

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

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

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
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	-	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	72	
	ВСЕГО	72	
Самостоятельная работа, ч			108
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			
ИТОГО, ч			180

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

А.Г. Горюнов

В.С. Яковлева

А.Н. Алейник

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)-3	Готовность к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу полученных экспериментальных данных	И.ПК(У)-3.1	Проводит эксперименты по заданной методике, составляет описание проводимых исследований, анализирует результаты	ПК(У)-3.1В1	Владеет методами математической обработки данных и математической статистики
				ПК(У)-3.1У1	Умеет описывать проведённое исследование и проводить анализ полученных результатов
				ПК(У)-3.131	Знает статистические закономерности систем с малым числом элементов и методы обработки данных ядерно-физического исследования
				ПК(У)-3.1В2	Владеет методами проведения измерений и исследований, обработки полученных результатов
				ПК(У)-3.1У2	Умеет проводить эксперимент по заданной методике в атомной отрасли, составлять описание проводимых исследований и проводить анализ результатов
				ПК(У)-3.132	Знает методы экспериментального исследования физических процессов, создания экспериментальных установок
ПК(У)-4	Способность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования	И.ПК(У)-4.1	Использует технические средства для измерения основных параметров объектов исследования	ПК(У)-4.1В1	Владеет опытом использования технических средств для измерения основных параметров объектов исследования
				ПК(У)-4.1У1	Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования
				ПК(У)-4.131	Знает назначение, принцип и основные технические характеристики технических средств измерения
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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-12.2У1	Умеет использовать современное физическое оборудование, приборы и технологии в производственно-технологической деятельности
				ПК(У)-12.231	Знает критерии выбора физического оборудование, 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 дисциплине¹

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине ²		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Способность применять знания общих законов, теорий, свойства и характеристики ионизирующих излучений, основные процессы взаимодействия заряженных частиц, нейтронов и фотонов с веществом детекторов, а также приборы и методы дозиметрии и спектрометрии в своей профессиональной деятельности.	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-12.2
РД 2	Способность квалифицированно выбирать и использовать регистрирующую аппаратуру для проведения ядерно-физического эксперимента и экологического мониторинга.	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-12.2
РД 3	Способен выполнять оценку погрешностей эксперимента и расчетов характеристик полей источника излучения методами обработки экспериментальных данных, методами проведения радиометрических и спектрометрических измерений; опытом использования <i>Internet</i> -ресурсов в ходе проведения исследований, в том числе и на иностранном языке.	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-12.2

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

¹ П.3.8. ФГОС – «Организация самостоятельно планирует результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам, которые должны быть соотнесены с установленными в программе индикаторами достижения компетенций. Совокупность запланированных результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам должна обеспечивать формирование у выпускника всех компетенций, установленных программой магистратуры»

² Результаты обучения более детализировано представляют индикаторы достижения компетенций как формируемые знания, умения и опыт (навыки), конкретные действия, выполняемые обучающимися, после успешного освоения дисциплины (в соответствии с Матрицей компетенций ООП)

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ³	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Счетчики ионизирующих излучений. Природа ошибок	РД 1 РД 2 РД 3	Лабораторные занятия	32
		Самостоятельная работа	44
Раздел (модуль) 2. Характеристики спектрометров ионизирующих излучений	РД 1 РД 2 РД 3	Лабораторные занятия	20
		Самостоятельная работа	22
Раздел (модуль) 3. Защита от ионизирующих излучений	РД 1 РД 2 РД 3	Лабораторные занятия	20
		Самостоятельная работа	22

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Счетчики ионизирующих излучений. Природа ошибок

Цели и задачи дисциплины. Место дисциплины в образовательной программе профиля. Случайные ошибки. Статистические ошибки. Ошибка функции измеренных величин. Проверка статистических гипотез и критерии согласия. Неравноточные измерения. Метод наименьших квадратов. Систематические ошибки, вызванные просчетами. Газоразрядный счетчик. Торцевой счетчик. Замедление и аннигиляция позитронов в веществе. Образование позитрония. Угловое и энергетическое распределение аннигиляционных фотонов. Аннигиляция позитронов на лету. Схема совпадений и ее настройка.

