

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
ядерной физики
/Кадменский С.Г./
30.06.2021г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.06 Дозиметрия и радиозэкология**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

14.04.02 Ядерные физика и технологии

2. Профиль подготовки/специализация:

Физика атомного ядра и частиц

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра ядерной физики

6. Составители программы:

к.т.н., доцент Гитлин Валерий Рафаилович

7. Рекомендована:

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 24.06.2021,
РП продлена на 2022-2023 учебный год, НМС физического факультета от 14.06.2022,
протокол №6.

8. Учебный год: 2021/2022

Семестр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- овладение знаниями о действии ионизирующего излучения на все структурные элементы биосферы, о вероятных последствиях радиационных воздействий на уровне клеток, организмов, экосистем; изучение методов экологического и санитарного контроля радиационного воздействия, защиты и основ профилактики изменений в метаболизме биоценозов, неблагоприятных реакций населения, испытывающих радиационные воздействия, а также освоение методов относительной и контрольной дозиметрии, современной радиометрической и дозиметрической аппаратуры.

Задачи учебной дисциплины:

- сводятся к усвоению знаний и формированию представлений: о принципах воздействия различных видов ионизирующих излучений на биологические объекты, о положениях радиационной безопасности и правилах ее нормирования; об анализе радиационной обстановки, интерпретации данных радиоэкологических обследований, оценке опасности, связанной с эксплуатацией предприятий ядерного топливного цикла; об организации радиоэкологического обследования территории в системе мониторинга окружающей среды, мероприятий по экологической защите и реабилитации территорий, находящихся в зоне воздействия источников ионизирующего и неионизирующего излучения, кроме того изучение основных методов дозиметрии, основной радиометрической и дозиметрической аппаратуры.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.	ПК-6.1	Применяет методы исследования вещества на современных спектрометрах и детекторах, в том числе методы альфа-, бета и гамма-спектроскопии для проведения исследований образцов	Уметь: получать сведения, необходимые для эксплуатации ЯЭУ, описывать кинетические процессы в ядерных паропроизводящих установках (ЯППУ)
ПК-8	Способен обеспечивать радиационный	ПК-8.1	Знает современные методы	Знать: механизмы радиационных и магнитных воздействий на многослойные полупроводниковые структуры и полимеры,

контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала.		дозиметрии.	<p>процессы релаксации дефектов в полупроводниковых структурах и полимерах, современные методы дозиметрии.</p> <p>Уметь: разбираться в основах радиационных технологий и моделировании радиационных процессов, оценить возможности методов и средств измерения дозиметрических характеристик</p> <p>Владеть: методикой расчета доз и режимов релаксации для технологии МДП ИС и процессов радиационной полимеризации, методом градуировок и проверок различных типов радиометров для контроля за различными типами радиоактивных источников</p>
	ПК-8.2	Владеет методикой расчета доз, методом градуировок и проверок различных типов радиометров для контроля за различными типами радиоактивных источников.	
	ПК-8.5	Владеет методами дозиметрии внешнего облучения.	
	ПК-8.6	Знает биологическое действие излучений на организм, основные сведения о природных и антропогенных радионуклидах в окружающей среде, тенденции в развитии энергетики, в том числе ядерной энергетики, ядерном топливном цикле, радиационной безопасности и охране окружающей среды при эксплуатации АЭС.	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1 семестр
Аудиторные занятия		28	28
в том числе:	лекции	14	14
	практические	14	14
	лабораторные		
Самостоятельная работа		80	80

в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой)		
Итого:	108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Радиационное дефектообразование в твердом теле	Радиационное дефектообразование в твердом теле	-
1.2	Методы исследования радиационного дефектообразования	Методы исследования радиационных дефектов в МДП -структурах	-
1.3	Радиационные воздействия	Сопоставление различных радиационных воздействий на МДП- структуры	-
1.4	Природа радиационных дефектов	Природа радиационных дефектов в системе кремний-окисел	-
1.5	Релаксационные процессы	Релаксационные процессы в облученных МДП - структурах	-
1.6	Моделирование радиационно-индуцированных процессов в п/п структурах	Моделирование накопления и релаксации радиационно-индуцированного заряда. Прогноз радиационной стойкости МДП ИС	-
1.7	Радиационные технологии в микроэлектронике	Радиационная технология в производстве интегральных схем и полупроводниковых приборов.	-
1.8	Радиационная полимеризация	Радиационные эффекты в полимерах. Радиационная полимеризация на примере виниламидной группы	-
1.9	Принципы контроля излучений	Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Дозиметрия	-
1.10	Ионизирующее действие радиации	Ионизационная наперстковая камера. Измерение экспозиционной дозы воздушной камерой.	-
1.11	Измерение поглощенной дозы	Экспозиционная доза от радионуклидных источников. Расчет поглощенной дозы по экспозиционной дозе.	-
1.12	Методы и аппаратура для относительной и контрольной дозиметрии	Химическая дозиметрия. Твердотельная дозиметрия. Фотопленочная дозиметрия. Анализатор дозного поля.	-
1.13	Расчетные методы определения дозы	Расчет распределения глубинных доз. Процентная глубинная доза. Отношение ткань-воздух. Отношение рассеяние-воздух.	-

