

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет  
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ  
проректор

\_\_\_\_\_ П. А. Машаров  
«17» апреля 2025 г.  
МП

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **РАДИАЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ**

Укрупненная группа направлений подготовки	20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль) образовательной программы	Техносферная безопасность
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Радиационная экология»** для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (Профиль: Техносферная безопасность), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 мая 2020 г. № 680 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий,  
д-р. физ.-мат. наук, проф.

А. Г. Милославский

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.

Протокол от 10.04.2025 г. № 18.

Заведующий кафедрой

А. Г. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета  
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.

Протокол от 16.04.2025 г. № 4

Председатель

В. Н. Котенко

Руководитель основной образовательной программы, канд. физ.-мат. наук, доцент.  
10.04.2025 г.

П. В. Асланов

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Методы и приборы контроля окружающей среды, и экологический мониторинг, Энергетические загрязнения биосферы, Организация обращения с отходами производства и потребления.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Производственная практика: преддипломная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	20.03.01 Техносферная безопасность (Профиль: Техносферная безопасность)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.4.1 Радиационная экология
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор обучающегося
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	4	8	22	-	22	64	108	зачет
Заочная	4	8	4	–	4	100	108	зачет

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование у студентов системы знаний 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 техногенных радиационных воздействий, защиты и основ профилактики изменений в метаболизме биоценозов, неблагоприятных реакций населения, испытывающих радиационные воздействия.

**4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ  
ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ  
И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1. Применяет средства дозиметрического контроля с целью сохранения окружающей среды	УК-8.1.1. Знает нормы радиационной безопасности. УК-8.1.2. Умеет пользоваться средствами дозиметрического контроля. УК-8.1.3. Владеет основными методами научных исследований
ПК-1. Способность проводить экологический анализ мероприятий и проектов по повышению эффективности природоохранной деятельности организации	ПК-1.1. Организует варианты решения проблемы радиоактивных отходов	ПК-1.1.1. Знает пути решения проблемы радиоактивных отходов. ПК-1.1.2. Умеет делать расчет радиационной защиты. ПК-1.1.3. Владеет навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента.
ПК-2. Способность обосновывать и разрабатывать природоохранные мероприятия и проекты в организации;	ПК-2.1. Участвует в разработке природоохранных мероприятий для конкретной организации	ПК-2.1.1. Знает основные федеральные и международные законы в области радиационной защиты и контроля. ПК-2.1.2. Умеет делать расчет радиационного излучения. ПК-2.1.3. Владеет навыками статистической обработки экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий.

**5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Радиационная экология	
Атомное ядро. Элементарные частицы	Модель атома Д.Томсона (1904). Планетарная модель атома Э.Резерфорда (1911). Протон и

	нейтрон (1909 , 1932). Основные классы элементарных частиц
Радиоактивность	Открытие радиоактивности. Закон радиоактивного распада. $\alpha$ –распад, $\beta$ распад, $\gamma$ - переходы в атомных ядрах. Кластерная радиоактивность
Ядерный синтез	Синтез легких ядер. Термоядерный взрыв. Мирные ядерные взрывы. Трансурановые элементы и сверхтяжелые ядра. Ядерные реакции в звездах.
Ионизирующее излучение	Единицы измерения радиации. Космическое излучение. Излучение земного происхождения. Искусственные радионуклиды и источники излучения
Добыча и переработка ядерного топлива	Ядерный топливный цикл. Добыча природного урана. Производство соли урана. Отходы и выбросы АЭС. Проблемы захоронения ядерных отходов.
Распределение радионуклидов в экосистемах и продуктах питания	Радионуклиды в атмосфере. Радионуклиды в почве. Радионуклиды в воде. Радионуклиды в продуктах питания
Воздействие радиации на живые организмы	Воздействие радиации на животные и растительные организмы. Пути проникновения радиации в организм человека. Действие радиации на живые клетки. Патогенез лучевой болезни
Нормирование радиационного облучения	Нормирование радиации – история вопроса. НРБ-99: 1) область применения. НРБ-99: 2) общие положения. НРБ-99: 4) требования к защите от природного облучения в производственных условиях. НРБ-99: 5) требования к ограничению облучения населения. НРБ-99: 6) требования по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии. НРБ-99: 7) требования к контролю за выполнением Норм. НРБ-99: 8) значения допустимых уровней радиационного воздействия. НРБУ-97
Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	Три «э»: экология, экономика, энергетика. Пути решения современных проблем энергетики. Экологический портрет ядерных технологий. Экономика развития ядерной энергетики. Основные недостатки ядерной энергетики. Обеспечение безопасности ядерной энергетики. Мифы и реальность ядерной энергетики

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 8

Наименования разделов и тем	Количество часов
-----------------------------	------------------

	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Радиационная экология	22	–	22	64	108
Атомное ядро. Элементарные частицы	2		2	7	11
Радиоактивность	2		2	7	11
Ядерный синтез	2		2	7	11
Ионизирующее излучение	2		2	7	11
Добыча и переработка ядерного топлива	2		2	7	11
Распределение радионуклидов в экосистемах и продуктах питания	3		3	7	13
Воздействие радиации на живые организмы	3		3	7	13
Нормирование радиационного облучения	3		3	7	13
Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	3		3	8	14
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	22	–	22	64	108

