

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ ТПУ

Долматов О.Ю.

«25» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**ФИЗИКА ЗАЩИТЫ. ЧАСТЬ 2**

Направление подготовки/ специальность	<b>14.03.02 Ядерные физика и технологии</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные физика и технологии		
Специализация	Радиационная безопасность человека и окружающей среды		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		22
	Практические занятия		22
	ВСЕГО		44
	Самостоятельная работа, ч		64
	ИТОГО, ч		108

Вид промежуточной аттестации	<b>Экзамен</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>ОЯТЦ</b>
------------------------------	----------------	------------------------------	-------------

Руководитель отделения		А.Г. Горюнов
Руководитель ООП		П.Н. Бычков
Преподаватель		В.И. Беспалов

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-2	Способность проводить математическое моделирование процессов и объектов атомной отрасли с использованием стандартных методов и компьютерных кодов для проектирования и анализа	И.ПК(У)-2.5	Рассчитывает радиационные условия и защиту от источников электронов, протонов и альфа-частиц в различных условиях их применения	ПК(У)-2.5В1	Владеет методами защиты от источников заряженных частиц в различных условиях их применения, в том числе и для защиты в космосе
				ПК(У)-2.5В1	Умеет рассчитывать радиационные условия и защиту от источников электронов, протонов и альфа-частиц в различных условиях их применения
				ПК(У)-2.5В1	Знает методы защиты от источников заряженных частиц в различных условиях их применения, в том числе и для защиты в космосе
ПК(У)-3	Готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу полученных экспериментальных данных	И.ПК(У)-3.2	Осуществляет расчет защиты от гамма-излучения, рентгеновского и тормозного излучения, пучков заряженных частиц с помощью пакетов специальных прикладных программ	ПК(У)-3.2В2	Владеет опытом работы с программой для расчетов защиты и характеристик поля ионизирующего излучения
				ПК(У)-3.2У2	Умеет применять программу для расчетов защиты и характеристик поля ионизирующего излучения
				ПК(У)-3.2З2	Знает программы для расчета защиты от ионизирующих излучений, основные процессы взаимодействия фотонов с веществом
ПК(У)-9	Способность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности и другим нормативным документам	И.ПК(У)-9.1	Осуществляет контроль за выполнением основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами, источниками ионизирующего излучения, норм радиационной безопасности	ПК(У)-9.1В1	Владеет навыками планирования и организации работ по обеспечению ядерной и радиационной безопасности; составлению технических отчетов по радиационной обстановке и дозам облучения сотрудников
				ПК(У)-9.1У1	Умеет применять методики радиационного контроля при обращении с радиационными материалами

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-9.131	Знает методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы, правила и условия выполнения работ

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Код	Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
	Наименование		
РД 1	Способность выбирать и применять методы расчета защиты персонала и населения от источников заряженных частиц в различных условиях их применения, в том числе и для защиты в космосе.		И.ПК(У)-2.5 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-9.1
РД 2	Способность контролировать выполнение основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами на основе основные нормативные документы в области радиационной защиты: НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010.		И.ПК(У)-2.5 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-9.1
РД 3	Способность использовать специальные пакеты программ для расчетов защиты, обрабатывать, систематизировать и анализировать полученные результаты.		И.ПК(У)-2.5 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-9.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

## 4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Защита от заряженных частиц	РД 1	Лекции	12
	РД 2	Практические занятия	16
	РД 3	Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 2. Основы радиационной защиты в ближнем космосе	РД 1	Лекции	6
	РД 2	Практические занятия	4
	РД 3	Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Основы радиационной безопасности	РД 2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	14

## Содержание разделов дисциплины:

### Раздел 1. Защита от заряженных частиц

*Взаимодействие электронов и позитронов, упругое рассеяние, многократное рассеяние, распределение Мольера, неупругое рассеяние на атомных электронах, потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов, тормозная способность вещества, формула Бете-Блоха, тормозное излучение, потери энергии на тормозное излучение, критическая энергия, аннигиляционное излучение, коэффициенты пропускания и пробеги электронов, альbedo электронов, защита от электронов и бета-частиц, процессы взаимодействия альфа-частиц и протонов небольших энергий с веществом, коэффициенты пропускания и пробеги протонов и альфа-частиц, защита от протонов и альфа-частиц, области применения ускорителей заряженных частиц, ионизирующее излучение ускорителей, ослабление адронов, электрон-фотонные ливни, особенности защиты от мюонов, основные задачи, решаемые радиационной защитой на ускорителях высокой энергии, основные факторы вредного воздействия ускорителей, особенности защиты ускорителей электронов.*

#### Темы лекций:

1. Процессы взаимодействия электронов и позитронов: упругое рассеяние, потери энергии на ионизацию и возбуждение атомов, тормозное излучение, аннигиляция позитронов.
2. Коэффициенты пропускания, пробеги электронов и позитронов. Альbedo электронов. Защита от электронов и бета-частиц.
3. Процессы взаимодействия альфа-частиц и протонов небольших энергий с веществом. Формула Бете-Блоха. Ядерные взаимодействия протонов и альфа-частиц.
4. Пробеги протонов и альфа-частиц. Защита от протонов и альфа-частиц.
5. Области применения ускорителей заряженных частиц. Ионизирующее излучение ускорителей.
6. Особенности защиты протонных ускорителей на большие энергии.

