## Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

## ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

## КАФЕДРА РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКИ И БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3.1

от 30.08.2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки (специальность)

[1] 03.03.02 Физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	4	144	32	32	0		35	0	Э
Итого	4	144	32	32	0	0	35	0	

#### **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина занимает важное место в подготовке выпускников. Ее освоение базируется на предварительном изучении математики, математической физики, ядерной физики и информатики. Студент должен иметь навыки в интегральном и дифференциальном исчислении, теории вероятности и математической статистике, решении простейших дифференциальных и интегральных уравнений, представление о вариационном исчислении, специальных функциях и ортогональных полиномах. Для успешного освоения курса необходимы знания о физике взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, знание основ вычислительной техники и умение программировать. Она позволяет решать большинство задач, связанных с анализом полей и расчетом защиты от ионизирующих излучений при работе с медицинскими установками, расчетным путем с помощью экспрессных оценок, самостоятельно написанных расчетных программ или же универсальных программ, имеющихся у мирового сообщества ученых. Такой путь сегодня является наиболее быстрым и экономичным.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- приобретение знаний по характеристикам полей и источников ядерных излучений; изучение основных процессов передачи энергии ионизирующих излучений веществу, ознакомление с основными физическими процессами,
- сопровождающими формирование полей излучения в веществе, изучение основных величин и уравнений, описывающих поля излучения в веществе; ознакомление и освоение методов расчетов полей излучений в различных средах.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимо иметь знания в области дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятности и математической статистики, вариационного исчисления, аналитической геометрии, ядерной физики. Студент должен уметь дифференцировать и интегрировать скалярные и векторные переменные, оперировать со специальными функциями и полиномами (дельта-функция Дирака, полиномы Лежандра), ориентироваться в основных видах взаимодействия ядерных излучений с веществом.

Данная дисциплина необходима для усвоения следующих курсов: дозиметрия ионизирующих излучений, защита от ионизирующих излучений, дозиметрическое планирование лучевой терапии.

# 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции Код и наименование индикатора достижения компетенции

Профессиональные компетенции в соотвествии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача	Объект или	Код и наименование	Код и наименование
профессиональной	область знания	профессиональной	индикатора
деятельности (ЗПД)		компетенции;	достижения
		Основание	профессиональной
		(профессиональный	компетенции
		стандарт-ПС, анализ	·
		опыта)	
	научно-ис	сследовательский	
освоение методов, а	биологические	ПК-1 [1] - Способен	3-ПК-1[1] - знать
также теорий и	объекты	использовать	основные физические
моделей,	различной	профессиональные	явления,
используемых в	организации,	знания и умения,	фундаментальные
научных	источники	полученные при	понятия, законы и
исследований	ионизирующих	освоении профильных	теории физики,
	излучений	физических дисциплин	основные методы
			теоретического и
		Основание:	экспериментального
		Профессиональный	исследования, методы
		стандарт: 40.011	измерения различных
			физических величин;
			У-ПК-1[1] - уметь
			разбираться в
			физических принципах,
			используемых в
			изучаемых специальных
			дисциплинах, решать
			физические задачи
			применительно к
			изучаемым
			специальным
			дисциплинам и
			прикладным проблемам
			будущей
			специальности;
			В-ПК-1[1] - владеть
			методами проведения
			физических измерений
			с оценкой
			погрешностей, а также
			методами физического
			описания типовых
			профессиональных
			задач и интерпретации
			полученных
			результатов
участие в проведении	биологические	ПК-2 [1] - Способен	3-ПК-2[1] - знать
физических	объекты	проводить научные	основные современные
исследований по	различной	исследования в	методы и средства
заданной тематике,	организации,	избранной области	научного исследования,