## 6.2. Форма обучения – заочная, курс – 4, семестр – 8

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Радиационная экология	4		4	100	108
Атомное ядро. Элементарные частицы	0,4		0,4	10	10,8
Радиоактивность	0,4		0,4	10	10,8
Ядерный синтез	0,4		0,4	10	10,8
Ионизирующее излучение	0,4		0,4	10	10,8
Добыча и переработка ядерного топлива	0,4		0,4	10	10,8
Распределение радионуклидов в экосистемах и продуктах питания	0,5		0,5	10	11
Воздействие радиации на живые организмы	0,5		0,5	13	14
Нормирование радиационного облучения	0,5		0,5	13	14
Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики	0,5		0,5	14	15
ИТОГО ЗА КУРС	4		4	100	108

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы Раздел 1

1. Что такое космическое излучение?
2. Какие элементы называют трансурановыми? Как они образуются?
3. Как измеряют радиоактивность?
4. Какие единицы используют для оценки активности радионуклида?
5. Как в зависимости от геологического расположения изменяются естественные фоновые излучения?

6. Опишите широтную и высотную зависимость дозы излучения.
7. Какие территории на планете с резко повышенным внешним (космическим) радиационным фоном?
8. Какие территории на планете с резко повышенной радиоактивностью верхних слоев атмосферы, почв, составляющих биоценозов?
9. Каков вклад ядерных взрывов в радиоактивную загрязненность среды?
10. Как происходит загрязнение среды от военных источников?
11. Какие техногенные радионуклиды являются основными дозообразующими?
12. Каким образом радон попадает в жилые помещения?
13. Что является следствием прямого и косвенного действия ионизирующих излучений?
14. Охарактеризуйте стохастические реакции на радиационные воздействия.
15. Что происходит при облучении клеток?
16. Что понимают под летальным эффектом облучения клетки?
17. Какое отличие репродуктивной гибели клетки от интерфазной формы гибели клетки?
18. В чем заключается механизм биологического воздействия ионизирующих излучений?
19. Что такое радиочувствительность?
20. Какова средняя годовая эффективная эквивалентная доза человека?
21. Раскройте понятие радиочувствительности организмов.
22. Каковы последствия облучения организма?
23. Поясните радона в облучении населения.
24. Перечислите пути поступления радона в помещения.
25. Охарактеризуйте пути поступления радионуклидов в организм.
26. Какова относительная роль прямого и косвенного действия излучения в лучевом поражении клетки?
27. Охарактеризуйте основные параметры кривой выживания.
28. Каким радионуклидам уделяют большее внимание при изучении их воздействия на организм человека?
29. Какие органы человека концентрируют радионуклиды в большей степени?
30. Что такое пищевая цепь?
31. Каким образом радионуклиды попадают в пищевую цепь?
32. В каком возрасте человек больше подвержен воздействию радиации?
33. Как можно снизить содержание радионуклидов в продуктах питания?
34. Существует ли опасность утечки радиоактивности при нормальной работе атомного реактора?
35. Существуют ли примеры безопасного использования радиации?
36. Какое излучение обладает наибольшей проникающей способностью?
37. Как называются вещества, защищающие от воздействия радиации? Приведите примеры.
38. Что такое тепловое загрязнение окружающей среды?
39. Какие материалы используют для защиты от излучения?
40. Как решается проблема радиоактивных отходов?
41. Что обеспечивает безопасность работы атомного реактора?
42. Каковы преимущества и недостатки ЯТЦ перед другими источниками энергии с точки зрения экологии?
43. Какую долю электроэнергии в мире обеспечивает АЭС?

#### 7.2. Темы письменных работ (типы задач)

- Атомное ядро. Элементарные частицы
- Ядерный синтез
- Добыча и переработка ядерного топлива
- Распределение радионуклидов в экосистемах и продуктах питания
- Воздействие радиации на живые организмы

- Нормирование радиационного облучения
- Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

### 8.1. Семестр 8, форма обучения - очная

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Промежуточная аттестация (зачет)		40
Общий итог за семестр		100

### 8.2. Семестр 8, форма обучения - заочная

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60



Промежуточная аттестация (зачет)	40
Общий итог за семестр	100

## Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий(ауд.256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

## 10.1. Основная литература

1. Милославский А.Г. Конспект лекций по курсу «Радиационная экология».-Донецк, ДонНУ, 2017. – 390 с.
2. Белозерский Г.Н. Радиационная экология: учебник для студ. вузов / Г.Н. Белозерский. - М.: Академия, 2008. - 384 с.
3. Гупалов Т.А. Контроль радиационной безопасности окружающей среды / Т.А. Гупалов, С.Л. Спешилов. Учеб. пособие для вузов. 2-е изд. - М.: Изд-во МГГУ, 2006. - 111 с.
4. Смирнов С.М. Радиационная экология. Физика ионизирующих излучений. Учебник для студентов вузов / С.М. Смирнов, Д.Н. Герасимов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. - 326 с.

## 10.2. Дополнительная литература

1. Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.

2. Алексахин Р.М. Ядерная энергетика и биосфера. / Р.М. Алексахин – М.: Энергоиздат, 1982. – 81 с.
3. Биоиндикация радиоактивных загрязнений. – М.: Наука, 1989. – 384 с.
4. Виноградов Ю.А. Ионизирующая радиация: обнаружение, контроль, защита / Ю.А. Виноградов. - М. : СОЛОН-Р, 2002. - 221с.

## 11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

## 12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).