

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы  
при изучении дисциплины (модуля)**

<b>Дисциплина</b>	<b>Б1.О.29 Основы конструирования и технологии производства радио- электронных средств</b> <small>код и наименование дисциплины</small>
<b>Специальность</b>	<b>11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы</b> <small>код и наименование специальности</small>
<b>Специализация</b>	<b>Радиоэлектронные системы передачи информации</b> <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
<b>Разработчик</b>	<b>Доцент Холодов Г.Г.</b> <small>уч.степень, уч. звание, должность, ФИО</small>

Мурманск  
2019

Составитель – Холодов Геннадий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования 19 ноября 2019 г., протокол № 8.

**1. Целью дисциплины (модуля)** «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств» является подготовка инженеров в соответствии с Профстандартом 06.005 Инженер-радиоэлектронщик, квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

**2. Задачи дисциплины:**

1. дать необходимые знания для обеспечения базовой подготовки, необходимой для успешного изучения специальных дисциплин;
2. изучение дисциплины должно заложить систему понятий в области радиотехники.

**3. Содержание дисциплины**

1. Системный подход к конструированию РЭС.
2. Основные понятия и определения. Системный анализ РЭС. Классификация параметров РЭС.
3. Этапы системного подхода при проектировании конструкций и технологий РЭС. Основные принципы системного подхода к проектированию РЭС. Порядок и этапы разработки радиоэлектронной аппаратуры.
4. Разработка и постановка в производство РЭС. Модели работ. Главные этапы работ.
5. Научно-исследовательская разработка. Виды научно-исследовательских работ. Этапы НИР. Патентные исследования. Выполнение НИРГ. Опытно-конструкторская разработка. Этапы опытно-конструкторской разработки.
6. Подготовка производства на заводе-изготовителе. Подготовка производства – заключительная часть инновационного процесса. Пробный маркетинг. Конструкторская подготовка производства подготовка производства.
7. Отработка изделий на технологичность. Особенности создания единичных и мелкосерийных изделий Постановка на производство продукции по лицензиям Стандартизация.
8. Документооборот, базы данных. Государственная стандартизация. Конструкторская документация. Испытания РЭС.

**Перечень примерных тем расчетно-графических работ:**

1. Расчет и конструирование РЭС

**4. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» и профессиональным стандартом 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик»:

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций) <sup>1</sup>
1	ОПК-5 Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	Компетенция реализуется полностью	ОПК5.1 Знает основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. ОПК5.2 Умеет применять информационные технологии и информационно-вычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники. ОПК5.3 Владеет типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем
2	ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Компетенция реализуется полностью	ПК1.1 Знает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах. ПК1.2 Умеет пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов. ПК1.3 Владеет средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ

### Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы			
		Очная			
		Л	ПР	ЛР	СР
1	2	3	4	5	6
1.	Тема 1. Введение	2	2	2	6
2	Тема 2. Особенности конструкции электронной аппаратуры	2	2	2	6
3	Тема 3. Общая методология конструирования РЭУ	2	2	2	6
4	Тема 4 Оценка эффективности конструкции РЭУ	2	2	2	6
5	Тема 5 Конструктивное оформление и особенности монтажа ИС	2	2	2	6
6	Тема 6. Дискретные электрорадиоэлементы.	2	2	2	6
7	Тема 7. Микросборки и микроблоки.	2	2	2	6
8	Тема 8 Системы автоматизированного проектирования РЭУ.	2	2	2	6
9	Тема 9. Особенности конструкции на печатных платах	2	2	2	6
	<b>Итого за А семестр :</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>

<sup>1</sup> Для ФГОС ВО 3++

### Примерный перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов
		Очная
1	2	3
	А семестр	
1	Создание компонентов интегрированной библиотеки и выбор элементной базы для данного узла	8
2	Размещение компонентов на печатной плате и трассировка соединений	10
	<b>Итого за А семестр:</b>	<b>18</b>

### Примерный перечень практических работ

№ п\п	Темы практических работ	Количество часов
		Очная
1	2	3
	А семестр	
1	Создание электрической принципиальной схемы в Orcad	10
2	Выбор и расчет энергетических параметров схемы	8
	<b>Итого за А семестр:</b>	<b>18</b>

