

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Радиотехнические системы и комплексы специального назначения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.34 Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем относится к обязательной части ОПОП направления подготовки 11.05.02 Специальные радиотехнические системы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-8: Способен анализировать, систематизировать и применять в сфере профессиональной деятельности научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии	ОПК-8.1: Анализирует достижения науки и техники в стране и за рубежом. ОПК-8.2: Выполняет сбор, анализ и обобщение отечественной и зарубежной научно-технической информации.	ОПК-8.1: Знать достижения науки и техники в стране и за рубежом. ОПК-8.2: Уметь выполнять сбор, анализ и обобщение отечественной и зарубежной научно-технической информации.	Собеседование, задача (практическое задание)
ОПК-10: Способен разрабатывать, проектировать, исследовать и эксплуатировать специальные радиотехнические системы	ОПК-10.1: Понимает основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. ОПК-10.2: Эксплуатирует специальные радиотехнические системы	ОПК-10.1: Знать основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. ОПК-10.2: Уметь эксплуатировать специальные радиотехнические системы	Собеседование, задача (практическое задание)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия /	16

лабораторные работы)	
- КСР	1
самостоятельная работа	59
Промежуточная аттестация	0 зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	очная	очная	очная	Очная	очная
Тема 1. Основные вопросы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем. Основные понятия и определения. Задачи проектирования. Государственные стандарты. Организация процесса проектирования. Уровни разукрупнения РЭС, элементная и конструктивная база.	6	2	0	0	2	4
Тема 2. Требования к радиоэлектронным системам специального назначения. Основные требования. Структура тактико-технического задания. Требования к конструкциям. Климатические исполнения. Установка на объекте. Категории и классы РЭС.	6	2	0	0	2	4

Тема 3. Стандартизация. Стандарты. Единая система конструкторской документации. Единая система программной документации. Единая система технологической документации. Классификация и комплектность КД. Спецификации. Технические условия.	6	2	0	0	2	4
Тема 4. Порядок и этапы разработки радиоэлектронных систем специального назначения. Научно-исследовательская работа (НИР). Этапы НИР, виды работ и отчетной документации по этапам. Опытно-конструкторская работа (ОКР). Этапы ОКР, виды работ и отчетной документации по этапам.	6	2	0	0	2	4
Тема 5. Испытания радиоэлектронных систем специального назначения. Виды испытаний. Испытания на механические воздействия. Испытания на климатические воздействия. Программы и методики испытаний.	5	2	0	0	2	3
Тема 6. Методы защиты радиоэлектронных систем специального назначения от воздействия климатических факторов окружающей среды. Влияние климатических факторов на конструкцию. Защита аппаратуры от воздействия влаги, пыли, солнечной радиации, микроорганизмов.	5	2	0	0	2	3
Тема 7. Защита радиоэлектронных систем специального назначения от механических воздействий. Виды механических воздействий. Понятие виброустойчивости и вибропрочности. Расчет на устойчивость к механическим воздействиям.	5	2	0	0	2	3

Тема 8. Защита радиоэлектронных систем специального назначения от помех. Электромагнитная совместимость. Виды и классификация помех. Способы снижения помех. Обеспечение ЭМС. Применение экранов.	5	2	0	0	2	3
Тема 9. Воздействие ионизирующих излучений на радиоэлектронные системы специального назначения. Общие сведения и классификация радиоактивных излучений. Единицы измерений основных характеристик излучений. Влияние радиоактивных излучений на полупроводниковые приборы. Защита от ионизирующих излучений.	5	2	0	0	2	3
Тема 10. Базовые технологические процессы в производстве радиоэлектронных систем специального назначения и этапы их разработки. Общие сведения и структура технологических процессов. Виды технологических процессов. Виды и содержание технологических документов. Технологичность конструкций.	5	2	0	0	2	3
Тема 11. Методы контроля и управления качеством производства радиоэлектронных систем специального назначения. Технологические операции регулировки и настройки. Контроль и диагностика радиоэлектронных систем в процессе производства. Выборочный контроль качества.	5	2	0	0	2	3
Тема 12. Эргономические требования к радиоэлектронным системам. Эргономическая оценка системы «человек – машина». Этапы эргономической экспертизы распознавания.	5	2	0	0	2	3

