

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

Долматов О.Ю.

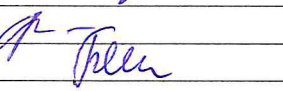
«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПРОЕКТ

Направление подготовки/ специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные физика и технологии		
Специализация	Радиационная безопасность человека и окружающей среды		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7, 8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	54	
	Лабораторные занятия	-	
	ВСЕГО	70	
Самостоятельная работа, ч		110	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		Курсовой проект	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	Зачет Диф.зачёт	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
---------------------------------	--------------------	---------------------------------	------

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры		А.Г. Горюнов	
Руководитель ООП		П.Н. Бычков	
Преподаватель		Н.С. Рогова	
Преподаватель		В.И. Беспалов	

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
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	И.УК(У)-3.3	Анализирует возможные последствия личных действий и планирует свои действия для достижения заданного результата	УК(У)-3.3В1	Владеет навыками целеполагания, планирования и анализа личных действий для достижения заданного результата
				УК(У)-3.3У1	Умеет составлять план и последовательность действий для достижения заданного результата
				УК(У)-3.3З1	Знает основы целеполагания, планирования и анализа личных действий для достижения заданного результата
ОПК(У)-1	Способность использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	И.ОПК(У)-1.11	Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, производит экспериментальные исследования	ОПК(У)-1.11В1	Владеет методами математического анализа и моделирования, экспериментального исследования в профессиональной деятельности
				ОПК(У)-1.11У1	Умеет осуществлять математический анализ и моделирование, производить экспериментальные исследования в профессиональной деятельности
				ОПК(У)-1.11З1	Знает методы математического анализа и моделирования, принципы теоретического и экспериментального исследования
		И.ОПК(У)-1.13	Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет численные методы анализа, производит теоретические расчеты	ОПК(У)-1.13В1	Владеет методами анализа, теоретических исследований в области переноса и защиты от ионизирующих излучений

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ОПК(У)-1.13У1	Умеет производить теоретические исследования в области переноса и защиты от ионизирующих излучений
				ОПК(У)-1.1331	Знает методы анализа результатов экспериментов, основы теоретических исследований в области переноса и защиты от ионизирующих излучений
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)-2.2	Способен использовать современные компьютерные технологии для проведения математического моделирования в различных предметных областях	ПК(У)-2.2В1	Владеет опытом моделирования различных физических явлений на основе различных математических подходов
				ПК(У)-2.2У1	Умеет применять методы для моделирования различных процессов, как с использованием стандартных пакетов, так и путем написания программ.
				ПК(У)-2.231	Знает методы математического моделирования, в частности, методы сеточного, статистического, конечно-разностного и пр. решения поставленных задач
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)-3.2В1	Владеет навыками расчета защиты от гамма-излучения, рентгеновского и тормозного излучения, пучков заряженных частиц с помощью пакетов специальных прикладных программ
				ПК(У)-3.2У1	Умеет использовать инженерные методы расчета защиты от пучков заряженных частиц, гамма-излучения, рентгеновского и тормозного излучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-3.231	Знает свойства и характеристики пучков заряженных частиц, гамма-излучения радионуклидных источников, рентгеновского и тормозного излучения, особенности взаимодействия с веществом
				ПК(У)-3.2В2	Владеет опытом работы с программой PCLab для расчетов защиты и характеристик поля ионизирующего излучения
				ПК(У)-3.2У2	Умеет применять программу PCLab для расчетов защиты и характеристик поля ионизирующего излучения
				ПК(У)-3.232	Знает программы для расчета защиты от ионизирующих излучений, основные процессы взаимодействия фотонов с веществом
ПК(У)-12	Готовность к эксплуатации современного физического оборудования, приборов и технологий	И.ПК(У)-12.2	Использует современное физическое оборудование, приборы и технологии в производственно-технологической деятельности	ПК(У)-12.2В1	Владеет навыками использования современного физического оборудования, приборов и технологий в производственно-технологической деятельности
				ПК(У)-12.2У1	Умеет использовать современное физическое оборудование, приборы и технологии в производственно-технологической деятельности
				ПК(У)-12.231	Знает критерии выбора физического оборудования, приборов и технологий в зависимости от задачи

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	Применять знания общих законов, теорий, свойства и характеристики ионизирующих излучений, основные процессы взаимодействия заряженных частиц, нейтронов и фотонов с веществом детекторов.	И.ОПК(У)-1.11 И.ОПК(У)-1.13 И.ПК(У)-2.2
РД 2	Способен проводить измерения спектров, выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях свойств и характеристик гамма-излучения радионуклидных источников.	И.УК(У)-3.3 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-12.2
РД 3	Способен осуществлять контроль за выполнением норм радиационной безопасности, представлять результаты измерений в соответствии с требованиями соответствующих стандартов и нормативных документов.	И.УК(У)-3.3 И.ПК(У)-3.2 И.ОПК(У)-1.11 И.ОПК(У)-1.13 И.ПК(У)-12.2
РД 4	Способность рассчитывать защиту от гамма-излучения радионуклидных источников, рентгеновского и тормозного излучения в различных условиях их применения.	И.УК(У)-3.3 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-2.2 И.ОПК(У)-1.11 И.ОПК(У)-1.13 И.ПК(У)-12.2
РД 5	Способность контролировать выполнение основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами на основе основных нормативных документов в области радиационной защиты.	И.УК(У)-3.3 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-2.2 И.ОПК(У)-1.11 И.ОПК(У)-1.13 И.ПК(У)-12.2

