

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Воздействие радиации и электромагнитных импульсов на электро-и
радиотехнические системы

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы
Электрорадиотехника

Форма обучения
очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Воздействие радиации и электромагнитных импульсов на электро-и радиотехнические системы относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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
ПКР-4: Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности	ПКР-4.1: Показывает способности участвовать в проектных работах ПКР-4.2: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации ПКР-4.3: Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования	ПКР-4.1: Знает методы защиты от аварийных и ненормальных режимов элементов сети, области применения устройств защиты и автоматики. Умеет выбирать методы защиты от аварийных и ненормальных режимов. ПКР-4.2: Знает методы защиты от аварийных и ненормальных режимов элементов сети, области применения устройств защиты и автоматики. Умеет видеть взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации. ПКР-4.3: Владеет пониманием взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации. Владеет методами планирования и контроля обслуживания объектов электротехники и электрорадиотехнических систем	Задания	Зачёт с оценкой: Контрольные вопросы

--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	очно-заочная
Общая трудоемкость, з.е.	3	3
Часов по учебному плану	108	108
в том числе		
аудиторные занятия (контактная работа):		
- занятия лекционного типа	32	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32	16
- КСР	1	1
самостоятельная работа	43	75
Промежуточная аттестация	0 Зачёт с оценкой	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					
	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО
1. Вводная часть.	7	7	2	2			2	2	5	5
2. Воздействие радиации на электро- и радиотехнические системы	20	20	6	6	4	6	10	12	10	8
3. Воздействие электромагнитных импульсов на электро- и радиотехнические системы	30	30	10	4	10	4	20	8	10	22
4. Технологии обеспечения безопасности электро- и радиотехнических систем при воздействие радиации и электромагнитных импульсов	30	30	10	2	12	4	22	6	8	24
5. Технологии обеспечения безопасности человека при воздействие радиации и электромагнитных импульсов	20	20	4	2	6	2	10	4	10	16
Аттестация	0	0								
КСР	1	1					1	1		
Итого	108	108	32	16	32	16	65	33	43	75

Содержание разделов и тем дисциплины

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.

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

-, -.

Открытые онлайн-курсы MOOC:

-, -.

Иные учебно-методические материалы:

-

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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

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

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы
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 (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	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 ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем 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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован 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 ПКР-4

1) Что такое электромагнитный импульс
2) Поражающие факторы электромагнитного импульса (ЭМИ)
3) Факторы, которые определяют урон от ЭМИ
4) Как защититься от ЭМИ: первые действия
5) Общая защита от электромагнитного излучения
6) Клетка Фарадея
7) Защита информации от ЭМИ
8) Воздействие космического и нейтронного излучения на полевой транзистор с барьером Шоттки.
9) Эффекты переключения в фотоуправляемом полупроводниковом переключателе на основе GaAs и Si
10) Моделирование шумовых процессов в полевом транзисторе с затвором Шоттки при облучении потоком гамма-квантов

11) Моделирование воздействия мягкого гамма излучения на полевой транзистор
12) Влияние импульсного радиационного облучения на полевые транзисторы

Шоттки.
13) Радиационная стойкость перспективных арсенид галлиевых полевых транзисторов Шоттки.
14) Моделирование воздействия ионизирующего излучения на полевой транзистор с затвором Шоттки.
15) Влияние протонного излучения на вольт-амперные характеристики полевого транзистора с затвором Шоттки
16) Влияние нейтронного и протонного излучения на скорость электро- нов в n-GaAs
17) Деградация электро-физических характеристик n-GaAs после облучения быстрыми нейтронами
18) Релаксация радиационных дефектов в полупроводниковых материалах
19) Конверсия спектра рентгеновского излучения в технологических целях
20) Процессы дальнего действия геттерирования при нейтронном, ионном и лазерном облучении транзисторных структур
21) Локально-полевое и квазигидродинамическое приближения при расчётно-экспериментальной оценке радиационной стойкости субмикронных полупроводниковых приборов
22) Влияние неоднородности распределения радиационных дефектов на характер протекания тока в квазибаллистическом полевом транзисторе
23) Эффекты дальнего действия в арсенид-галлиевых транзисторных структурах при комбинированном облучении ионами различных масс
24) Формирование квантовых отверстий в канале квазибаллистического полевого транзистора при нейтронном облучении
25) Моделирование ударной ионизации в кремниевых светоизлучающих

диодах легированных эрбием
26) Влияние ионизирующего излучения на работоспособность СВЧ изделий
27) Пробой р-п перехода с неоднородным легированием, стимулированный излучением
28) Перенос электронов в биполярных транзисторных структурах с тонкой базой при воздействии потока квантов высоких энергий
29) Технологии защиты электрорадиотехнических устройств
30) Технологии защиты операторов (человека)

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

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

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

Основная литература:

1. Жуковский Владимир Михайлович. Радиоактивность и радиационная безопасность: Общеизвестные лекции для студентов, журналистов, чиновников и избранных народа всех уровней: Учебное пособие : Учебное пособие. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2004. - 294 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 5-7525-1290-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=597963&idb=0>.
2. Микшевич Н. В. Радиационная безопасность : учебное пособие по курсу «основы радиационной безопасности» / Микшевич Н. В. - Екатеринбург : УрГПУ, 2016. - 182 с. - Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный педагогический университет» в качестве учебного издания. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции УрГПУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7186-0773-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=747024&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Илюшов Николай Яковлевич. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность : Учебное пособие / Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2020. - 167 с. - ВО - Магистратура. - ISBN 978-5-7782-4303-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=833510&idb=0>.

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

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

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 «Znaniy.com». Режим доступа: www.znaniy.com

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Радиоэлектроника http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=Радиоэлектроника

Список сайтов по радиоэлектронике <http://radiostorage.net/page/3-spisok-sajtov-po-radioelektronike.html>

Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

База данных ВИНТИ РАН <http://www.viniti.ru/>

База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com>

ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>

Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Богатырева Анна Валерьевна, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Белянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.