<br>• • - 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.;<br>• • - основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем на базе системного подхода, включая этапы | • • - грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами. ;<br>• • - грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами. ;<br>• • - грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и | • • - современными программными средствами подготовки. конструкторско – технологической документации;;<br>• • - современными программными средствами подготовки. конструкторско – технологической документации;;<br>• • - современными программными средствами подготовки. конструкторско – технологической документации;; |

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

Согласована на портале № 5275

**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;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• Зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Расчетная работа;<br>• Реферат;<br>• Зачет; |

Согласована на портале № 5275

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. ;<br>• • - 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, | • • - грамотно пользоваться методическими и | • • - современными программными средствами подготовки. |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем на базе системного подхода, включая этапы системного, схемного, конструкторского и технологического проектирования, требования стандартизации технической документации. ; | нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами.;<br>• • - грамотно пользоваться методическими и нормативными материалами по конструированию и технологии производства радиоэлектронных средств, технической и справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами.; | конструкторско – технологической 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. ;<br>• • - правильно оформлять конструкторско - технологическую документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; • - применять действующие стандарты, положения и | • • - возможностью применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования радиотехнических устройств; ; |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | инструкции по оформлению технической документации. ; | |

**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;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Расчетная работа;<br>• Реферат;<br>• Зачет; |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• Зачет; | самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Реферат;<br>• Собеседование;<br>• 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. ;<br>• • - 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;;<br>• • - современными средствами контроля качества конструкторско – технологической документации;; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • • - пути повышения надежности и долговечности радиоэлектронных | • • - правильно оформлять конструкторско - технологическую | • • - возможностью применять компьютерные системы и пакеты прикладных |

Согласована на портале № 5275

| | | | |
|---|---|---|---|
| | устройств; • - типовые программные средства для автоматизации конструкторского и технологического проектирования радиоэлектронных устройств. ; | документацию (графическую и текстовую) согласно требованиям ЕСКД; • - применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации. ; | программ при контроле выпуска документации в процессе проектирования и конструирования радиотехнических устройств.; • • - возможностью применять компьютерные системы и пакеты прикладных 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 системе САПР P-CAD 2006 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

– (Ссылка на страницы в начале вопроса указывает на литературу: А.П.Бацула «Конструирование радиоэлектронных систем», уч. пособие, ТУСУР, 2002г) 1. (стр. 14) Каково назначение этапа проектирования «Технический проект»? а) разработка схемной части устройства; б) выполняются варианты возможных решений и их конструкторская проработка; в) разработка окончательных технических решений дающих полное представление об устройстве РЭС. 2. (стр. 19) Какие группы РЭС входят полностью в категорию наземной РЭС? а) бытовая, переносная, транспортируемая, автономная; б) стационарная, возимая, носимая и портативная; в) стационарная, гражданская, военная, подповерхностная. 3. (стр. 65) Какие основные виды воздействия возникают при механических нагрузках? а) ударные нагрузки, вибрации, тряска; б) ударные нагрузки, время действия, ускорение; в) вибрации, удар, линейные ускорения. 4. (стр. 128) Как изменяется эффективность экранирования электромагнитного экрана при его заземлении? а) увеличивается; б) не меняется; в) уменьшается. 5. (стр. 145) Чем определяется эффективность фильтрации? а) частотным диапазоном; б) полосой пропускания фильтра; в) вносимым затуханием; г) качеством заземления сети фильтрации. 6. (стр. 155) К какому виду и типу схем относится схема А3? а) принципиальная оптическая; б) структурная энергетическая; в) объединённая автоматизации; г) принципиальной автоматизации. 7. (стр. 17) Какие документы являются обязательными на стадии разработки рабочей документации? а) чертёж детали, сборочный чертёж, спецификация; б) чертёж общего вида, спецификация, пояснительная записка; в) сборочный чертёж, чертёж общего вида, спецификация. 8. (стр. 19) Какие категории РЭС установлены классификацией? а) самолётные, судовые, возимые, стационарные; б) корабельные, космические, портативные, возимые; в) бортовые, морские, наземные, бытовые; г) судовые,

