

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИМА

Баева Л.С.  
Ф.И.О.

подпись

«23» января 2019 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина

**Б1.О.29 Основы конструирования и технологии  
производства радиоэлектронных средств**

код и наименование дисциплины

Направление подготовки/специальность

**11.05.01 Радиоэлектронные системы и**

код и наименование направления подготовки /специальности

**КОМПЛЕКСЫ**

Направленность/специализация

**специализация №2 "Радиоэлектронные системы передачи  
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы**

**информации"**

Квалификация выпускника

**специалист**

указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

К. федра-разработчик

**Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования**  
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2019

Лист согласования

1 Разработчик(и)

Доцент

РЭС и ТРО

Холодов Г.Г.

Часть 1

должность

кафедра

подпись

Ф.И.О.

Часть 2

должность

кафедра

подпись

Ф.И.О.

Часть 3

должность

кафедра

подпись

Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования

23.01.2019 г.

наименование кафедры

дата

протокол № 8

(дата, подпись)

Борисова Л.Ф.

Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

3<sup>1</sup>. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки /специальности.

Заведующий выпускающей кафедрой

наименование кафедры

дата

подпись

Ф.И.О.

<sup>1</sup> Если кафедра-разработчик является выпускающей, то пункт не заполняется.

### Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине (модулю), входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, направленности (профилю)/специализации Радиоэлектронные системы передачи информации, 2019 года начала подготовки.

Таблица 1 Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1	Титульного листа			
2	Листа утверждений	РП переутверждена на 20/21 уч.г. РП переутверждена на 21/22 уч.г.	Протокол заседания кафедры № 2 от 05.10.2020 Протокол заседания кафедры № 2 от 13.09.2021	
3	Структуры учебной дисциплины (модуля)			
4	Содержания учебной дисциплины (модуля)			
5	Методического обеспечения дисциплины (модуля)			
6	Структуры и содержания ФОС			
7	Рекомендуемой литературы			
8	Перечня интернет ресурсов (ЭБС)			
9	Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем			
10	Перечня МТО			

Дополнения и изменения внесены « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ г

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
Б1.О.29	Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств	<p><b>Цель дисциплины:</b> Подготовка инженеров-специалистов в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».</p> <p><b>Задачи дисциплины:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ознакомиться с методологическими основами проектирования конструкций и технологий РЭС; нормативной, элементной и конструктивной базами и основными стандартами конструирования РЭС;</li> <li>– изучить основы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды; непреднамеренных помех и ионизирующих излучений; теории надёжности;</li> <li>– построение моделей и алгоритмов расчётов РЭС по главным критериям работоспособности;</li> <li>– ознакомиться с методами моделирования, анализа работы, синтеза, оптимизации электрических и конструктивных параметров РЭСУ;</li> <li>– выработать практические навыки проектирования устройств различного назначения с использованием САПР.</li> </ul> <p><b>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</b></p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы радиоуправления общие принципы построения и функционирования радиоэлектронных систем управления подвижными объектами;</li> <li>– требования к радиосистемам управления подвижными объектами и отдельным их звеньям; методы проектирования, методы анализа, синтеза и оптимизации радиоэлектронных систем управления и их подсистем;</li> <li>– влияние внешних факторов, определяющих точность управления</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбрать тип радиосистемы управления, соответствующей назначению и предъявленным техническим требованиям;</li> <li>– проводить анализ тактико-технических показателей аппаратуры радиоэлектронных систем и комплексов управления подвижными объектами.</li> <li>– осуществлять обоснованный выбор структурных схем аппаратуры радиоэлектронных систем и комплексов управления;</li> <li>– анализировать требования, предъявляемые потребителем к аппаратуре радиоэлектронных систем и ком-</li> </ul>

плексов управления при решении различных практических задач;

- проводить расчет основных параметров радиосистемы управления с учетом реальных характеристик радиоканалов;
- проводить оптимизацию аппаратуры радиоэлектронных систем и комплексов управления подвижными объектами.

***Владеть:***

- навыками дискуссии по профессиональной тематике;
- терминологией в области радиоэлектронных систем и комплексов управления; информацией о новых технических решениях и новых видах радиоэлектронных систем управления;
- навыками проектирования современных радиоэлектронных систем и комплексов управления и их подсистем;
- методами оптимизации аппаратуры радиоэлектронных систем и комплексов управления.

**Содержание разделов 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. Опытноконструкторская разработка. Этапы опытноконструкторской 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.

**Реализуемые компетенции:**

**ФГОС**

ОПК-5, ПК-1

Профстандарт 06.005 Инженер-радиоэлектронщик

**Формы промежуточной аттестации:**

Семестр А– зачёт; РГР.

## Пояснительная записка

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденного 09.02.2018, приказ № 94, профессионального стандарта 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.05.2014 № 315н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 09.06.2014 № 32622), с изменениями, внесенными приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.12.2016 № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13.01.2017 № 45230), учебного плана в составе ОПОП по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», специализации Радиоэлектронные системы передачи информации, 2019 года начала подготовки, 2019 года начала подготовки, утвержденного Ученым советом ФГБОУ ВО «МГТУ» (протокол № 7 от 28.02.2019 г).

