

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных
систем

Уровень высшего образования
Специалитет

Направление подготовки / специальность
11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

Направленность образовательной программы
Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.34 Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем относится к обязательной части образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
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: Знает основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. ОПК-10.2: Умеет эксплуатировать специальные радиотехнические системы	Дискуссионное обсуждение	Зачёт: Контрольные вопросы
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: Умеет анализировать достижения науки и техники в стране и за рубежом. ОПК-8.2: Умеет выполнять сбор, анализ и обобщение отечественной и зарубежной научно технической информации	Дискуссионное обсуждение	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-4: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских	ПК-4.1: Анализирует информационные технологии и информационно вычислительные системы. ПК-4.2: Применяет информационные технологии и информационно	ПК-4.1: Умеет анализировать информационные технологии и информационно вычислительные системы. ПК-4.2: Умеет применять	Дискуссионное обсуждение	Зачёт: Контрольные вопросы

и опытно-конструкторских разработок	вычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники.	информационные технологии и информационно вычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники.		
-------------------------------------	---	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- 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 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
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		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		2	4
Тема 3 Стандартизация. Стандарты. Единая система конструкторской документации. Единая система программной документации. Единая	6	2		2	4

система технологической документации. Классификация и комплектность КД. Спецификации. Технические условия.					
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.	8	4		4	4
Тема 5 Испытания радиоэлектронных систем специального назначения. Виды испытаний. Испытания на механические воздействия. Испытания на климатические воздействия. Программы и методики испытаний.	6	2		2	4
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.	6	2		2	4
Тема 7 Защита радиоэлектронных систем специального назначения от механических воздействий. Виды механических воздействий. Понятие виброустойчивости и вибропрочности. Расчет на устойчивость к механическим воздействиям.	6	2		2	4
Тема 8 Защита радиоэлектронных систем специального назначения от помех. Электромагнитная совместимость. Виды и классификация помех. Способы снижения помех. Обеспечение ЭМС. Применение экранов.	6	2		2	4
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.	3	1		1	2
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.	6	2		2	4
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.	6	2		2	4
Тема 12 Эргономические требования к радиоэлектронным системам. Эргономическая оценка системы «человек – машина». Этапы эргономической экспертизы распознавания.	3	1		1	2
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.	4	1		1	3
Тема 14 Эксплуатационная документация Основные термины и определения. Виды и комплектность эксплуатационных документов. Общие требования к оформлению эксплуатационных документов.	6	2		2	4
Тема 15 Системы автоматизированного проектирования Использование САПР при проектировании РЭС, этапы проектирования. Основные виды САПР. LabVIEW. PCAD.	17	1	16	17	
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.	6	2		2	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.	6	2		2	4

Квалификационные испытания.					
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	16	49	59

Содержание разделов и тем дисциплины

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.

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.

Тема 3 Стандартизация. Стандарты. Единая система конструкторской документации. Единая система программной документации. Единая система технологической документации. Классификация и комплектность КД. Спецификации. Технические условия.

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.

Тема 5 Испытания радиоэлектронных систем специального назначения. Виды испытаний. Испытания на механические воздействия. Испытания на климатические воздействия. Программы и методики испытаний.

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.

Тема 7 Защита радиоэлектронных систем специального назначения от механических воздействий. Виды механических воздействий. Понятие виброустойчивости и вибропрочности. Расчет на устойчивость к механическим воздействиям.

Тема 8 Защита радиоэлектронных систем специального назначения от помех. Электромагнитная совместимость. Виды и классификация помех. Способы снижения помех. Обеспечение ЭМС. Применение экранов.

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.

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.

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.

Тема 12 Эргономические требования к радиоэлектронным системам. Эргономическая оценка системы «человек – машина». Этапы эргономической экспертизы распознавания.

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.

Тема 14 Эксплуатационная документация Основные термины и определения. Виды и комплектность

эксплуатационных документов. Общие требования к оформлению эксплуатационных документов.

Тема 15 Системы автоматизированного проектирования Использование САПР при проектировании РЭС, этапы проектирования. Основные виды САПР. LabVIEW. PCAD.

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.

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.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Тема лабораторных занятий

1. Системы автоматизированного проектирования (САПР)

2. Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

1. Назвать основные системы автоматизированного проектирования радиоэлектронных систем, их назначение и основные характеристики.

