

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТЦ

О.Ю. Долматов

«25»

06

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерная и радиационная безопасность		
Специализация	Ядерная и радиационная безопасность		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	Семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения ЯТЦ
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

А.Г. Горюнов

В.С. Яковлева

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
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Применяет современные методы исследования процессов, факторов и характеристик в соответствующих областях знаний, оценивает погрешности и неопределенности результатов	ОПК(У)-2.1В1	Владеет навыками применения современных методов измерения, расчета, анализа или моделирования величин и характеристик в соответствующих областях знаний, оценки погрешностей и неопределенности результатов
				ОПК(У)-2.1У1	Умеет применять современные методы измерения, расчета, анализа или моделирования величин и характеристик в соответствующих областях знаний, оценивать и представлять результаты выполненной работы
				ОПК(У)-2.1З1	Знает современные методы измерения, расчета, анализа или моделирования величин и характеристик в соответствующих областях знаний, оценки и представления результатов выполненной работы
ПК(У)-1	Способность к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-1.1	Создает теоретические, физические и математические модели, описывающие процессы и механизмы переноса излучений, ядерных материалов, радиоактивных веществ, и применяет их для решения задач в области ядерной и радиационной безопасности	ПК(У)-1.1В4	Владеет навыками расчета лабиринтной защиты медицинских электронных ускорителей от тормозного и фотонейтронного излучения с использованием пакетов специальных прикладных программ для расчета защиты
				ПК(У)-1.1У4	Умеет создавать физические модели и производить расчет лабиринтной защиты медицинских электронных ускорителей от тормозного и фотонейтронного излучения
				ПК(У)-1.1З4	Знает основные процессы взаимодействия фотонов и нейтронов с веществом, модели защиты медицинских электронных ускорителей от тормозного и фотонейтронного излучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-2	Готовность применять методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-2.5	Рассчитывает защиту от ионизирующих излучений от радионуклидных источников, заряженных частиц, рентгеновского, тормозного и нейтронного излучения с использованием пакетов специальных программ	ПК(У)-2.5В1	Владеет методами расчета характеристик радиационного поля для излучений различного типа по заданным параметрам источника, опытом обработки, систематизации и анализа полученных результатов, пакетами специальных прикладных программ для расчета защиты
				ПК(У)-2.5У1	Умеет использовать инженерные методы расчета защиты от радионуклидных источников, заряженных частиц, рентгеновского, тормозного и нейтронного излучения с использованием пакетов специальных программ
				ПК(У)-2.5З1	Знает физические величины и единицы их измерения в области радиационной безопасности, основные положения норм радиационной безопасности, свойства и характеристики гамма-излучения радионуклидных источников, источников рентгеновского, тормозного и нейтронного излучения, инженерные методы защиты от ионизирующего излучения
ПК(У)-4	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения	И.ПК(У)-4.8	Оценивает радиационные риски и необходимость построения защиты от ионизирующих излучений при работе с радионуклидными источниками ионизирующего излучения и ускорителями частиц	ПК(У)-4.8В1	Владеет методами расчета характеристик радиационного поля для излучений различного типа по заданным параметрам источника, с целью оценки рисков и определения мер радиационной безопасности
				ПК(У)-4.8У1	Умеет производить расчет характеристик радиационного поля для излучений различного типа по заданным параметрам источника, с целью оценки рисков и определения мер радиационной безопасности
				ПК(У)-4.8З1	Знает нормы радиационной безопасности, свойства и характеристики гамма-излучения радионуклидных источников, источников рентгеновского, тормозного и нейтронного излучения

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

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

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Способность контролировать выполнение основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами на основе основных нормативных документов в области радиационной защиты.	И.ПК(У)-2.5
РД 2	Способен рассчитывать характеристики радиационного поля от излучений различного типа по заданным параметрам источника, обрабатывать и анализировать полученные результаты, оценивать риски и определять меры радиационной безопасности.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-4.8
РД 3	Способен рассчитывать защиту помещений и лабиринтную защиту от фотонного излучения источников различного типа.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-4.8

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. Введение в физику защиты	РД 1	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 2. Защита от фотонного излучения	РД 1 РД 2 РД 3	Лекции	4
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 3. Защита от заряженных частиц	РД 1 РД 2 РД 3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 4. Защита от нейтронов	РД 1 РД 2 РД 3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение в физику защиты

Области применения источников ионизирующих излучений, особенности взаимодействия ионизирующих излучений с биологической средой, плотность потока, флюенс, активность дозиметрические характеристики поля излучения, базисные и фантомные дозиметрические величины, уровни фонового облучения человека, нормы радиационной безопасности, основные принципы радиационной безопасности, нормируемые и операционные дозиметрические величины, классификация источников излучения и защит, особенности ослабления пучков излучения.