## 5. Методические рекомендации

### 5.1 Методические рекомендации по организации работы обучающихся во время проведения лекционных занятий

- В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для практического занятия и указания для выполнения самостоятельной работы.
- Обучающемуся, в ходе лекционных занятий, необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание изучаемой дисциплины, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве.
- Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Рекомендуется активно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

### 5.2 Методические указания к выполнению практических работ

- Практические работы сочетают элементы теоретического исследования и практических навыков. Выполняя практические работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, практически осваивая конкретные решения, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.
- Выполнение практических работ направлено на:
  - обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
  - формирование умений применять полученные знания для практической деятельности;

- развитие теоретических, аналитических, проектировочных, знаний и умений;
- выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.
- Практические занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в учебных помещениях и лабораториях, при необходимости, с использованием к сети интернет.
- Форма организации обучающихся для проведения практического занятия – групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
- Результаты выполнения практической работы оформляются обучающимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются требованиями соответствующей работы.

### **5.3 Методические указания к выполнению лабораторных работ**

- Лабораторные работы сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, так как многие теоретические определения, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.
- Выполнение лабораторных работ направлено на:
  - обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
  - формирование умений применять полученные знания в практической деятельности;
  - развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;
  - выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.
- Лабораторные занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в специальной лаборатории кафедры, оборудованной для выполнения лабораторных работ (заданий).
- Форма организации обучающихся для проведения лабораторного занятия – фронтальная, групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
- Результаты выполнения лабораторной работы оформляются обучающимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются требованиями соответствующей работы.

### **5.4 Проведение занятий в интерактивной форме**

- Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуации, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.
- Интерактивная форма обучения реализуется в виде проблемных лекций, коллективных решениях творческих задач и использовании метода проектов.
- **Проблемная лекция.** На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания обучающихся в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Разрешение проблемной ситуации происходит путем организации направления поиска ее решения, выдвижения гипотез и их проверки, решения задач различными способами, нахождения наиболее рационального пути решения и т.д.; анализа полученного результата, обсуждения противоречий или неоднозначности выводов и т.п.
- **Коллективные решения творческих задач.** Под творческими заданиями понимаются такие учебные задания, которые требуют от обучающихся не простого воспроизводства информации, а творчества, поскольку задания содержат больший или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов, несколько методов решения.

### **5.5 Методические рекомендации к самостоятельной работе**

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).
- Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.
- К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.
- В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.
- Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:
  - изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, патентной, статистической, периодической и научной информации;
  - подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
  - участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.
- Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.
- Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

### **5.5 Методические рекомендации по решению тестовых заданий**

- Тестовая система предусматривает вопросы/задания, на которые обучающийся должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность.
- При отсутствии какого-либо одного ответа на вопрос, предусматривающий множественный выбор, весь ответ считается неправильным.
- Ответы правильные выделяются в тесте подчеркиванием или любым другим символом.

### **5.6 Методические рекомендации к выполнению РГР.**

- При написании РГР обучающийся должен показать умение работать с литературой, анализировать информационные источники, делать обоснованные выводы.
  - Работа над выбранной темой требует от обучающегося знаний методологии выполнения исследования, творческого подхода, логики, аргументации изложения, отражения личного отношения к исследуемой проблеме, прилежания, профессионализма.
- Порядок выполнения РГР состоит из следующих этапов:
- подбор темы и литературы для ее выполнения;
  - разработка рабочего плана;
  - изучение специальных источников информации;
  - формирование основных теоретических положений, практических выводов и рекомендаций;

- оформление РГР в соответствии с общими требованиями к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов
- защита РГР.
- Важным этапом выполнения РГР является изучение литературных источников. Эта работа начинается с момента выбора темы РГР. В своей работе обучающийся должен показать умение использовать не только специальную техническую литературу, но и экономическую, нормативно-правовые акты, стандарты и ГОСТы.
- Список литературы должен быть оформлен в строгом соответствии с правилами библиографии. В тексте РГР обязательно должны быть ссылки на используемую литературу. Количество наименований в списке литературы должно быть не менее 15.