2. Объяснить возможность системы LabVIEW:

- для подключения внешнего оборудования по наиболее распространённым интерфейсам и протоколам (RS-232, GPIB-488, TCP/IP и пр.);
- для удалённого управления ходом эксперимента;
- для управления роботами и системами машинного зрения;
- для генерации и цифровой обработки сигналов;
- для применения разнообразных математических методов обработки данных;
- для визуализации данных и результатов их обработки (включая 3D-модели);
- для моделирования сложных систем;
- для хранения информации в базах данных и генерации отчетов;
- для взаимодействия с другими приложениями в рамках концепции COM/DCOM/OLE.

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

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Дискуссионное обсуждение) для оценки сформированности компетенции ОПК-10:

1. Категории и классификация РЭА. Системный подход к конструированию.
2. Взаимосвязь процессов конструирования и эксплуатации.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Дискуссионное обсуждение) для оценки сформированности компетенции ОПК-8:

1. Конструирование и жизненный цикл РЭА, их взаимосвязь.
2. Основные достижения науки и техники в современных радиотехнических системах.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Дискуссионное обсуждение) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. Опытно-конструкторская работа. Основные этапы и их содержание.
2. Структура и состав технического задания на ОКР.

Критерии оценивания (оценочное средство - Дискуссионное обсуждение)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Уровень знаний в объеме, превышающий

	Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки	знаний. Допущено много негрубых ошибок	ющем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	ющем программе подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	ующем программе подготовк и. Ошибок нет.	м 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 базовых навыков. 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-10

1. Надежность РЭА. Процесс эксплуатации. Предельные состояния. Срок службы.
2. Фазы эксплуатации.
3. Задачи эксплуатации, основные мероприятия.
4. Состояния объекта при эксплуатации.
5. Показатели надежности.
6. Электрически длинные линии и электрически короткие линии.
7. Помехи в электрически коротких линиях. Внутренние паразитные связи
8. Методы уменьшения помех.
9. Повреждения, отказы.
10. Восстанавливаемый объект. Ремонтируемый объект. Способы соединения составных частей в объекте.
11. Показатели надежности для восстанавливаемого и невосстанавливаемого объекта.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-8

25. Влияние различных факторов на показатели надежности.
26. Основные факторы, влияющие на отказы РЭА.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Классификация РЭА
2. Категории РЭА

3. Классификация свойств конструкции РЭА
4. Понятие специализации и универсализации РЭА
5. Процесс конструирования РЭА. Комплексный подход к конструированию
6. Жизненный цикл РЭА
7. Опытнo-конструкторская работа. Понятия опытного образца, макета. Основные участники ОКР и основные документы.
8. Этапы ОКР. Основные мероприятия, проводимые на этапах.
9. Структура тактико-технического задания на ОКР
10. Основные технические требования, предъявляемые к РЭА
11. Стандарты. ЕСКД. Основные определения: изделие, образец ВТ, составные части изделия ВТ, КИМП.
12. Классификация и комплектность КД.
13. Текстовые документы.
14. Технические условия.
15. Эксплуатационная документация. Виды и комплектность ЭД.
16. Надежность РЭА. Процесс эксплуатации. Предельные состояния. Срок службы.
17. Фазы эксплуатации.
18. Задачи эксплуатации, основные мероприятия.
19. Состояния объекта при эксплуатации.
20. Показатели надежности.
21. Повреждения, отказы.
22. Восстанавливаемый объект. Ремонтируемый объект. Способы соединения составных частей в объекте.
23. Показатели надежности для восстанавливаемого и невосстанавливаемого объекта.
24. Ремонтопригодность. Виды ремонта.
27. Методы повышения надежности.

28. Конструкция электрических соединений.
29. Влияние помех на РЭА. Внешняя и внутренняя ЭМС.
30. Электрически длинные линии и электрически короткие линии.
31. Помехи в электрически коротких линиях. Внутренние паразитные связи
32. Методы уменьшения помех.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

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

Основная литература:

1. Ненашев Александр Петрович. Основы конструирования микроэлектронной аппаратуры. - М. : Радио и связь, 1981. - 303 с. : ил. - 1.00., 1 экз.
2. Конструирование узлов и устройств электронных средств / Муромцев Д.Ю. - Москва : Феникс, 2013., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=640674&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Атапин В.Г. Основы конструирования : учебное пособие / Атапин В.Г. - Москва : НГТУ, 2021. - 182 с. - ISBN 978-5-7782-4433-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=808676&idb=0>.

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

Не используется

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: СОП «Лаборатория мобильных систем связи»

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 ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Пальгугев Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25 мая 2023 г., протокол № 04/23.