Согласована на портале № 5275

стационарные, буйковые, бытовые. 9. (стр. 24) Что такое печатный узел? а) контактная площадка с размещением в ней вводом ЭРЭ; б) печатные проводники совместно с контактными проводами; в) ПП с размещением на ней навесными ЭРЭ; г) точка пересечения печатных проводников и контактных проводов. 10. (стр. 43) Удельный тепловой поток будет увеличиваться (при P = const), если: а) увеличить площадь нагретого тела б) уменьшить площадь нагретого тела; в) уменьшить мощность теплового потока. 11. (стр. 78) Сколько этапов содержит расчёт системы амортизации? а ) 2; б) 3; в) 4; г) 5. 12. (стр. 106) Если электромагнитное поле не зависит от времени и нет перемещения зарядов (j = 0), divD = , какое это поле? а) квазистационарное; б) СВЧ; в) электростатическое; г) магнитное; д) переменное электромагнитное. 13. (стр. 135) При расчёте перфорированного экрана, какое основное ограничение необходимо строго учитывать? а) соотношение между толщиной экрана и проводимостью; б) соотношение между размером и шагом отверстий; в) соотношение между размером, шагом отверстия и частотой; г) соотношение между размером, шагом отверстия и числом отверстий. 15. (стр. 156) На какой угол разрешается при выполнении схем поворачивать условное обозначение, по сравнению с изображением, приведённом в стандарте? а) разрешается поворачивать на угол 30 градусов; б) разрешается поворачивать на угол кратный 10 градусам; в) не разрешается; г) разрешается поворачивать на угол кратный 45 градусам; д) разрешается поворачивать на угол 45 градусов; 16. (стр. 13) Какие этапы проектной работы содержит стадия разработки «Эскизный проект»? а) разработка проекта с присвоением КД литеры «О»; б) разработка и утверждение технического предложения по результатам анализа ТЗ и литературы с присвоением КД литеры «Э»; в) разработка проекта с присвоением КД литеры «Э»; г) изготовление и заводские испытания опытного образца с присвоением КД литеры «Т». 17. (стр. 19) Какие группы РЭС полностью входят в категорию морской РЭС? а) корабельная, подводная, автономная; б) судовая, подводная, стационарная; в) корабельная, буйковая, судовая; г) береговая, буйковая, глубинная. 18. (стр. 29) Какие шаги координатной сетки ПП допускаются? а) 1,5 мм 1,75 мм 2,25 мм; б) 1,25 мм 0,625 мм; в) 1,35 мм 0,35 мм; г) 1,75 мм 0,75 мм 0,31 мм. 19. (стр. 124) Как изменяется эффективность экранирования электростатического экрана от толщины? а) увеличивается; б) не меняется; в) уменьшается. 20. (стр. 19) Какие группы РЭС входят в категорию бортовых РЭС? а) самолётные, вертолётные, ракетные, космические; б) спутниковые, судовые, автомобильные, танковые; в) корабельные, подводные, возимые, автономные. 21. (стр. 24) Какие существуют типы конструкций ОПП? а) с металлизацией монтажных отверстий; б) с металлизацией переходных отверстий; в) без металлизации монтажных и переходных отверстий; г) с навесным монтажом. 22. (стр. 71) Какими характеристиками описываются амортизаторы? а) статическим и демпфирующим; б) статическим и динамическим; в) демпфирующим и динамическим; г) жесткостью и демпфированием. 23. (стр. 115) Как меняется величина характеристического сопротивления магнитной составляющей электромагнитного поля в ближней зоне при удалении от источника? а) не меняется; б) уменьшается; в) увеличивается; г) изменяется по гармоническому закону. 24. (стр.15) Каково назначение этапа «Опытный образец»? а) разработка вариантов схемотехнического и конструкторского построения РЭС б) создание и отработка полного комплекта КД на РЭС в) разработка окончательных технических решений, дающих полное представление об устройстве и составе РЭС 25. (стр.203) К какой РЭС относятся по требованиям жесткости эксплуатации воздействие пониженного атмосферного давления P=(0…101)·108Па, устойчивость к синусоидальным вибрациям ΔF=1,5…2500 Гц, ускорения 4,9…58,9 м/с2, время выдерживания tвыд=0,5 час? а) судовая б) стационарная в) космическая г) вертолетная д) носимая 26. (стр. 29) Каков основной шаг координатной сетки ПП? а) 1 мм; б) 3 мм; в) 2,5 мм; г) 0,5 мм; д) 1 мм. 27. (стр. 162) Как изменяется интенсивность отказов при увеличении числа элементов в изделии? а) не меняется; б) увеличивается пропорционально суммарной надёжности от числа элементов; в) увеличивается пропорционально произведению надёжности от числа элементов; г) уменьшается пропорционально суммарной надёжности от числа элементов; д) уменьшается пропорционально произведению надёжности от числа элементов. 28. (стр. 25) Какие существуют типы конструкций ДПП? а) односторонние с металлизацией монтажных отверстий; б) двухсторонние с металлизацией переходных отверстий; в) двухсторонние без металлизации монтажных и переходных отверстий; г) двухсторонние с металлизацией монтажных отверстий; д) двухсторонние с навесным монтажом. 29. (стр.129) Возможно ли применение немагнитных металлов ( = 1) для