Тема 13. Надежность и методы ее обеспечения. Основные термины и определения. Выбор основного показателя надежности. Назначение норм надежности. Резервирование. Алгоритмы статистического анализа теории надежности. Расчет надежности.	5	2	0	0	2	3
Тема 14. Эксплуатационная документация. Основные термины и определения. Виды и комплектность эксплуатационных документов. Общие требования к оформлению эксплуатационных документов.	10	2	0	4	6	4
Тема 15. Системы автоматизированного проектирования. Использование САПР при проектировании РЭС, этапы проектирования. Основные виды САПР. LabVIEW. PCAD.	9	1	0	4	5	4
Тема 16. Методология системного проектирования радиоэлектронных систем специального назначения. Обоснование требований к радиолокационным комплексам. Обоснование и оценка основных технических характеристик радиотехнических систем специального назначения. Расчет основных тактико-технических характеристик РЛС.	10	2	0	4	6	4
Тема 17. Подготовка производства радиоэлектронных систем. Основные понятия. Документы. Подготовка производства на заводе-изготовителе. Конструкторская и технологическая подготовка производства. Особенности создания единичных и мелкосерийных изделий. Квалификационные испытания.	9	1	0	4	5	4
Аттестация	0					

КСР	1				1	
Итого	108	32	0	16	49	59

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: решение практических заданий и задач, организация семинаров по отдельным разделам дисциплины.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится не менее 10% времени, отведенных на практические занятия по дисциплине.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:
- анализ достижений науки и техники в стране и за рубежом;
- использование основных методов проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем;
- эксплуатация специальных радиотехнических систем.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках: занятий семинарского типа, занятий лабораторного типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Самостоятельная работа проводится обучающимися с помощью основной и дополнительной учебной литературы и контролируется на экзамене, допуске к лабораторным работам и приемке отчета по лабораторным работам.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретическ	Уровень знаний ниже	Минимально допустимый	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,

	ого материала. Невозможн ость оценить полноту знаний вследствие отказа обучающег ося от ответа	минималъ ных требований. Имели место грубые ошибки.	уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	соответствую щем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	соответствую щем программе подготовки. Допущено несколько несущественн ых ошибок	соответству ющем программе подготовки, без ошибок.	превышаю щем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минималъ ных умений . Невозможн ость оценить наличие умений вследствие отказа обучающег ося от ответа	При решении стандартны х задач не продемонст рированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонст рированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстр ированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстр ированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонст рированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несуществе нными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонст рированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом . Невозможн ость оценить наличие навыков вследствие отказа обучающег ося от ответа	При решении стандартны х задач не продемонст рированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минималъ ный набор навыков для решения стандартны х задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстр ированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонст рированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов.	Продемонст рирован творческий подход к решению нестандартн ых задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим

зачтено		компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

(согласно оценочным средствам табл.2)

5.2.1. Контрольные вопросы

<i>Вопросы</i>		<i>Код формируемой компетенции</i>
1.	Классификация РЭА	ОПК-8, ОПК-10
2.	Категории РЭА	ОПК-8, ОПК-10
3.	Классификация свойств конструкции РЭА	ОПК-8, ОПК-10
4.	Понятие специализации и универсализации РЭА	ОПК-8, ОПК-10
5.	Процесс конструирования РЭА. Комплексный подход к конструированию	ОПК-8, ОПК-10
6.	Жизненный цикл РЭА	ОПК-8, ОПК-10
7.	Опытно-конструкторская работа. Понятия опытного образца, макета. Основные участники ОКР и основные документы.	ОПК-8, ОПК-10
8.	Этапы ОКР. Основные мероприятия, проводимые на этапах.	ОПК-8, ОПК-10
9.	Структура тактико-технического задания на ОКР	ОПК-8, ОПК-10
10.	Основные технические требования, предъявляемые к РЭА	ОПК-8, ОПК-10
11.	Стандарты. ЕСКД. Основные определения: изделие, образец ВТ, составные части изделия ВТ, КИМП.	ОПК-8, ОПК-10