обработка полученных	источники	экспериментальных и	современную
результатов на		(или) теоретических	приборную базу (в том
1	ионизирующих		приоорную оазу (в том числе сложное
современном уровне	излучений	физических	
		исследований с	физическое
		помощью современной	оборудование);
		приборной базы (в том	теоретические основы и
		числе сложного	базовые представления
		физического	научного исследования
		оборудования) и	в избранной области
		информационных	экспериментальных и
		технологий с учетом	(или) теоретических
		отечественного и	физических
		зарубежного опыта	исследований,
			основные
		Основание:	закономерности
		Профессиональный	формирования
		стандарт: 40.011	результатов
			эксперимента;
			У-ПК-2[1] - уметь
			самостоятельно ставить
			конкретные задачи
			научных исследований
			в выбранной области и
			решать их с помощью
			современной
			приборной базы и
			информационных
			технологий с
			использованием
			новейшего российского
			и зарубежного опыта;
			уметь проводить
			научные исследования
			в избранной области
			экспериментальных
			и(или) теоретических
			физических
			исследований,
			анализировать
			результат, полученный
			в ходе проведения
			эксперимента;
			оценивать изменения в
			выбранной области,
			связанные с новыми
			разработками, с
			разраоотками, с
			информационных
			технологий с учетом
			отечественного и
			зарубежного опыта;
			В-ПК-2[1] - владеть

необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования, навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инноващионных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных технологий		 
современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования, навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		необходимой
отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования, навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
зарубежных источников в избранной области исследования, навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		-
в избранной области исследования, навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
исследования, навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		в избранной области
теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		исследования,
экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		<u> </u>
практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		теоретических,
исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		=
использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		<u> </u>
современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		исследований с
программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		использованием
инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		-
информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		•
работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		= =
выполнения физических исследований с применением современных компьютерных		
физических исследований с применением современных компьютерных		
исследований с применением современных компьютерных		
применением современных компьютерных		±
современных компьютерных		
компьютерных		-
технологий		
		технологий

# 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научнотехнологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости

