МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«26» июня 2019 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА ЭЛЕКТРО- И РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2019

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Пересмотренная рабочая программа утверждена на заседании учёного совета Балахнинского филиала ННГУ
10 июня 2020 г. Протокол № 6. Председатель учёного совета БФ ННГУ _____А.К. Балдин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
Прикладной информатики, информационных технологий, радио- и электротехники БФ ННГУ

Протокол от 6 июня 2020 г. № 10
И.о. Зав. кафедрой _____Д.Н. Шуваев

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 2020 г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.03.01), ориентирована на подготовку выпускников к решению конструкторского типа задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПК-5, определяемое индикатором ПК-2.5, и компетенции ПК-6, определяемое индикатором ПК-4.5.

Формирование компетенции ПК-5 начато в ходе освоения дисциплин Электрорадиотехнические цепи и устройства приёма и передачи сигналов (ПК-5.1, 5.2), Приём, анализ и обработка сигналов (ПК-5.1, 5.2), Технологии производства и эксплуатации радиотехнических систем (ПК-5.2) и будет завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

Формирование компетенции ПК-6 начато в ходе освоения дисциплин Техника высоких напряжений (ПК-6.2), Электромагнитная совместимость (ПК-6.2), Переходные процессы в электроэнергетических системах (ПК-6.2), Основы релейной защиты и автоматики (ПК-6.1), будет продолжено и завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые 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**	
ПК-5. Способен участвовать в эксплуатации устройств генерирования, формирования, передачи, приёма, обработки и анализа радиосигналов	ПК-5.2. Показывает понимание принципов работы и способности использования устройств генерирования, формирования, передачи, приёма, анализа и обработки радиосигналов.	Знает эффекты воздействии радиации и электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы. Владеет методами анализа воздействия радиации и электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы. Умеет выполнять оценку последствий воздействия радиации и электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы.	Практические задания Собеседование Коллоквиум Тестовые задания
ПК-6. Способен использовать требования техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики, электротехники и электрорадиотехническими системами	ПК-6.1. Показывает понимание требований безопасности при проектировании, техническом перевооружении, реконструкции и эксплуатации электрических сетей, электрооборудования, электрорадиотехники.	Знает требования безопасности при воздействии радиации и электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы. Владеет технологиями обеспечения безопасности электро- и радиотех-	

	ПК-6.2. Демонстрирует знание и способности практического применения требований техники безопасности.	нических систем. Умеет применять требования техники безопасности.	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - КСР	33 16 16 1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация – зачёт	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	**Всего (часы)**	в том числе в очно-заочной форме				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				**Самостоятельная работа обучающегося, часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	
1. Вводная часть.	7	2			2	5
2. Воздействие радиации на электро- и радиотехнические системы	20	6	6		12	8
3. Воздействие электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы	30	4	4		8	22
4. Технологии обеспечения безопасности электро- и радиотехнических систем при воздействие радиации и электромагнитных импульсов	30	2	4		6	24
5. Технологии обеспечения безопасности человека при воздействие радиации и электромагнитных импульсов	20	2	2		4	16
КСР	1				1	
Промежуточная аттестация – зачёт						
Итого	108	16	16		33	75

1) Вводная часть.
2) Воздействие радиации на электро- и радиотехнические системы.

Основные эффекты – накопление полной поглощённой дозы, эффекты, связанные с воздействием одиночных ионизирующих частиц, и эффекты смещения, когда прилетающие частицы выбивают атомы с их мест в кристаллической решётке.

Дрейф некоторых характеристик микросхемы, который способен вызвать отказ, как параметрические, так и функциональные. Для современных микросхем актуальны радиационно-индуцированные токи утечки.

3) Воздействие электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы.

Поражающее действие электромагнитного импульса обусловлено возникновением напряжений и токов в проводниках различной протяжённости, расположенных в воздухе, земле, в радиоэлектронной и радиотехнической аппаратуре. Электромагнитный импульс наводит электрические токи и напряжения, которые вызывают пробой изоляции, повреждение трансформаторов, сгорание разрядников, полупроводниковых приборов, перегорание плавких вставок. Наиболее подвержены воздействию электромагнитных импульсов линии связи, сигнализации и управления ракетных стартовых комплексов, командных пунктов.

4) Технологии обеспечения безопасности электро- и радиотехнических систем при воздействии радиации и электромагнитных импульсов. Защита от электромагнитных импульсов осуществляется, в том числе, экранированием линий управления и энергоснабжения, заменой плавких вставок (предохранителей) этих линий.

5) Технологии обеспечения безопасности человека при воздействии радиации и электромагнитных импульсов.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачёт)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к практическим и лекционным занятиям. Подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации (зачёт).

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

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**				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объёме, превышающем программу подготовки.
Умения	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 объёме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочётами, выполнены все задания в полном объёме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов
Навыки	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 недочётами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		**Уровень подготовки**
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	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.