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

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

#### Задачи:

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

### 3. 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»:

Таблица 3.1. – Компетенции ФГОС ВО, формируемые дисциплиной «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций) <sup>3</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	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.

<sup>3</sup> Для ФГОС ВО 3++

	методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ		ПК1.3 Владеет средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ
--	---	--	---

**Таблица 3.2. - Обобщённые трудовые функции профессионального стандарта 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик», формируемые дисциплиной «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств»**

№ п/п	Вид деятельности	Трудовая функция из ПС, на основе которой сформулирован индикатор (дескриптор)	Обобщенная трудовая функция
1.	<b>Научно-исследовательский</b>	Анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	Проведение исследований в целях совершенствования радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения
		Математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров	Проведение исследований в целях совершенствования радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения
2.	<b>Эксплуатационный</b>	Наладка, настройка, регулировка и испытания радиоэлектронных средств и оборудования	Производство, внедрение и эксплуатация радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

**Таблица 3<sup>4</sup> - Распределение учебного времени дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

Вид учебной нагрузки <sup>5</sup>	Распределение трудоемкости дисциплины			
	Очная			Всего часов
	Семестр			
	А			
Аудиторные часы				
Лекции	18			18
Практические работы	18			18
Лабораторные работы	18			18
Часы на самостоятельную и контактную работу				
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта) <sup>6</sup>				
Прочая самостоятельная и контактная работа	54			54

<sup>4</sup> Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ

<sup>5</sup> При отсутствии вида учебной нагрузки ставить прочерк в соответствующей ячейке

<sup>6</sup> Контактная работа при выполнении курсовой работы (проекта) - 2 а.ч. (3 а.ч.) соответственно. Конкретный объем часов на выполнение курсовой работы (проекта) определяет разработчик

Подготовка к промежуточной аттестации <sup>7</sup>				
Всего часов по дисциплине	108			108
<b>Формы промежуточной аттестации и текущего контроля</b>				
Экзамен				
Зачет/зачет с оценкой	1/0			1/0
Курсовая работа (проект)				
Количество расчетно-графических работ	1			1
Количество контрольных работ				

**Таблица 4 - 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>

**Таблица 5. - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм текущего контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий и оценочные средства					Формы текущего контроля
	Л	ЛР	ПР	СР	РГР	
ОПК-5	+	+	+	+	+	защита лабораторных работ, защита практических работ, защита РГР, зачёт.
ПК-1	+	+	+	+	+	Опрос на лекции, Конспект лекций, защита лабораторных работ, защита практических работ, защита РГР, зачёт.

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, СР – самостоятельная работа, РГР – расчетно-графическая работа

<sup>7</sup> Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения – 36 часов, для экзамена заочной формы обучения – 9 часов, для зачета заочной формы обучения – 4 часа.



**Таблица 6. – 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>

**Таблица 7. - 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. Перечень примерных тем расчетно-графических работ:**

1. Расчет и конструирование РЭС.

**6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

Холодов Г.Г., «Расчет и конструирование РЭС»

Методические указания к изучению дисциплины

«Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств» для студентов специальности 210601. «Радиоэлектронные системы и комплексы» - Мурманск: МГТУ, 2018г.

**7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы****Основная литература**

1. 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..

### **Дополнительная литература**

1. Стещенко В.Б. P-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. Мактас М.Я. Восемь уроков по P-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. P-CAD для Windows. Система проектирования печатных плат. Практик. Пособие. М.: ЭКОМ, 2002 г. - 320 с.

6. Потапов Ю.В. Система проектирования печатных плат Protel. М.: Горячая линия - Телеком, 2003 г., 704 с.

### **9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. MS Windows, MS Office 2007 (MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Power Point)

2. Тематические презентации по курсу с использованием компьютерных технологий.

### **10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа.**

Интернет-ресурсы, применяемые при изучении:

1. Библиотека стандартов ГОСТ URL: <http://www.gost.ru>

---

2. MS Windows

3. MS Office (MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Power Point).

4. Mathlab.

5. OrCAD

Свободно распространяемое ПО

### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

**Таблица 8. - Материально-техническое обеспечение**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1	Кабинет 506 В «Компьютерный класс» Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.	506В: Количество столов - 8 Количество стульев - 16 Посадочных мест - 16 Доска аудиторная - 1  ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 7 шт..

**Таблица 10. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «зачет»)**

№ п/п	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>А семестр</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1	Лабораторные работы (18 часов)	20	36	По расписанию
	Работа на одном лабораторном занятии – 4 балла			
2	Практические занятия (18 часов)	16	34	По расписанию
	Работа на одном практическом занятии (самостоятельное решение задач) – 3 балла			
3	Своевременная сдача контрольных точек	2	4	По расписанию
	Начисляется по 1 баллу за защиту ЛР в срок			
4	Количество баллов за посещение занятий	2	6	По расписанию
	<b>ИТОГО</b>	<b>40</b>	<b>80</b>	
	<b>Итоговое количество баллов за РГР</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	<b>Зачет</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	
	<b>Итоговые баллы по дисциплине</b>			
<b>Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом, то он считается аттестованным.</b>				

**Таблица 11 - Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – зачет)**

(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

ФИО	Посещение лекций	Количество баллов				Итого (36-63)
		Выполнение л/р	Выполнение п/р	Защита РГР	Контр. точки	