и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потепциала дисциплин профессионального могуля для формировання социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное воепитательного мировезирения решений, культуры понека нестандартных каучнотехнических решений, культуры понека нестандартных культуры понека нестандартных каучнотехнических решений, культуры понека нестандартных понека нестандартных инферсационального потепциала дисциплили профессиональное развитие понека нестандария нестандария на понека нестандария			DADVIII TOTAD HAMMIN IV HAGISTADAVIV
Диспользование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских зацаний их последствия, развития исследовательских зацаний их посредством выполнения учебномеследовательских зацаний в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научномеждисциплинарные научномеждисциплинарные научномеждисциплинарные научномеждисциплинарные парофессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное военитательного потенциала дисциплин профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательных информационных технологий.  Профессиональное между всеми участниками образовательных профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных информационных технологий.  Профессиональное между всеми участникам образовательных профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных информационных технологий.  Профессиональное развития посредством выбора студентами индивидуальных образовательных информационных технологий.  Профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных информационных технологий.  Профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных информационных технологий.  Профессиональное развитие поресством общения устудентов посредством общения в посредством общения в исследовательские проскты по областия практика», «Научный сеследовательских мачеств студентов посредством обявками информационных технологий.  Профессиональное развитие поресствами профессиональное посредственные профессиональное посредственных профессионал			результатов научных исследований
потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования соцнальной ответственности ученого за результаты исследоватей и их последствия, развития исследовательских хаданий, ориентированных на изучение и профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирования реальные междисциплинарные научноги за профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Создание условий, обеспечивающих, формирование обеспечивающих убранирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие и профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных зраскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательных праскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательных процесса, в том числе с использование мобильное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных праскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использование мобильное развитие посредством выбора студентами индивирациплинирати системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использование воспытательного отношения к исследованиям ляженаучного отношения к исследовательских качеств студентов посредством их вовачения мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовачения мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовачения мира, развития исследовательских качеств студентов побъя практика», «Научный семпнар» для:  - формирования понимания осповных прициплов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовачения в исследовательских мечеств студентов посредством их вовачения почимания общения между всеми участниками образовательного потенциала дистиплинами. "Предстать практика", "Предстать по областям научного познания мира, развития исследовательских качеств с			
профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно- исследовательских заданий, ориентированных па изучение и проверку научных фактов, критический апагиз публикаций в профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональное развитие профессиональное развитие профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траскторий, организации системы общения между вееми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием мовых информационных технологий.  1 Неопользование воспитательного процесса, в том числе с использованием мовых информационных технологий. Четовы почения и исследовательсках информационных технологий. Непользование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научный семинар» для:  - формирования понимания образовательские проекты по областия научных исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин (Четория пауки и инженерии", "Критическое мышление и основы ваучной коммуникации", "Вкедение в			
формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских жачеств посредством выполнения учебно- исследовательских заданий, ориентированивых на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональное воепитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональное воепитание  Создание условий, обеспечивающих, формирования реальные потенциала дисциплии профессионального модуля для формирования у студентов ответственности потентираль дисципленных страсством выбора студентов ответственности посредством выбора студентами индивизуальных образовательных траскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  1. Использованием новых информационных технологий (Научно-исследовательская работа», «Паучно-исследовательская фаучно-исследовательская марчных исследовательские проекты по областям научных исследовательские проекты по областям научных исследовательское профессионального потенциала дисциплии/практик «Научно-исследовательские проекты по областям научных исследовательские проекты по областям науки и инжеперии", "Критическое мышление и спомы научной коммуникации", "Введение в исследование воспитательного потенциала дисиплии", "Введение в междунные и проекты по областям научных исследовательские проекты по областям науки и инжепери", "Критическое мышление и инжепери", "Критическое мышление и проекты по областям науки			
ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты. Использование вответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное воепитание  Создание условий, обсепсчивающих, формирование ответственности за свое профессиональных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий. 1. Использования понимания основных принципов и способов научного потещиала дисциплин/практик «Научный семинар» для: -формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлесения в исследовательские проекты по областям научных исследовательских вовлественного потещиала дисциплин/практикам, «Научный семинар» для: -формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлесения в исследовательские проекты по областям научных исследовательских вовлествение пособов научного потещивла дисциплин/"Нетория научных исследовательские проекты по областям научных исследовательские посовов научного потещивла дисциплини" "История научных исследовательское мыпиление и основы научной коммуникации", "Введение в инженерии", "Критическое мыпиление и основы научной коммуникация", "Ведение в			