## **5.7 Методические рекомендации по подготовке презентации**

### **Алгоритм создания презентации:**

- 1 этап – определение цели презентации
- 2 этап – подробное раскрытие информации,
- 3 этап – основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов.

При этом:

- первый слайд – титульный, предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;
- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;
- оставшиеся слайды имеют информативный характер.

Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

### **Требования к оформлению и представлению презентации:**

- Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
- Тщательно структурированная информация.
- Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
- Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
- Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
- Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
- Графика должна органично дополнять текст.
- Выступление с презентацией длится не более 10 минут;

## **5.8 Методические рекомендации по подготовке доклада**

### **Алгоритм создания доклада:**

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

## **5.8 Методические рекомендации по выполнению контрольных работ**

- Контрольная работа является одним из видов учебной работы обучающихся и самостоятельной работы студентов-заочников, формой контроля освоения ими учебного материала по дисциплине, уровня знаний, умений и навыков.

Основные задачи выполняемой работы:

- закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- выработка навыков самостоятельной работы;
- определение степени подготовленности студента к будущей практической работе.



- Контрольная работа – это своеобразный письменный экзамен, который требует серьезной подготовки. При подготовке контрольных работ необходимо руководствоваться тематикой, которую рекомендует преподаватель, выбрав один из вариантов. Варианты контрольных работ распределяются преподавателем дисциплины.

- Письменную контрольную работу желательно представить в печатном виде, формат-А-4, шрифт-14, межстрочный интервал-1,5, поля: верхнее поле – не менее 15 мм, нижнее поле – не менее 15 мм, левое поле – не менее 30 мм, правое поле – не менее 15 мм; нумерация страниц в правом верхнем углу обязательна. Объем работы зависит от дисциплины и определяется преподавателем.

### **5.8 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена**

- Экзамен осуществляется в рамках завершения изучения дисциплины (модуля) и позволяет определить качество усвоения изученного материала, а также степень сформированности компетенций.

- Обучающиеся обязаны сдавать экзамен в строгом соответствии с утвержденными учебными планами, разработанными согласно образовательным стандартам высшего образования.

- Экзамен принимается по билетам, содержащим два вопроса. Экзаменационные билеты утверждаются на заседании кафедры.

- Экзаменатору предоставляется право задавать студентам вопросы в рамках билета, а также, помимо теоретических вопросов, предлагать задачи практико-ориентированной направленности по программе данного курса.

- При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору в начале экзамена.

- Рекомендуется при подготовке к экзамену опираться на следующий план:

1. Просмотреть программу курса, с целью выявления наиболее проблемных тем, вопросов, которые могут вызвать трудности при подготовке к экзамену.

2. Темы необходимо изучать последовательно, внимательно обращая внимание на описание вопросов, которые раскрывают ее содержание. Начинать необходимо с первой темы.

### **Вопросы для самоконтроля**

#### **по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств»**

1. Основные определения: проектирование, конструирование, конструкция, конструкторская документация.
2. Основные цели и задачи современного конструирования.
3. Этапы развития конструкций РЭС.
4. Климатическое исполнение РЭС. Варианты исполнения.
5. Типы атмосферы и климатическое исполнение РЭС.
6. Категории размещения изделий РЭС.
7. Факторы, воздействующие на РЭС: систематические, случайные, субъективные и объективные.
8. Климатические факторы внешней среды, воздействующие на РЭС.
9. Биологические, механические и радиационные факторы внешней среды, воздействующие на РЭС.
10. Технические требования, предъявляемые к РЭС.
11. Качество изделия. Показатели качества конструкции РЭС.
12. Принцип модульного конструирования аппаратуры. Основные направления.
13. Особенности модульного конструирования. Агрегатирование.
14. Базовые несущие конструкции РЭС.
15. Классификация РЭС по категориям, классам, группам.
16. Особенности проектирования наземных РЭС.
17. Особенности проектирования морских РЭС.