Согласована на портале № 5275

экранирования переменного магнитного поля? а) возможно для всех частот; б) возможно только для низких частот; в) возможно только для средних частот; г) возможно только для ВЧ; д) невозможно. 30. (стр. 149) Можно ли применять фильтры и экраны совместно? а) нельзя; б) можно, но только на ВЧ; в) необходимо; г) не имеет значения.

### 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. 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 Темы домашних заданий

– (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 = 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, = 30 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 В 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 10 МГц, если μr=1, ρ=10-7 Ом·м, толщина экрана d=1мм. 8. (стр. 69) Определите собственную резонансную частоту fo, если статическая деформация 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.

### 3.5 Темы индивидуальных заданий

– - Определение массы и габаритов изделий РЭС;
– - Компонование блока РЭС;
– - Компонование лицевой панели РЭС
– - Разработка в системе САПР P-CAD 2006 конструкции функционального узла РЭС;
– - Выполнение конструкторской документации на функциональный узел РЭС
– - Расчет надежности функционального узла РЭС;
– - Расчет теплового режима блока РЭС .

Согласована на портале № 5275

– - Расчет толщины влагозащитного покрытия элементов РЭС
– - Электромонтаж РЭС
– - Выбор и расчет параметров амортизаторов РЭС;
– - Расчет собственной частоты функционального узла РЭС

### 3.6 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.

### 3.7 Темы опросов на занятиях

– Проблемы и тенденции создания конструкций современных радиоэлектронных устройств. 2. Системный подход - методологическая основа проектирования конструкций и технологий РЭС. Методы проектирования современных радиоэлектронных средств. 3. Нормативная база проектирования, конструкторские документы, виды и комплектность, обозначение. Основные направления стандартизации в конструировании РЭС. 4. Испытания РЭС. Методы и приемы испытаний радиоэлектронной аппаратуры. 5. 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. 6. Основные способы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды. Выбор материалов и покрытий при проектировании РЭС. 7. Общая характеристика теплообмена в РЭС. 8. Системы автоматизированного проектирования конструкций и технологий РЭС. 9. Типовые технологические процессы изготовления конструктивов РЭС. 10. Пути повышения надежности РЭС на этапах проектирования, конструирования, производства и эксплуатации. 11. Паразитные электрические связи, наводки, непреднамеренные помехи в конструкциях РЭС. 12. Основные способы защиты конструкций РЭС от механических воздействий. 13. Электрические соединения и монтаж в конструкциях РЭС. 14. Методы компоновки радиоаппаратуры. Особенности проектирования конструкций РЭС различных уровней и функционального назначения. 15. Методы конструирования РЭС. Базовые несущие конструкции. 16. Конструирование ячеек, блоков, стоек.

### 3.8 Темы расчетных работ

– (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

Согласована на портале № 5275

перегрузку n при вибрации, если амплитуда вибрации A=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 = 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 = 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?

### 3.9 Темы лабораторных работ

– - 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 P-CAD 2006 конструкции функционального узла РЭС - Выполнение конструкторской документации на функциональный узел РЭС - Определение массы и габаритов изделий РЭС; - Компонование блока РЭС; - Компонование лицевой панели РЭС

### 3.10 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.

## 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., Чернышев А. А., Кобрин Ю. П. - 2012. 149 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2783, свободный.

3. Основы проектирования электронных средств: Учебное пособие / Козлов В. Г., Чернышев А. А., Кобрин Ю. П. - 2012. 149 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://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

Согласована на портале № 5275

- 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.)

5. Справочник конструктора РЭА. Общие принципы конструирования. Под ред. Варламова Р.Г. - М.: Советское радио, 1980. – 478 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 67 экз.)

6. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры: учебное пособие / Л. Л. Роткоп, Ю. Е. Спокойный. - М.: Советское радио, 1976. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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

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

3. Расчет собственной частоты печатного узла РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 4 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1043, свободный.

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

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

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

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

8. 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: http://edu.tusur.ru/publications/1049, свободный.

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

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. - Google
2. - Пакет прикладных программ «PCAD 2006»;
3. - Пакет прикладных программ «MathCad 14»;
4. - Пакет прикладных программ «Microsoft Office 2010».

Согласована на портале № 5275