результаты исследований и их постасствия, развития исследовательских заданий, исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальшые междиециплипарные паучно- исследовательские проекты.  Профессиональное воспитапие  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и порефессиональное развитие и порефессиональные решения (В18)  Профессиональное между всеми участниками образовательного потретственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентом индивидуальных образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  1.Использованием новых информационных технологий.  1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научный сесиледовательския работа», «Проектная практика», «Научный семитар» для: оформирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качетных исследовательских вовлечения в исследовательских исследовательских вовлечения в исследовательских исследовательских вовлечения в исследовательских исследовательских вовлечения в исследовательских вовлечения в исследовательских исследовательских исследовательских нестрементых и инжентерии". "Использование воспитательного потенциала дисциплит профессионального потенциала дисциплит профессионального потенциала дисциплит профессионального потенциала			
последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно- исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за свое профессиональных решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного процесса, в том числе с использование мовых информационных технолотий.  1. Использования по образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательных информационных технолотий.  1. Использование по том числе с использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательския работа», «Просктная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных припципов и способов научного познания мира, развития исследовательских хачеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследовательские порокты по областям научных исследовательские воспитательного потепциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			_
исследовательских качеств посредством выполнения учебно- исследовательских заданий, орисптироващых на изучение и проверку научных фактов, критический паплиз публикащий в профессиональное воспитание  Создание условий, обсепечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Коррание образовательности профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обсепечивающих, формирование профессиональное развитие посредством выбора студентом ответственности за свое профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обсепечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска пестандартных паучнот- отклических/практических решений, критического отношения к исследоватиями дижно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научно-исследовательском научного познания мира, развития исследоватия познания мира, развития исследовательские проекты по областям научных исследовательские проекты по областям научных исследоватии в исследовательские проекты по областям научных исследоватии в исследовательские проекты по областям научных исследоватии по областям научных исследоватии по потещилал дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			1 2
посредством выполнения учебно- исследовательских задапий, орнентированных на изучение и проверку научных фактов, критический апализ публикащий в профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Создание условий, обеспечивающих, формирование ветеменности за профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска пестандартных научно- технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска пестандартных научно- технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  поиска пестандартных научно- технических решений, критического отношения к исследования исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потещимал дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			_
исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитательного потещиала дисциплии профессиональное развитие и посредством выбора студентами индивидуальных образовательных тражеторий, организации системы общения между всеми участниками образовательных тражеторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использование между песми участниками образовательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  - формирования понимания исследовательския практиками, акторы и селедовательские проекты по областям научных исследовательного потенциала дисциплин и практик «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательские проекты по областям научных исследовательного потепциала дисциплин "История развития исследовательские проекты по областям научных исследовательские проекты по областям научных исследовательские проекты по областям научных исследовательного потепциала дисциплин "История развития исследовательские проекты по областям научных исследоватий в исследоватите воспитательного потепциала дисциплин "История развития исследоватий и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический апализ публикаций в профессиональное воспитание  Осздание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за свое опрофессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитательного потентивления общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитательного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических решений, критического отношения к исследованням лженаучного тотном к исследования практика», «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научно-исследовательских престива по способов научного познания и понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их исследовательских проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик и вовътсения в исследовательских проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История пауки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональное так профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирования студентами индивидуальных образовательных траскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательных траскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использование воспитательного процесса, в том числе с использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания лженаучного толка (В19)  Профессиональное воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			исследовательских заданий,
профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональные решения профессионального ответственности за профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирования у студенттов ответственности за свое профессиональное развитие и посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками поразовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектыя практика», «Научный семинар» для: - формирования попимания исследовательских вововательских вововательских вобразовательских проекты по областям научных исследовательских неследовательских проекты по областям научных исследовательских неследовательских проекты по областям научных исследовательских проекты по областям научных исследовательских вобразовательских проекты по областям научных исследовательских начения в исследовательских исследовательских нестеровательских начения в исследовательских нестеровательских нестеровательского познания мира, развития исследовательских проекты по областям начичения в постедовательских нестеровательских нестеровательского познания и потемы предеждения в проекты проекты проекты проекты проекты проекты проекты по потемы проекты			