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. Детекторы ионизирующего излучения	РД 1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	8
Раздел (модуль) 2. Спектрометры	РД 2	Лекции	4
		Практические занятия	12
		Самостоятельная работа	8
Раздел (модуль) 3. Спектры ионизирующих излучений	РД 2	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	8
Раздел (модуль) 4.	РД 3	Лекции	4

Проведение радиоэкологических исследований		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	8
Раздел (модуль)5. Расчет защиты помещений при использовании источников фотонного излучения	РД 4 РД 5	Практические занятия	22
		Самостоятельная работа	10
Курсовой проект	РД 1 РД 2 РД 3 РД 4 РД 5	Самостоятельная работа	68

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Детекторы ионизирующего излучения

Цели и задачи дисциплины. Место дисциплины в образовательной программе профиля. Причины возникновения радиоактивности в природе. Техногенная радиоактивность, ее источники. Статистическая природа радиоактивности. Типы радиоактивности: альфа-распад ядер и его закономерности; гамма-распад ядер и явление внутренней конверсии; бета-распад ядер и его разновидности: бета-минус распад; бета-плюс распад; электронный захват (К- захват). Энергетические спектры частиц и фотонов гамма- излучения, возникающих при радиоактивном распаде ядер. Детекторы элементов полей ионизирующих излучений, предназначенные для полного поглощения кинетической энергии. Детекторы альфа- частиц. Детекторы бета- излучения. Детекторы гамма- излучения.

Темы лекций:

1. Введение.
2. Детекторы излучений

Темы практических занятий:

1. Статистическая природа радиоактивности.
2. Энергетические спектры частиц и фотонов гамма-излучения

Раздел 2. Спектрометры

Формирование аппаратных спектров амплитуд импульсов, снимаемых с датчиков спектрометров: формирование интегральных спектров в режиме одноканального измерения; формирование дифференциальных спектров в режиме одноканального измерения; применение мультиканальных амплитудных анализаторов импульсов; современные аналогово-цифровые мультиканальные анализаторы.

Блок-схемы современных спектрометров: альфа- спектрометры; бета-спектрометры; гамма- и рентгеновские спектрометры; их сходство и различия; достоинства и недостатки спектрометров различного типа.

Темы лекций:

1. Схемы регистрации полей излучения.
2. Спектрометры.

Темы практических занятий:

1. Особенности магнитных спектрометров.

2. Спектрометры секторного типа; спектрометры с полукруговой фокусировкой.
3. Альфа- спектрометры
4. Бета- спектрометры
5. Гамма- спектрометры
6. Рентгеновские спектрометры

Раздел 3. Спектры ионизирующих излучений

Основные информативные параметры энергетических спектров ионизирующих излучений: альфа- спектры; бета- спектры; гамма- и рентгеновские спектры. Энергетическое разрешение спектрометров, разрешающая способность; понятие светосилы для некоторых типов спектрометров. Калибровки спектрометров: калибровка энергетической шкалы спектрометров по образцовым спектрометрическим источникам; калибровка по эффективности; калибровка по форме линий.

Темы лекций:

1. Аппаратурная форма линии спектрометра.
2. Градуировка спектрометра.

Темы практических занятий:

1. Формирование интегральных спектров в режиме одноканального измерения.
2. Формирование аппаратурных спектров амплитуд импульсов, снимаемых с датчиков спектрометров.
3. Калибровка энергетической шкалы спектрометров по образцовым спектрометрическим источникам
4. Калибровка по эффективности. Калибровка по форме линии.

Раздел 4. Проведение радиоэкологических исследований

Задачи радиоэкологии: альфа- спектрометрические исследования для определения концентраций атомов сверхтяжелых элементов в объектах геобиоценозов, отбор проб для анализов, пробоподготовка и изготовление измерительных образцов (препаратов), проведение анализов и обработка результатов анализов; бета- спектрометрические исследования и ограничения области их применения; гамма- спектрометрия натуральных образцов, отобранных на объектах окружающей среды. Измерение и учет фоновых компонент в спектрограммах. Статистическая обработка спектрограмм с целью получения достоверной информации об активностях радиоактивных элементов, аккумулярованных в объектах окружающей среды. Определение площадей пиков полного поглощения и расчет удельных массовых или объемных активностей радионуклидов в препаратах и измерительных образцах. Алгоритмы автоматизированной обработки и расшифровки спектрограмм в современной спектрометрии. Документирование результатов расшифровки спектрограмм и подготовка свидетельства радиационного качества.

