

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

О.Ю. Долматов

« 28 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 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	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Руководитель отделения

Руководитель ООП

Преподаватель

А.Г. Горюнов

П.Н. Бычков

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, составление описания проводимых исследований и анализ результатов	ПК(У)-3.1B1	Владеет методами математической обработки данных и математической статистики
				ПК(У)-3.1Y1	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)-3.1B2	Владеет методами проведения измерений и исследований, обработки полученных результатов
				ПК(У)-3.1Y2	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)-4.1B1	Владеет опытом использования современных сертифицированных программ
				ПК(У)-4.1Y1	Умеет пользоваться современными методами и приборами для решения поставленных задач
				ПК(У)-4.131	Знает назначение и принцип работы приборов и экспериментальных установок, используемых при проведении исследований
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)-12.2B1	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)-12.2З1	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 дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		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.

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. Счетчики ионизирующих излучений. Природа ошибок	РД 1	Лабораторные занятия	32
	РД 2 РД 3	Самостоятельная работа	44
Раздел (модуль) 2. Характеристики спектрометров ионизирующих излучений	РД 1	Лабораторные занятия	20
	РД 2 РД 3	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 аппаратурной 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, 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. Резеевское 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. Игнатъев, 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 2013 Professional Plus Russian Academic
2. 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 (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 120	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 РНУВЕ - 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, профиль / специализация «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчики:

Должность		ФИО
Доцент ОЯТЦ		А.Н. Алейник
Профессор ОЯТЦ		В.С. Яковлева

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