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировозарения, культуры поиска пестапдартных паучноте технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Профессиональное воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный сеследовательских выботых принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)			
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного процесса, в том числе с использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: -формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			критический анализ публикаций в
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитательного профессиональное воспитательного профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научного отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научното отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Междисциплинарные научного потенциала дисциплини профессиональног развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использование воспитательного потенциала дисциплини/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посрадством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			профессиональной области,
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональное развитие и профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Создание условий, обеспечивающих, формирования понимания общения между всеми участниками образовательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научно-исследовательских решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  современия в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			вовлечения в реальные
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Создание условий, профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Создание условий, ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирования, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Коммуникации", "Критическое мышление, и основы научной коммуникации", "Введение в			междисциплинарные научно-
воспитание  обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  «Научно-исследовательская информирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			исследовательские проекты.
воспитание  обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное развитие и профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траскторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  «Научно-исследовательская информирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в	Профессиональное	Создание условий,	Использование воспитательного
формирование ответственности за профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного тотки (В19)  посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использование мовых информационных технологий.  1. Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научной семинар» для:  - формирования и соследованиям лженаучного толка (В19)  поиска нестандартных научното отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  поиска пестандартных паучното познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мыпление и основы паучной коммуникации", "Введение в		=	
за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических решений, критического отношения к исследованиям лженаучиого толка (В19)  За профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  За профессиональное пореставности за свое профессиональное пореставом выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  - формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством их информационных технологий.  1. Использование воспитательного потенциала дисциплин практик «Научный семинар» для:  - формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие индивизидуальных образовательных траекторий, организации системы общения индивизициплинительного потенциала дисциплини потенциала дисциплини исследовательские проекты по областям научных исследований. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в		-	
профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)  Профессиональные решения (В18)  Профессиональное вазвитие и посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировозэрсния, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Профессиональное развитие посредством измеждувасеми участниками образовательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
профессиональные решения (В18)  Профессиональное выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками обеспечивающих, формирование научноги потенциала дисциплин/практик «Научный семинар» для:  - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышпление и основы научной коммуникации", "Введение в			
(В18)  Посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировозэрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторай, организации сплин учасим (Процеста, в том числе с использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических решений, критических решений, критических ото отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Информационных технологий.  1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Картина в принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в		(210)	
общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Карчиной семинар» для:  формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.  Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  поиска нестандартных научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Профессиональное воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Картическия проекты по областям научных исследования в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Картина в померовацие воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			•
Профессиональное воспитание  Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  Профессиональное обеспечивающих, формирование научного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
воспитание  обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:  формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в	Профессиональное	Созлание условий	
формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  ———————————————————————————————————		•	
мировоззрения, культуры поиска нестандартных научнотехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19) научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в	воспитание		-
поиска нестандартных научноттехнических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  — «Научный семинар» для: — формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  — формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19) исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)  научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
лженаучного толка (В19)  исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в		_	_
студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			1 1
вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в		лженаучного толка (В19)	
проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			1 -
исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
мышление и основы научной коммуникации", "Введение в			
коммуникации", "Введение в			
специальность", "Научно-			
			специальность", "Научно-