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Радиационное дефектообразование в твердом теле	1	1		6		8
2	Методы исследования радиационного дефектообразования	1	1		6		8

3	Радиационные воздействия	1	1		6		8
4	Природа радиационных дефектов	1	1		6		8
5	Релаксационные процессы	1	1		6		8
6	Моделирование радиационно-индуцированных процессов в п/п структурах	1	1		6		8
7	Радиационные технологии в микроэлектронике	1	1		6		8
8	Радиационная полимеризация	1	1		6		8
9	Принципы контроля излучений	1	1		6		8
10	Ионизирующее действие радиации	2	2		7		11
11	Измерение поглощенной дозы	1	1		7		9
12	Методы и аппаратура для относительной и контрольной дозиметрии	1	1		6		8
13	Расчетные методы определения дозы	1	1		6		8
	Итого:	14	14		80		108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методическое обеспечение аудиторной работы: учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

Методическое обеспечение самостоятельной работы: учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Ободовский, И. М. Физические основы радиационных технологий : [учебное пособие] / И.М. Ободовский .— Долгопрудный : Издательский дом Интеллект, 2014 .— 351 с.
2	Болоздыня А. И. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения : учеб. пособ./ А.И. Болоздыня, И.М. Ободовский .— Долгопрудный : Интеллект, 2012 .— 204 с. (10 экз.)

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Трушин Ю.В. Радиационные процессы в многокомпонентных материалах. Теория и компьютерное моделирование / Ю.В.Трушин; Рос. акад. наук, Физико-технический ин-т им. А.Ф. Иоффе .— СПб., 2002 .— 382 с.
4	Радиоактивность : Учебное пособие по специальностям 010400 - Физика, 014100 - Микроэлектроника, 013800 - Радиофизика, 010100 - Математика, / Воронеж. гос. ун-т, Каф. ядер. физики; Сост.: М.Н. Левин, В.Р. Гитлин .— Воронеж, 2004 .— 23 с.
5	Моделирование радиационных эффектов в структурах металл-диэлектрик-полупроводник : пособие : 010400, 014100, 071900 / Воронеж. гос. ун-т, Каф. ядер. физики, Физ. фак.;

	Сост. Ю.В. Иванков [и др.] .— Воронеж, 2004 .— 35 с. : ил .— Библиогр.: с. 33 .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep04035.pdf >.
6	Электрофизические методы исследования структур металл-диэлектрик-полупроводник : Учеб. материалы для студентов 5 курса "Ядерная физика" / Сост.М.Н.Левин .— Воронеж, 1998 .— 22с
7	Воздействие ионизирующих излучений на структуры металл-диэлектрик-полупроводник : Учебн. материалы для студентов специальности ядерная физика / Сост.М.Н.Левин,Ю.В.Иванков .— Воронеж : ВГУ, 1996 .— 29с.
8	Электрофизические методы исследования структур металл-диэлектрик-полупроводник: учеб, материалы для студентов спец. "Ядерная физика" / сост. М.Н.Левин, - Воронеж: ЛОП ВГУ, 1998.
9	Воздействие ионизирующих излучений на структуры металл-диэлектрик-полупроводник: учеб, материалы для студентов специальности "Ядерная физика" / сост. М.Н.Левин, Ю.В.Иванков - Воронеж: ЛОП ВГУ, 1996.
10	Вавилов В.С. Дефекты в кремнии и на его поверхности /В.С.Вавилов, В.Ф.Киселев, В.Н.Мурашев - М.: Наука, 1990.
11	Таперо К. И. Радиационные эффекты в кремниевых интегральных схемах космического применения / К.И. Таперо, В.Н. Улимов, А.М. Членов .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 .— 304 с.
12	Радиоактивность : учебное пособие по специальностям 010400, 014100, 013800, 010100, 510400 /Воронеж. гос. ун-т, Каф. ядер. физики ; Сост.: М.Н. Левин, В.Р. Гитлин - Воронеж, 2003 .— 20 с.
13	Першенков В.С. Поверхностные радиационные эффекты в ИМС / В.С.Першенков, В.Д.Попов, А.В.Шальнов. – М.: Энергоатомиздат, 1988.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
14	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
	https://edu.vsu.ru – Электронный университет ВГУ