18. Особенности проектирования бортовых РЭС.
19. Металлические конструкционные материалы, применяемые при изготовлении РЭС.
20. Полупроводниковые материалы, используемые при изготовлении РЭС.
21. Диэлектрические материалы, используемые при изготовлении РЭС.
22. Магнитным материалам, применяемым для изготовления РЭС.
23. Единая система допусков и посадок. Основные термины и определения.
24. Посадки в системе отверстия. Посадки в системе вала.
25. Методы выбора допусков и посадок на детали и сборочные единицы.
26. Способы указания на чертежах предельных отклонений размеров.
27. Допуски на форму и взаимное расположение поверхностей.
28. Шероховатость поверхности. Параметры шероховатости.
29. Зависимость параметров шероховатости поверхности от ее эксплуатационных свойств.
30. Условное обозначение шероховатости поверхности на чертежах.
31. Технологические методы получения тонкообработанных поверхностей.
32. Печатная плата. Преимущества и недостатки печатного монтажа.
33. Конструктивно-технологические разновидности печатных плат.
34. Классы точности для выполнения размеров элементов конструкций ПП.
35. Классификация многослойных печатных плат.
36. Защита конструкций РЭС с помощью гальванических покрытий.
37. Защита конструкций герметизацией.
38. Контакты электрических соединителей.
39. Виды электрических соединений в конструкциях РЭС.
40. Разъемные соединители.
41. Учет психофизиологических факторов при разработке РЭС.
42. Обеспечение эстетических качеств РЭС.
43. Особенности внешнего оформления профессиональных и бытовых РЭС.
44. Уровни проектирования РЭС.
45. Стадии разработки конструкторской документации.
46. Комплектность конструкторской документации.
47. Виды и типы схем. Схема как конструкторский документ.
48. Правила выполнения схемы электрической принципиальной.
49. Система обозначений конструкторской документации
50. Способы влагозащиты РЭС

## **Литература:**

### **1 Основная литература**

1. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: учебное пособие для студ. вузов / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. - М.: Академия, 2007. - 368 с. : ил.
2. 2. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учебник для радиотехнич. спец. Вузов/ А.П. Ненашев. – М.: Высшая школа, 1990. – 431 с.
3. 3. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю., Шандурина Г.Ф. Инженерная и компьютерная графика. Уч-к для вузов, изд.2-е перер. и доп. – М, изд. ДМК Пресс, 2001. - 592 с.
4. 4. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю., Компьютерная технология и инженерная графика в среде AutoCAD, Уч-к для вузов, изд.2-е перер. и доп. – М, изд. ДМК Пресс, 2000.
5. 5. В.В.Жаднов, Ю.Н.Кофанов, Н.В.Малютин. Автоматизация проектных исследований надежности радиоэлектронной аппаратуры. М.: Радио и связь, 2003. - 156 с.
6. 6. Левашова Н.П. Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ: Практикум. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2005. – 128с.
7. 7. В.И. Накрайников. Конструкторские расчёты в курсовых и домашних проектах. Учебное пособие, ч.1. – Владивосток: ВГУЭС, 1997.
8. 8. В.И. Накрайников. Конструкторские расчёты в курсовых и дипломных проектах. Учебное пособие, ч.2. – Владивосток: ВГУЭС, 1997..

## **2.Дополнительная литература**

1. Стешенко В.Б. Р-CAD. Технология проектирования печатных плат. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 720 с.
2. А.С. Уваров. PCAD 2002 и SPECCTRA. Разработка печатных плат. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 544 с.
3. Макгас М.Я. Восемь уроков по Р-CAD 2001. М.:Солон-Пресс, 2003. - 226 с.
4. Елшин Ю.М. Справочное руководство по работе с подсистемой SPECCTRA в PCAD 2000. М.: СОЛОН-Р, 2002 г. - 272 с.
5. Саврушев Э. Ц. Р-CAD для Windows. Система проектирования печатных плат. Практик. Пособие. М.: ЭКОМ, 2002 г. - 320 с.
6. 6. Потапов Ю.В. Система проектирования печатных плат Protel. М.: Горячая линия - Телеком, 2003 г., 704 с.