исследовательская работа",
"Научный семинар" для:
- формирования способности
отделять настоящие научные
исследования от лженаучных
посредством проведения со
студентами занятий и регулярных
бесед;
- формирования критического
мышления, умения рассматривать
различные исследования с
экспертной позиции посредством
обсуждения со студентами
современных исследований,
исторических предпосылок
появления тех или иных открытий
и теорий.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№	Наименование			*,			
п.п	раздела учебной		KT.	щий рм:	ый л**	ма*	_
	дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	7.0.		L O L	<u> </u>	20	<b>V</b>	7 0 4
2	7 Семестр Часть 1 Часть 2	9-16	16/16/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2 3-ПК-1, У-ПК-1,
							3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	Итого за 7 Семестр		32/32/0		50		
	Контрольные				50	Э	3-ПК-1,
	мероприятия за 7						У-ПК-1,
	Семестр						В-ПК-1,
							3-ПК-2,
							У-ПК-2,

			В-ПК-2

<sup>\* –</sup> сокращенное наименование формы контроля

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

# КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек.,	Пр./сем.,	Лаб.,
		час.	час.	час.
	7 Семестр	32	32	0
1-8	Часть 1	16	16	0
1	Источники излучения. Классификация по типу частиц.	Всего а	удиторных	часов
	Дифференциальные и интегральные потоковые и токовые	2	2	0
	характеристики поля излучения.	Онлайн	I	
		0	0	0
2	Интегральные и дифференциальные сечения	Всего а	удиторных	часов
	взаимодействия излучения с веществом.	2	2	0
	Физические основы дозиметрии. Диссипация энергии в	Онлайн	I	
	веществе. Коэффициент поглощения и передачи энергии.	0	0	0
	Тормозная способность заряженных частиц. Пробеги			
	заряженных частиц.			
3	Дозиметрические величины: керма, поглощенная,	Всего а	удиторных	часов
	эквивалентная и эффективная дозы. Связь между	2	2	0
	радиометрическими и дозовыми характеристиками полей	Онлайн	I	
	излучения. Керма-постоянная радионуклида. Оценка доз	0	0	0
	при внешнем облучении. Основные дозовые пределы НРБ-			
	99.			
4	Распространение ионизирующей радиации в вакууме и	Всего а	удиторных	часов
	веществе. Учет рассеянного излучения с помощью	2	2	0
	приближенных методов (фактор накопления,	Онлайн	I	
	универсальные таблицы, слой половинного ослабления).	0	0	0
	Защита от излучения. Качественное описание полей			
	излучения за защитой.			
5	Отражение излучения от среды. Дифференциальное и		удиторных	
	интегральное альбедо излучения. Зависимость альбедо от	2	2	0
	энергии излучения, углов падения и отражения.	Онлайн		1
	Приближенное представления альбедо.	0	0	0
6 - 7	Функция источника. Интегрально-дифференциальная и	Всего а	удиторных	часов
	интегральная формы уравнения переноса. Оператор	4	4	0
	переноса. Функция Грина. Граничные условия. Плотность	Онлайн	I	
	входящих и выходящих столкновений. Ядра	0	0	0
	интегрального уравнения переноса.			
8	Функция детектора. Ценность, сопряженные функции.		удиторных	
	Сопряженное уравнение переноса. Сопряженный	2	2	0

<sup>\*\*</sup> – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

	оператор. Ядра сопряженного уравнения. Разложение в	Онлайн	H	
	ряд Неймана.	0	0	0
9-16	Часть 2	16	16	0
9 - 10	Случайные величины и их характеристики. Датчики	Всего а	удиторных	часов
	случайных чисел. Получение случайных величин с	4	4	0
	заданным законом распределения: метод обратных	Онлайн	Ŧ	
	функций, метод суперпозиции, метод исключения.	0	0	0
11	Вычисление определенных интегралов методом Монте-	Всего а	аудиторных	часов
	Карло. Методы понижения дисперсии при вычислении	2	2	0
	интегралов. Общая схема расчета функционалов поля	Онлайн	H	
	излучения методом Монте-Карло.	0	0	0
12	Моделирование функции источника. Моделирование	Всего а	аудиторных	часов
	транспортного ядра и ядра столкновений для нейтральных	2	2	0
	частиц.	Онлайн	H	
		0	0	0
13	Геометрическое построение траекторий в неоднородных	Всего аудиторных часов		
	средах. Универсальные геометрические модули.	2	2	0
		Онлайн	H	
		0	0	0
14	Моделирование пробегов и взаимодействия с веществом	Всего а	аудиторных	часов
	электронов и позитронов.	2	2	0
		Онлайн	Ŧ	
		0	0	0
15	Основные оценки функционалов в методе Монте-Карло:	Всего а	аудиторных	часов
	оценки по столкновению и поглощению, оценка по	2	2	0
	пробегу, оценка по пересечению, локальная оценка	Онлайн	H	
	потока.	0	0	0
16	Оценка дисперсии результата. Методы понижения	Всего а	аудиторных	часов
	дисперсии с помощью неаналогового моделирования.	2	2	0
	Метод статистических весов. Моделирование по ценности.	Онлайн		
	Экспоненциальное преобразование. Рулетка и	0	0	0
	расщепление.			

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование	
ЭК	Электронный курс	
ПМ	Полнотекстовый материал	
ПЛ	Полнотекстовые лекции	
BM	Видео-материалы	
AM	Аудио-материалы	
Прз	Презентации	
T	Тесты	
ЭСМ	Электронные справочные материалы	
ИС	Интерактивный сайт	

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение дисциплины проходит в основном по традиционной схеме.