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Иванов В. С. Радиационная химия полимеров : Учебное пособие для студ. химич. и химико-технол. спец. вузов / В.С. Иванов .— Л. : Химия, 1988 .— 320 с.
2	Алиев, Р. А. Радиоактивность : [учеб пособие для студ. вузов, обуч. по направлению ВПО 020100 (магистр химии) и специальности ВПО 020201 - "Фундамент. и приклад. химия"] / Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013 - 301с.
3	Ткаченко В.В. Конспект лекций по курсу дозиметрии и защиты от излучений. / В.В. Ткаченко , Обнинск: ИАТЭ, 1990,— 79 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - www.lib.vsu.ru - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 30)</p>	<p>Специализированная мебель, установка для изучения космических лучей ФПК-01, установка для изучения взаимодействия альфа-излучения с веществом (пульт спектрометрический СЭС-13; полупроводниковый детектор ДКПс-50; предусилитель БУСИ2-50; пересчетный прибор ПСО2-4), установки для определения периода полураспада долгоживущего изотопа (2 шт.), установка для изучения взаимодействия бета-излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования; высоковольтный блок питания ПСО2-08А; пересчетный прибор ПСО2-4), установки для изучения взаимодействия гамма-излучения с веществом (сцинтилляционный блок детектирования БДЭГ2-23; высоковольтный блок ВС-22; пересчетный прибор ПСО2-4) (2 шт.), установка дозиметрического контроля УИМ2-2 с блоками детектирования БДМГ-08Р и БДБ2-03.</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 31</p>	<p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 Lazarus (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/) CodeBlocks (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: http://www.gnu.org/licenses/)</p>
<p>Компьютерный класс (для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/3</p>	<p>Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (12 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет» Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses) Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/)</p>
<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/5</p>	<p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p>

	LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses) Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/)
--	---

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Темы 1-13	ПК-6	ПК-6.1	Собеседование
2.	Темы 1-13	ПК-8	ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.5 ПК-8.6	Собеседование
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Пункт 20.2.1 Вопросы к зачету

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольные работы, коллоквиум, лабораторные работы.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент отвечает на 2 вопроса и дополнительные вопросы	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Студент отвечает на 2 вопроса, имеются неточности, нет ответов на дополнительные вопросы	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Студент отвечает на 1 вопрос, имеются неточности, отвечает на дополнительные вопросы	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Студент не отвечает ни на вопросы ни на дополнительные вопросы	–	<i>Неудовлетворительно</i>

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

20.2.1.Перечень вопросов к зачету:

1. Сопоставление воздействия гамма и рентгеновского излучений на электрофизические параметры структуры кремний-окисел кремния.
2. Экспозиционная доза облучения.
3. Термическая релаксация радиационно-индуцированного заряда в окисных пленках кремния.
4. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.
5. Радиационные технологии в производстве п/п приборов.
6. Поглощенная доза.
7. Радиационная полимеризация винилпирролидона.
8. Калометрические методы дозиметрии.
9. Природа радиационных дефектов в системе полупроводник-окисел.
10. Сцинтилляционные дозиметры.
11. Методы химической дозиметрии.
12. Процесс гелеобразования в винилкапролактаме под действием ионизирующего излучения.
13. Воздействие потоков заряженных частиц на структурные характеристики металлов.
14. Наперстковая ионизационная камера.
15. Радиационные технологии модификации полупроводниковых структур.
16. Релаксация радиационно-индуцированного заряда в системе кремний-окисел при воздействии УФ-излучения.
17. Воздействие ионизирующей радиации на параметры биополупроводников.
18. Твердотельная дозиметрия.
19. Процессы ионного легирования в технологии БИС.
20. Радиометрия.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент отвечает на 2 вопроса и дополнительные вопросы	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Студент отвечает на 2 вопроса, имеются неточности, нет ответов на дополнительные вопросы	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Студент отвечает на 1 вопрос, имеются неточности, отвечает на дополнительные вопросы	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Студент не отвечает ни на вопросы ни на дополнительные вопросы	–	<i>Неудовлетворительно</i>

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.