

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

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума Ученого совета ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

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)

Нижегород

2022 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 | |
| <i>ОПК-8: Способен анализировать, систематизировать и применять в сфере профессиональной деятельности научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии</i> | <i>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.</i> | <i>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.</i> | <i>Собеседование, задача (практическое задание)</i> |
| <i>ОПК-10: Способен разрабатывать, проектировать, исследовать и эксплуатировать специальные радиотехнические системы</i> | <i>ОПК-10.1: Понимает основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. ОПК-10.2: Эксплуатирует специальные радиотехнические системы</i> | <i>ОПК-10.1: Знать основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. ОПК-10.2: Уметь эксплуатировать специальные радиотехнические системы</i> | <i>Собеседование, задача (практическое задание)</i> |

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 | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|---|--------------|--|---------------------------|----------------------------|-------|-------|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | Всего | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | | | |
| | | | | | | | |
| 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 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| <p>Тема 3. Стандартизация. Стандарты. Единая система конструкторской документации. Единая система программной документации. Единая система технологической документации. Классификация и комплектность КД. Спецификации. Технические условия.</p> | 6 | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| <p>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.</p> | 6 | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| <p>Тема 5. Испытания радиоэлектронных систем специального назначения. Виды испытаний. Испытания на механические воздействия. Испытания на климатические воздействия. Программы и методики испытаний.</p> | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| <p>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.</p> | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| <p>Тема 7. Защита радиоэлектронных систем специального назначения от механических воздействий. Виды механических воздействий. Понятие виброустойчивости и вибропрочности. Расчет на устойчивость к механическим воздействиям.</p> | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 |

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| <p>Тема 8. Защита радиоэлектронных систем специального назначения от помех. Электромагнитная совместимость. Виды и классификация помех. Способы снижения помех. Обеспечение ЭМС. Применение экранов.</p> | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| <p>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.</p> | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| <p>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.</p> | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| <p>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.</p> | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| <p>Тема 12. Эргономические требования к радиоэлектронным системам. Эргономическая оценка системы «человек – машина». Этапы эргономической экспертизы распознавания.</p> | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 |

| | | | | | | |
|--|----|---|---|---|---|---|
| <p>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.</p> | 5 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| <p>Тема 14. Эксплуатационная документация. Основные термины и определения. Виды и комплектность эксплуатационных документов. Общие требования к оформлению эксплуатационных документов.</p> | 10 | 2 | 0 | 4 | 6 | 4 |
| <p>Тема 15. Системы автоматизированного проектирования. Использование САПР при проектировании РЭС, этапы проектирования. Основные виды САПР. LabVIEW. PCAD.</p> | 9 | 1 | 0 | 4 | 5 | 4 |
| <p>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.</p> | 10 | 2 | 0 | 4 | 6 | 4 |
| <p>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.</p> | 9 | 1 | 0 | 4 | 5 | 4 |
| <p>Аттестация</p> | 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, |

| | | | | | | | |
|---------------|--|--|--|---|--|--|--|
| | ого материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. | соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | соответствующем программе подготовки, без ошибок. | превышающую программу подготовки. |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие владения материалом . Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных 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. Ремонтпригодность. 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. Костилов, Р.В. Костилов, 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.