Используются следующие образовательные технологии:

- 1. Лекции с широким использованием иллюстративного материала в виде презентаций
- 2. Практические занятия с решением и обсуждением задач
- 3. Практические занятия со специальными программами в дисплейном классе

Кроме этого используется самостоятельное решение задач, общих для всей группы и самостоятельное решение индивидуальных контрольных заданий.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	3-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-2	3-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16

#### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех	Оценка	Требования к уровню освоению
	балльной шкале	ECTS	учебной дисциплины
90-100	5 — «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89		В	Оценка «хорошо» выставляется студенту,
75-84		С	если он твёрдо знает материал, грамотно и
70-74	4 – «хорошо»	D	по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69	3 –		Оценка «удовлетворительно»
60-64	«удовлетворительно»	Е	выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не

			усвоил его деталей, допускает неточности,
			недостаточно правильные формулировки,
			нарушения логической
			последовательности в изложении
			программного материала.
	2 — «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно»
			выставляется студенту, который не знает
			значительной части программного
			материала, допускает существенные
Ниже 60			ошибки. Как правило, оценка
			«неудовлетворительно» ставится
			студентам, которые не могут продолжить
			обучение без дополнительных занятий по
			соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- 1. ЭИ С22 Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений : учебного пособия для вузов, Сахаров В.К., Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
- 2. 539.1 К49 Дозиметрия ионизирующих излучений : учебное пособие, Крамер-Агеев Е.А., Смирнов В.В., Климанов В.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
- 3. 539.1  $\Pi$ 16 Моделирование переноса излучения : учебное пособие для вузов, Панин М.П., Москва: МИФИ, 2008

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- 1. 539.1 К62 Введение в теорию прохождения частиц через вещество : , Кольчужкин А.М., Учайкин В.В., М.: Атомиздат, 1978
- 2. 539.1 3-40 Защита от ионизирующих излучений Т.1 Физические основы защиты от излучений, , Москва: Энергоатомиздат, 1989
- 3. 519 С54 Численные методы Монте-Карло:, Соболь И.М., Москва: Наука, 1973

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

# 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

#### 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Дисциплина занимает важное место в подготовке выпускников.

Ее освоение базируется на предварительном изучении математики, математической физики, ядерной физики и информатики. Студент должен иметь навыки в интегральном и дифференциальном исчислении, теории вероятности и математической статистике, решении простейших дифференциальных и интегральных уравнений, представление о вариационном исчислении, специальных функциях и ортогональных полиномах. Для успешного освоения курса необходимы знания о физике взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, знание основ вычислительной техники и умение программировать.

Она позволяет решать большинство задач, связанных с анализом полей и расчетом защиты от ионизирующих излучений при работе с медицинскими установками, расчетным путем с помощью экспрессных оценок, самостоятельно написанных расчетных программ или же универсальных программ, имеющихся у мирового сообщества ученых. Такой путь сегодня является наиболее быстрым и экономичным.

В курсе имеется большое количество математических выкладок и преобразований. Чтобы разобраться в этих выкладках не формально, студенты должны много самостоятельно работать. Для самостоятельной работы студентам даются задачи для домашнего решения. Соответствующая литература имеется в библиотеке института.

Особое место в курсе занимает работа по разработке каждым студентом собственного алгоритма программы для расчета методом Монте-Карло одной из задач теории переноса. Здесь студентам очень пригодятся навыки программирования на современных языках высокого уровня, ориентировка в литературных данных по прохождению излучений через вещество.

#### 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Освоение дисциплины базируется на предварительном изучении математики, математической физики, ядерной физики и информатики. Студент должен иметь навыки в интегральном и дифференциальном исчислении, теории вероятности и математической статистике, решении простейших дифференциальных И интегральных представление о вариационном исчислении, специальных функциях и ортогональных полиномах. Для успешного освоения курса необходимы знания о физике взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, знание основ вычислительной техники и умение программировать.