Темы лекций:

1. Применение метода спектрометрии в радиоэкологических исследованиях.
2. Пробоотбор и пробоподготовка объектов окружающей среды.

Темы практических занятий:

1. Определение площадей пиков полного поглощения.
2. Расчет массовых и объемных активностей радионуклидов в препаратах и измерительных образцах.
3. Документирование результатов расшифровки спектрограмм.
4. Подготовка свидетельства радиационного качества.

Раздел 5. Расчет защиты помещений при использовании источников фотонного излучения

Цели и задачи, которые ставятся при выполнении курсового проекта, характеристики источников фотонного излучения, инженерные методы расчета защиты от гамма-излучения р/н источников, методы расчета защиты от рентгеновского и тормозного излучения, расчет наведенной активности воздуха от тормозного излучения, расчет концентрации вредных веществ в воздухе помещений от фотонного излучения, расчет лабиринтной защиты для источников фотонного излучения.

Темы практических занятий:

1. Цели и задачи расчета курсового проекта (КП), правила оформления КП. Выдача заданий для выполнения КП.
2. Определение допустимых условий работы при расчете защиты от различных источников фотонного излучения и различных территорий.
3. Характеристики гамма-излучения р/н источников. Методы защиты от гамма-излучения р/н источников.
4. Применение метода конкурирующих линий при расчете защиты хранилища р/н источников.
5. Характеристики источников рентгеновского излучения. Применение метода номограмм при расчете защиты от рентгеновского излучения.
6. Характеристики источников тормозного излучения. Применение методов номограмм и слоев ослабления при расчете защиты от тормозного излучения электронных ускорителей.
7. Методы расчета лабиринтной защиты для различных источников фотонного излучения.
8. Проверка расчетов защиты помещений от источников гамма, рентгеновского и тормозного излучений КП.
9. Метод расчета активации воздуха тормозным излучением.
10. Методы расчета концентрации вредных веществ для рентгеновского и тормозного излучения.
11. Проверка расчетов лабиринтов КП.

Тематика курсовых работ

1. Анализ гамма-спектров растительных проб для оценки уровня загрязнения
2. Сравнение и анализ проб снежного покрова, отобранных на территории Томской области
3. Спектрометрический анализ проб грунта.
4. Расчет биологической защиты лаборатории радиационной дефектоскопии.
5. Расчет биологической защиты хранилища радиоактивных изотопов.
6. Расчет биологической защиты корпуса лучевой терапии радиологического центра.
7. Расчет биологической защиты и вредных выбросов от ротационных излучающих установок.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к практическим занятиям;

- Подготовка к оценивающим мероприятиям;
- Сбор и подготовка необходимой информации для выполнения КП;
- Последовательный расчет различных частей КП;
- Подготовка к обсуждению и анализу рассчитанных частей КП;
- Подготовка отчета и презентации для защиты КП.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Специальный физический практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Кашковский; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 4.9 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m303.pdf>
2. 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
3. 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>
4. 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

5. 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 MB). — 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. Машкович, Вадим Павлович. 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.
7. Экспериментальные методы ядерной физики: учебное пособие / Ю.М. Степанов; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009 Ч. 1. — 2009. — 370 с.: ил. — Библиогр. в конце глав.
8. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения: учебное пособие / А.И. Болоздыня, И.М. Ободовский. — Долгопрудный: Интеллект, 2012. — 204 с.: ил. — Библиогр.: с. 202-204. — ISBN 978-5-91559-105-8.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. Электронно-библиотечная система IPRBOOKS

5. Программа «Компьютерная лаборатория /PCLab»
<https://portal.tpu.ru/SHARED/b/BVI/pclab>
6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
7. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» - <http://www.rosatom.ru/>

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. MathWorksMatLab
6. Google Chrome

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное 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 учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 122	Компьютер - 12 шт.; Доска аудиторная настенная – 1 шт. Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория).	Лабораторный комплекс для изучения характеристик источников гамма-излучения "Кабиrr-Г" - 1 шт.; Лабор. установка Эксперим. с испол. контрастн. вещества в мод д/изучения кров. сосудов - 1 шт; Лабораторный комплекс для изучения характеристик

	634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 120	источников альфа-бета-излучения "Кабирр-АБ" - 1 шт; Лабораторная установка Гелий-неонового лазера RHYWE - 1 шт.; Компьютер - 9 шт.; Принтер - 1 шт. Комплект учебной мебели на 11 посадочных мест.
--	--	---

Рабочая программа составлена на основе общей характеристики образовательной программы по направлению подготовки 14.03.02 Ядерная физика и технологии, профиль / специализация «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчики:

Должность		ФИО
Доцент ОЯТЦ		Н.С. Рогова
Доцент ОЯТЦ		В.И. Беспалов

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол №28-д от 25.06.2020 г.).

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

А.Г. Горюнов

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

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