#### Темы практических занятий:

1. Многократное рассеяние электронов. Распределение Мольера.
2. Коэффициенты пропускания и пробеги электронов. Защита от электронов.
3. Неупругие столкновения протонов и альфа-частиц с атомными электронами.
4. Защита от протонов и альфа-частиц.
5. Определение радиационных условий при активации мишени протонным пучком.
6. Расчет мощности дозы при активации поглотителя протонного пучка.
7. Расчет защиты помещения с поглотителем электронного пучка.
8. Активация воздуха нейтронами на ускорителях заряженных частиц.

### Раздел 2. Основы радиационной защиты в ближнем космосе

*Первичное галактическое космическое излучение, солнечные космические лучи, радиационные пояса Земли, внутренний РПЗ, внешний РПЗ, особенности радиационной защиты в космосе, нормы радиационной безопасности космических полетов на основе концепции радиационного риска, равноценная эквивалентная доза, обобщенная доза, суммарный радиационный риск.*

#### Темы лекций:

1. Радиационные условия в космическом пространстве. Особенности радиационной защиты в космосе.
2. Стандарты радиационной безопасности космических полетов.
3. Обеспечение радиационной безопасности космических полетов.

### **Темы практических занятий:**

1. Расчет дозы внутри КА от электронной компоненты РПЗ.
2. Расчет дозы внутри КА от протонной компоненты РПЗ.

## **Раздел 2. Основы радиационной безопасности**

*Радиационная безопасность, классификация лучевых поражений организма человека, категории потенциальной опасности радиационных объектов, закрытый источник излучения, открытый источник излучения, минимально значимая активность, минимально значимая удельная активность, классы работ с открытыми источниками, правила обращения с радиоактивными отходами, средства индивидуальной защиты и личной гигиены персонала, радиационный контроль при работе с техногенными источниками излучения, уровни вмешательства, безопасная перевозка радиоактивных веществ, транспортный упаковочный комплект, транспортная категория.*

### **Темы лекций:**

1. Классификация лучевых поражений организма человека. Организация работ с закрытыми и открытыми источниками излучения.
2. Ограничение профессионального облучения. Уровни вмешательства.

### **Темы практических занятий:**

1. Основы безопасной перевозки радиоактивных веществ.

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий и домашних контрольных работ;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.
- 

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература:**

1. Беспалов, В. И.. Лекции по радиационной защите: Учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Беспалов. – Томск: Томский политехнический университет, 2017. – 695 с. – Режим доступа: [https://portal.tpu.ru/files/departments/publish/FTI\\_Bespalov.pdf](https://portal.tpu.ru/files/departments/publish/FTI_Bespalov.pdf)
2. Беспалов, В. И.. Лекции по радиационной защите: Учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Беспалов. – Томск: Томский политехнический университет, 2017. – 695 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 978-5-4387-0786-8. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84016.html>
3. Беспалов В. И. Надзор и контроль в сфере безопасности. Радиационная защита : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. И. Беспалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 4-е изд. – Москва: Юрайт, 2016. – 508 с.: ил.. – Университеты России. – Библиография в конце лекций. – Предметный указатель: с. 505-507.. – ISBN 978-5-9916-7028-9.

#### **Дополнительная литература**

1. Машкович В. П. Защита от ионизирующих излучений : справочник / В. П. Машкович, А. В. Кудрявцева. — 5-е изд. — Москва: Столица, 2013. — 494 с.: ил.. — Библиогр.: с.

- 479-489. — Предметный указатель: с. 490-492.. — ISBN 978-5-90537-925-3.
2. Иванов В. И. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учебное пособие / В. И. Иванов, В. А. Климанов, В. П. Машкович. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1992. – 256 с.: ил.. – ISBN 5-283-03083-0.
  3. Беспалов В. И. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Беспалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 5-е изд.. – 1 компьютерный файл (pdf; 6,7 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Системные требования: Adobe Reader. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m102.pdf> (контент)

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>.
3. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS - <https://www.google.com/search?client=firefox-b-e&q=ipr+books>
4. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» - <http://www.rosatom.ru/>
5. National Nuclear Data Center - <https://www.nndc.bnl.gov>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Windows 7 Professional
2. Microsoft Office 2013 Professional Plus Russian Academic
3. PTC Mathcad Prime 6
4. MathWorks MatLab
5. Google Chrome

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 228	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 125А	Компьютер - 1 шт.; Проекторы - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 26 посадочных мест; Доска аудиторная настенная – 1 шт.
3.	Аудитория для проведения	Компьютер - 12 шт.; Доска аудиторная настенная –

<p>учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 122</p>	<p>1 шт. Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест;</p>
--	---

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.03.02 Ядерные физика и технологии / специализация «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность		ФИО
Доцент ОЯТЦ		Беспалов В.И.

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол от «31» мая 2018г. №3).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения  
на правах кафедры



А.Г. Горюнов

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ядерно-топливного цикла (протокол)
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от 08.05.2019 г. № 14
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	от 13.05.2020 г. № 28