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
12. Классификация и комплектность КД.	ОПК-8, ОПК-10
13. Текстовые документы.	ОПК-8, ОПК-10
14. Технические условия.	ОПК-8, ОПК-10
15. Эксплуатационная документация. Виды и комплектность ЭД.	ОПК-8, ОПК-10
16. Надежность РЭА. Процесс эксплуатации. Предельные состояния. Срок службы.	ОПК-8, ОПК-10
17. Фазы эксплуатации.	ОПК-8, ОПК-10
18. Задачи эксплуатации, основные мероприятия.	ОПК-8, ОПК-10
19. Состояния объекта при эксплуатации.	ОПК-8, ОПК-10
20. Показатели надежности.	ОПК-8, ОПК-10
21. Повреждения, отказы.	ОПК-8, ОПК-10
22. Восстанавливаемый объект. Ремонтируемый объект. Способы соединения составных частей в объекте.	ОПК-8, ОПК-10
23. Показатели надежности для восстанавливаемого и невосстанавливаемого объекта.	ОПК-8, ОПК-10
24. Ремонтопригодность. Виды ремонта.	ОПК-8, ОПК-10
25. Влияние различных факторов на показатели надежности.	ОПК-8, ОПК-10
26. Основные факторы, влияющие на отказы РЭА.	ОПК-8, ОПК-10
27. Методы повышения надежности.	ОПК-8, ОПК-10
28. Конструкция электрических соединений.	ОПК-8, ОПК-10
29. Влияние помех на РЭА. Внешняя и внутренняя ЭМС.	ОПК-8, ОПК-10
30. Электрически длинные линии и электрически короткие линии.	ОПК-8, ОПК-10
31. Помехи в электрически коротких линиях. Внутренние паразитные связи	ОПК-8, ОПК-10
32. Методы уменьшения помех.	ОПК-8, ОПК-10

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1) Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Организация и методология процесса конструирования при разработке радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: Учеб. пособие по курсу "Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств" / Ламанов А.И. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010." - http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0444.html

2) Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс] : монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. – ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru> ISBN 978-5-7638-2740-8.

3) Теория надежности сложных систем [Электронный ресурс] / Каштанов В.А., Медведев А.И. - 2-е изд., перераб. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111324.html>

4) Теория надежности [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В.А. Острейковский. - М. : Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200605.html>

б) дополнительная литература:

1) Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.Г. Костиков, Р.В. Костиков, В.А. Шахнов. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. - http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0493.html 171 с.

2) Оформление дипломных проектов на компьютере [Электронный ресурс] / Кудрявцев Е.М. - М. : ДМК Пресс, 2009. - (Серия "Проектирование")." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940741924.html>

3) Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 464 с. Электронный ресурс: ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/>

4) Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW /под ред. В.П.Федосова.- М.: ДМК Пресс, 2007. – 472 с. Электронный ресурс: ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/>

5) Лупов С.Ю., Муякшин С.И., Шарков В.В. LabVIEW в примерах и задачах. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Обучение технологиям National Instruments» Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2007, 101 с. <http://www.rf.unn.ru/rus/chairs/k7/Tutorials.php>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

Лицензионные пакеты LabVIEW 2021

<https://e.lanbook.com/>

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833186.html>

<http://znanium.com>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: Лекционный зал, аудитории для практических занятий в группах, мультимедийный проектор.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению «Специальные радиотехнические системы», специальности (специализации) «Радиотехнические системы и комплексы специального назначения».

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Пальгуев Д.А.

Заведующий кафедрой: Фитасов Е.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии
президиума ученого совета ННГУ от 14 декабря 2021, протокол № 4.