Названия лабораторных работ:

1. Экспериментальная проверка статистических законов распределения с использованием газоразрядного счетчика. (4 часа)
2. Измерение пробегов и массовых коэффициентов ослабления бета-излучения. (4 часа)
3. Изучение угловых корреляций гамма-квантов при аннигиляции позитронов. (4 часа)
4. Изучение обратного рассеяния электронов в веществе. (4 часа)
5. Определение энергии альфа-частиц по пробегу в воздухе. (4 часа)
6. Измерение счетных характеристик и эффективного мёртвого времени счётчика Гейгера-Мюллера. (4 часа)
7. Измерение энергии гамма-квантов неизвестного источника. (4 часа)
8. Калибровка счетчиков альфа-, бета и гамма-излучений (4 часа)

Раздел 2. Характеристики спектрометров ионизирующих излучений

Основные характеристики однокристалльного гамма-спектрометра. Процессы в сцинтилляторе и фотоэлектрические процессы в ФЭУ. Световой выход сцинтиллятора. Утечка электронов из кристалла. Пики одиночного и двойного вылета. Пик совпадений. Пик утечки характеристического излучения. Связь аппаратной линии и геометрии измерения. Разрешение спектрометра. Свойства полупроводников. Переходы в полупроводниках. Основные типы ППД. Образование носителей под действием ионизирующего излучения. Энергетическое разрешение ППД. Спектрометрия тяжелых заряженных частиц,

³ Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

электронов и гамма-квантов. Временные характеристики спектрометра.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение формы аппаратурной линии однокристалльного сцинтилляционного спектрометра. (6 часов)
2. Прохождение гамма-излучения через вещество. (4 часа)
3. Изучение характеристик кремниевого полупроводникового детектора альфа-частиц. (6 часов)
4. Регистрация быстрых нейтронов методом протонов отдачи. (4 часа)

Раздел 3. Защита от ионизирующих излучений

Ослабление нерассеянного фотонного излучения. Коэффициенты ослабления. Микроскопическое сечение. Средняя длина свободного пробега. Радиационный и безрадиационный переходы. Резонансное рассеяние фотонов. Геометрия широкого и узкого пучка. Числовой, энергетический и дозовый факторы накопления. Основные закономерности фактора накопления.

Названия лабораторных работ:

1. Измерение коэффициентов ослабления гамма-излучения в различных веществах. (6 часов)
2. Измерение коэффициента ослабления рентгеновского излучения. (4 часа)
3. Измерение фактора накопления фотонного излучения. (6 часов)
4. Измерение толщины защиты от бета-излучения. (4 часа)

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.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. **Клайнкнехт К.** Детекторы корпускулярных излучений: Пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 224с., ил.
2. **Группен, Клаус.** Детекторы элементарных частиц : пер. с англ. / К. Группен. — Новосибирск : Сибирский хронограф, 1999. — 407 с.
3. **Волков Н.Г., Христофоров В.А., Ушакова Н.П.** Методы ядерной спектрометрии: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.: ил.
4. Лабораторный практикум по экспериментальным методам ядерной физики: Учеб. Пособие для вузов/ В.В. Аверкиев, Н.Н. Бегляков, Т.А. Горюн и др., под ред. К.Г. Финогенова. М.: Энергоатомиздат, 1986. – 432 с.: ил.
5. **Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике** / Ю.К. Акимов, О.В. Игнатьев, А.И. Калинин, В.Ф. Кушнирук. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 344 с.

Дополнительная литература

6. **Беспалов В.И.** Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом: учебное пособие. 4-е изд., исправ./ – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.
7. Кремниевые детекторы ионизирующих излучений / О.П. Федосеева, Л.С. Гаценко, О.В. Захарчук и др. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 96 с.
8. **Ляпидевский В.К.** Методы детектирования излучений : учебное пособие для вузов / В. К. Ляпидевский. — М. : Энергоатомиздат, 1987. — 408 с. : ил. — Библиогр.: с. 397-398. — Предм. указ.: с. 399-402.

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 «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
5. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» - <http://www.rosatom.ru/>

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

1. Microsoft Office Standard 2013: Word, Excel, Power Point

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 лабораторных работ 634034 г. Томск, пр. Ленина, д. 2, учебный корпус №10 ТПУ, 120 аудитории	Лабораторный комплекс для изучения характеристик источников гамма-излучения" Кабирр-Г" - 1 шт.; Лабор. установка Эксперим. с испол. контрастн. вещества в мод д/изучения кров. сосудов - 1 шт; Лабораторный комплекс для изучения характеристик 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 «Ядерные физика и технологии», специализация "Радиационная безопасность человека и окружающей среды" (приема 2020 г., очная форма обучения).

Должность		ФИО
доцент		А.Н. Алейник
профессор		В.С. Яковлева

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «01» сентября 2020 г. №29-д).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры


Горюнов А.Г.
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

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