Цель освоения данной дисциплины состоит в получении и закреплении теоретических знаний и практических навыков применения методов теории переноса к решению конкретных задач по расчету распределений характеристик поля излучения в различных средах, за противорадиационной защитой медицинских диагностических и терапевтических установок. Освоение дисциплины направлено на развитие навыков корректной постановки расчетных задач, рационального выбора метода теории переноса, проведении расчетов и физического анализа результатов расчета.

Дисциплина базируется на предшествующих дисциплинах и курсах: «Высшая математика», «Спецглавы высшей математики (интегральные уравнения)», «Численные методы», «Ядерная физика» и «Информатика». Ее освоение является необходимым для успешной сдачи государственного экзамена по специальности и непременным условием подготовки квалифицированного выпускника.

Дисциплина состоит из пяти основных разделов.

Первый раздел "Основные величины и единицы" базовое положение. Несмотря на небольшой объем, он вводит много новых понятий и поэтому сложен для быстрого усвоения студентами. Его необходимо подкрепить решением большого числа задач. К обсуждению различий между основными величинами, напоминанию их размерности и физического смысла необходимо возвращаться неоднократно в течение всей первой половины курса.

Второй раздел касается изучение взаимодействия излучения с веществом. Он частично повторяет материал, изучаемый студентами в курсе ядерной физики. Практика показывает, что такое повторение оправданно, имея в виду, что данные сведения окажутся важными при обсуждении деталей моделирования взаимодействия излучения с веществом методом Монте-Карло. При изучении этого раздела необходимо добиться усвоения студентами базовых понятий сечений взаимодействия.

Третий раздел посвящен изучению инженерных методов расчета защиты от излучений, анализу полей за защитой, а также рассмотрению альбедо излучения.

Четвертый раздел более других насыщен математическими преобразованиями и посвящен основным уравнениям теории переноса излучения, а также доступным аналитическим методам их решения. Цель данного раздела –познакомить слушателей с математическим аппаратом расчетных методов решения практических задач переноса излучения.

Пятый раздел посвящен систематическому изложению основ метода Монте-Карло применительно к решению задач переноса излучения. Цель преподавателя сформировать у студентов общее понятие о моделировании переноса излучения именно как о математическом методе, а не просто наборе техник имитации распространения излучения в веществе. При изложении метода обращение к физической аналогии является безусловно полезным методическим приемом, облегчающим на первом этапе освоение моделирования методом Монте-Карло. Однако каждый метод моделирования должен быть не только нагляден, но и математически обоснован. Такая необходимость особенно очевидна при изучении неаналоговых методов моделирования, когда физическая наглядность утрачивается, а также при изучении методов решения задач радиационной физики на основе сопряженного уравнения переноса излучения, где физическая аналогия отсутствует вовсе.

При изучении пятого раздела интенсивные практические занятия имеют очень большое значение. Студенты должны получить устойчивые навыки конструирования алгоритмов розыгрыша различных случайных величин, комбинируя три основных метода (обратных функций, суперпозиции и исключения). Они должны практически освоить построение основных техник, сопровождающих моделирование источника, столкновения и свободного пробега частиц. Очень важным является поиск ответов и демонстрация, почему моделирование строится именно так, и какие еще варианты возможны с точки зрения математики. Методически весьма важным представляется проведение аналогии между вычислением методом Монте-Карло обычного одномерного интеграла и решением задачи расчета характеристик поля излучения. Этой аналогии, построенной на анализе смысла функции

детектора следует уделить специальное время, которое окупится при объяснении студентам методологии построения оценок в методе Монте-Карло.

Для успешной подготовки к экзамену исключительно важным является выполнение студентами индивидуального (или в малых группах до 2-3 человек) большого домашнего задания, в котором они разрабатывают алгоритм решения методом Монте-Карло одной из задач теории переноса. Опыт показывает, что именно на этом этапе у студентов возникает множество вопросов. Поэтому преподаватель должен выделить достаточно времени для консультаций.

## Автор(ы):

Панин Михаил Петрович, к.ф.-м.н., с.н.с.