5.2.1. Вопросы к зачёту

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Что такое электромагнитный импульс	ПК-5
2) Поражающие факторы электромагнитного импульса (ЭМИ)	ПК-6
3) Факторы, которые определяют урон от ЭМИ	ПК-6
4) Как защититься от ЭМИ: первые действия	ПК-6
5) Общая защита от электромагнитного излучения	ПК-6
6) Клетка Фарадея	ПК-6
7) Защита информации от ЭМИ	ПК-6
8) Воздействие космического и нейтронного излучения на полевой транзистор с барьером Шоттки.	ПК-5
9) Эффекты переключения в фотоуправляемом полупроводниковом переключателе на основе GaAs и Si	ПК-5
10) Моделирование шумовых процессов в полевом транзисторе с затвором Шоттки при облучении потоком гамма-квантов	ПК-5
11) Моделирование воздействия мягкого гамма излучения на полевой транзистор	ПК-5
12) Влияние импульсного радиационного облучения на полевые транзисторы Шоттки.	ПК-5
13) Радиационная стойкость перспективных арсенид галлиевых полевых транзисторов Шоттки.	ПК-5, ПК-6
14) Моделирование воздействия ионизирующего излучения на полевой транзистор с затвором Шоттки.	ПК-5
15) Влияние протонного излучения на вольт-амперные характеристики полевого транзистора с затвором Шоттки	ПК-5
16) Влияние нейтронного и протонного излучения на скорость электро- нов в n-GaAs	ПК-5
17) Деградация электро-физических характеристик n-GaAs после облучения быстрыми нейтронами	ПК-5
18) Релаксация радиационных дефектов в полупроводниковых материалах	ПК-5
19) Конверсия спектра рентгеновского излучения в технологических целях	ПК-5
20) Процессы дальнодействующего геттерирования при нейтронном, ионном и лазерном облучении транзисторных структур	ПК-5

21) Локально-полевое и квазигидродинамическое приближения при расчётно-экспериментальной оценке радиационной стойкости субмикронных полупроводниковых приборов	ПК-5
22) Влияние неоднородности распределения радиационных дефектов на характер протекания тока в квазибаллистическом полевом транзисторе	ПК-5
23) Эффекты дальнодействия в арсенид-галлиевых транзисторных структурах при комбинированном облучении ионами различных масс	ПК-5
24) Формирование квантовых отверстий в канале квазибаллистического полевого транзистора при нейтронном облучении	ПК-5
25) Моделирование ударной ионизации в кремниевых светоизлучающих диодах легированных эрбием	ПК-5
26) Влияние ионизирующего излучения на работоспособность СВЧ изделий	ПК-5, ПК-6
27) Пробой p-n перехода с неоднородным легированием, стимулированный излучением	ПК-5
28) Перенос электронов в биполярных транзисторных структурах с тонкой базой при воздействии потока квантов высоких энергий	ПК-5
29) Технологии защиты электрорадиотехнических устройств	ПК-6
30) Технологии защиты операторов (человека)	ПК-6

5.2.3. Вопросы для практических занятий

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Воздействие космического и нейтронного излучения на полевой транзистор с барьером Шоттки.	ПК-5
2) Компьтерное моделирование и экспериментальные исследования радиационной стойкости радиоэлектронной аппаратуры.	ПК-5
3) Моделирование шумовых процессов в полевом транзисторе с затвором Шоттки при облучении потоком гамма-квантов	ПК-5
4) Моделирование воздействия мягкого гамма излучения на полевой транзистор	ПК-5
5) Моделирование воздействия ионизирующего излучения на полевой транзистор с затвором Шоттки.	ПК-5
6) Моделирование ударной ионизации в кремниевых светоизлучающих диодах легированных эрбием	ПК-5
7) Общая защита от электромагнитного излучения. Клетка Фарадея	ПК-6
8) Технологии защиты электрорадиотехнических устройств. Технологии защиты операторов (человека)	ПК-6

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Жуковский В. М. Радиоактивность и радиационная безопасность: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004. – 294 с. - ISBN 5-7525-1290-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/348018 (дата обращения: 10.10.2020).

б) Дополнительная литература

1. Моделирование мощных HEMT при облучении квантами высоких энергий. Тарасова Е.А., Демидова Д.С., Оболенский С.В., Фефелов А.Г., Дюков Д.И. – Физика и техника полупроводников. 12. 2012. Т. 46. № 12. 2012. С. 1587-1593.

Режим доступа: https://journals.ioffe.ru/articles/7862 [10.10.2020]

в) Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

– Операционная система Microsoft Windows
– Пакет прикладных программ Microsoft Office
– Правовая система «Консультант плюс»
– Micro-Cap – SPICE программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором
– KTechLab программа для проектирования и симуляции электрических схем
– Браузер Google Chrome

г) Интернет-ресурсы

– http://электротехнический-портал.рф/kniga.html
– Радиотехнический сайт, https://radiotract.ru/link_sprav.html
– ЭБС «Юрайт». Режим доступа: http://biblio-online.ru
– ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru
– ЭБС «Лань». Режим доступа: http://e.lanbook.com/
– ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

д) Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

– Радиоэлектроника http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=Радиоэлектроника [26.10.19]
– Список сайтов по радиоэлектронике http://radiostorage.net/page/3-spisok-sajtov-po-radioelektronike.html [26.10.19]
– Научная электронная библиотека https://elibrary.ru/defaultx.asp? [26.10.19]
– База данных ВИНИТИ РАН http://www.viniti.ru/ [26.10.19]
– База данных рецензируемой литературы Scopus https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic [26.10.19]
– База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com [26.10.19]
– ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал http://www.garant.ru/
– Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной лаборатории электронной техники, микропроцессоров и микропроцессорных систем, электрических измерений, оснащённой комплектами лабораторного оборудования, лабораторными стендами, измерительным оборудованием, техническим оборудованием, обеспечивающим проведение занятий.

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор: к.т.н., доцент Д.Н. Шуваев

Рецензент:
д.т.н., начальник отдела АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И. И. Африкантова" В.А. Панов

Программа утверждена на заседании объединённой методической комиссии Института открытого образования и филиалов университета, протокол № 13 от 29.04.2019 г.