Темы лекций:

1. Основные понятия. Дозиметрические характеристики поля излучения.
2. Нормы радиационной безопасности. Нормируемые и операционные дозиметрические величины.

Темы практических занятий:

1. Ионизирующие излучения: практическая польза, потенциальная угроза здоровью.
2. Плотность потока, активность, доза.
3. Нормы радиационной безопасности.
4. Ослабление узкого пучка Гамма-постоянная радионуклидов.

Названия лабораторных работ:

1. Введение в программу КЛ (PCLab). Режим DEMO.
2. Программа КЛ, режим CONST.

Раздел 2. Защита от фотонного излучения

Фотоэффект, эффект Комптона, эффект образования электрон-позитронных пар, фотоядерные реакции, полное сечение взаимодействия фотонов, сечение поглощения энергии, факторы накопления гомогенных сред, факторы накопления гетерогенных сред, защита временем, количеством, расстоянием, расчет защиты с помощью универсальных таблиц, расчет защиты с помощью номограмм, расчет защиты от плоских и точечных изотропных источников по слоям ослабления, метод конкурирующих линий, альbedo фотонов, скайшайн излучений, расчет защиты от первичного и рассеянного гамма-излучения, методы расчета защиты от первичного и рассеянного рентгеновского и тормозного излучения, метод расчета лабиринтов, радиолиз воздуха, защитные материалы от фотонного излучения.

Темы лекций:

1. Инженерные методы расчета защиты от гамма-излучения радионуклидов.
2. Защита от рентгеновского и тормозного излучения.

Темы практических занятий:

1. Взаимодействие фотонов с веществом. Факторы накопления.
2. Инженерные методы расчета защиты от гамма-излучения радионуклидов.
3. Защита от рентгеновского и тормозного излучения.
4. Расчет лабиринтов.
5. Радиолиз воздуха под воздействием ионизирующего излучения.
6. Активация воздуха тормозным излучением.

Названия лабораторных работ:

1. Программа КЛ, режим BF.
2. Программа КЛ, режим ALBEDO.
- 3.

Раздел 3. 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.

Темы лекций:

1. Пробеги электронов и бета-частиц. Защита от электронов и бета-частиц.
2. Пробеги протонов и альфа-частиц. Защита от протонов и альфа-частиц.

Темы практических занятий:

1. Защита от электронов и бета-частиц.
2. Защита от протонов и альфа-частиц.

Названия лабораторных работ:

1. Программа КЛ, режим BARRIER.
2. Программа КЛ, режим FLUX.

Раздел 3. Защита от нейтронов

Упругое рассеяние нейтронов, неупругое рассеяние нейтронов, радиационный захват, неупругие реакции с поглощением нейтронов и вылетом заряженных частиц или нескольких нейтронов, деление ядер, полное сечение взаимодействия нейтронов, радионуклидные источники нейтронов, источники нейтронов на основе ускорителей заряженных частиц, ядерный реактор как источник нейтронов, ядерный взрыв как источник нейтронов, доза от нейтронов в биологической ткани, метод длин релаксации, метод сечения выведения, коэффициенты накопления подпороговых нейтронов, защита из воды от нейтронов (α , n) источников, защита от смешанного нейтронного и гамма-излучения, активация материалов в поле нейтронов, защитные материалы от нейтронного излучения.

Темы лекций:

1. Взаимодействия нейтронов с веществом.
2. Инженерные методы расчета защиты от нейтронов.

Темы практических занятий:

1. Взаимодействия нейтронов.
2. Источники нейтронов.
3. Инженерные методы расчета защиты от нейтронов.
4. Защита от смешанного нейтронного и гамма-излучения. Активация материалов в поле нейтронов.

Названия лабораторных работ:

1. Программа КЛ, режим BREMSSTRAHLUNG.
2. Программа КЛ, режим PHANTOM.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

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 и выполнение лабораторных работ, подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- 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
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. 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)
2. 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.
3. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений: учебник для вузов / Б.П. Голубев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.: ил. – Для студентов вузов. – Библиогр.: с. 455-456. – Предм. указ.: с. 456-458.
4. 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.

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. Wolfram Mathematica 12.1
4. PTC Mathcad Prime 6
5. MathWorks MatLab
6. 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 (компьютерный класс). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, 122	Компьютер - 12 шт.; Доска аудиторная настенная – 1 шт. Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 122А	Компьютер - 12 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Доска аудиторная настенная – 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе общей характеристики образовательной программы по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии» ООП «Ядерная и радиационная безопасность» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ	В.И. Беспалов

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол № 28 от 13.05.2020 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры, д.т.н.



Горюнов А.Г.

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ядерно- топливного цикла (протокол)