

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТЦ

(Долматов О.Ю.)

«01» сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ДОЗИМЕТРИЯ И ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		32
	Практические занятия		40
	Лабораторные занятия		24
	ВСЕГО		96
Самостоятельная работа, ч			120
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации

Экзамен
Диф.зачёт

Обеспечивающее подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения

Руководитель ООП

Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	П.Н. Бычков
	В.С. Яковлева

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 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)-3	Способность использовать в профессиональной деятельности современные информационные системы, анализировать возникающие при этом опасности и угрозы, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	И.ОПК(У)-3.1.	Демонстрирует знания сущности и значения информации в развитии объектов использования атомной энергии, опасностей и угроз, возникающих в процессе обращения ядерных материалов, радиоактивных веществ и эксплуатации систем безопасности	ОПК(У)-3.1В2	Владеет навыками профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды; методами выбора средств защиты от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий
				ОПК(У)-3.1.У2	Умеет выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей трудовой деятельности
				ОПК(У)-3.132	Знает основные методы защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий и производственные факторы вредно и опасно воздействующие на окружающую среду и производственный персонал
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
				ПК(У)-9.131	Знает методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы, правила и условия выполнения работ
ПК(У)-11	Способностью к контролю за соблюдением технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования	И.ПК(У)-11.1	Соблюдает нормы и правила ядерной и радиационной безопасности, воздействия на окружающую среду, контроль за соблюдением экологической безопасности, техники	ПК(У)-11.1В1	Владеет методами обеспечения экологической безопасности энергетических установок
				ПК(У)-11.1В2	Владеет приборами и методами дозиметрического контроля

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			безопасности, норм и правил производственной	ПК(У)-11.1У1	Умеет проводить измерения величин, характеризующих ионизирующее излучение, с помощью различной техники
				ПК(У)-11.1У2	Умеет определять требуемые параметры в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности
				ПК(У)-11.131	Знает правила экологической безопасности и нормы охраны труда, техники безопасности
				ПК(У)-11.132	Знает нормы радиационной безопасности
				ПК(У)-11.133	Знает биологические и физические аспекты воздействия ионизирующего излучения на человека
ПК(У)-13	Способность к оценке ядерной и радиационной безопасности, к оценке воздействия на окружающую среду, к контролю за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда	И.ПК(У)-13.2	Демонстрирует понимание основ дозиметрии персонала и населения в инженерной деятельности, идентифицирует радиационные факторы и обстановку в рамках выполняемого задания	ПК(У)-13.2В1	Владеет методами дозиметрии и радиометрии по оценке уровней радиационно опасных факторов среды, радиоактивности веществ и материалов
				ПК(У)-13.2В2	Владеет навыками выбора необходимых средств измерения и оценки соответствия нормам радиационной и ядерной безопасности
				ПК(У)-13.2У1	Умеет производить индивидуальный дозиметрический контроль и радиационный мониторинг окружающей среды
				ПК(У)-13.2У2	Умеет выбирать и применять средства измерения в соответствии с задачей, оформлять результаты измерения в соответствии с требованиями соответствующих стандартов и нормативных документов.
				ПК(У)-13.231	Знает дозиметрические и операционные величины, характеристики полей ионизирующих излучений
				ПК(У)-13.232	Знает методы и средства дозиметрии и радиометрии, нормы радиационной безопасности

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:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Способность выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей трудовой деятельности.	И.ОПК(У)-3.1.
РД 2	Способен осуществлять контроль за выполнением основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами, источниками ионизирующего излучения, норм радиационной безопасности.	И.ПК(У)-9.1
РД 3	Способен проводить измерения величин, характеризующих ионизирующее излучение, с помощью приборов радиационного контроля.	И.ПК(У)-11.1
РД 4	Способен производить индивидуальный дозиметрический контроль и радиационный мониторинг окружающей среды.	И.ПК(У)-13.2
РД 5	Способность выбирать и использовать методы расчета защиты от ионизирующих излучений.	И.ОПК(У)-3.1.

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. Характеристики полей ионизирующих излучений	РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 2. Дозиметрические величины и единицы их измерения	РД 3 РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 3. Эффекты ионизирующего излучения	РД 1 РД 2	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 4. Методы и средства измерения дозиметрии и радиометрии	РД 3 РД 4	Лекции	12
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	36
Раздел (модуль) 5. Защита от ионизирующего	РД 1 РД 5	Лекции	8
		Практические занятия	14
		Лабораторные занятия	8

излучения		Самостоятельная работа	36
-----------	--	------------------------	----

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Характеристики полей ионизирующих излучений

Введение в дозиметрию. Основные цели и задачи курса. Скалярные, дифференциальные и векторные характеристики поля ионизирующего излучения и единицы их измерения. Флюенс ионизирующего излучения. Поток ионизирующего излучения. Флюенс энергии ионизирующего излучения. Поток энергии ионизирующего излучения. Плотность потока ионизирующего излучения. Интенсивность излучения. Плотность потока энергии ионизирующего излучения. Непосредственно и косвенно ионизирующее излучение. Однородное, неоднородное и изотропное ионизирующее излучение. Моноэнергетическое ионизирующее излучение. Направленное ионизирующее излучение. Непрерывное и импульсное ионизирующее излучение.

Темы лекций:

1. Характеристики полей ионизирующих излучений.

Темы практических занятий:

1. Расчет характеристик полей излучений.

Названия лабораторных работ:

1. Градуировка газоразрядных счетчиков для измерений плотности потока бета-частиц и мощности дозы гамма-излучения.

Раздел 2. Дозиметрические величины и единицы их измерения

Передаваемая и поглощенная энергия. Базовые и эквидозиметрические величины и единицы их измерения. Экспозиционная доза. Поглощенная доза и воздушная керма. Линейная передача энергии. Линейный коэффициент передачи энергии. Относительная биологическая эффективность излучений. Взвешивающие коэффициенты излучения, органа или ткани. Эффективная и эквивалентная дозы. ОБЭ-взвешенная доза. Операционные величины. Индивидуальный эквивалент дозы. Амбиентный эквивалент дозы. Мощность дозы. Гамма-постоянные по мощности дозиметрической величины. Радиовый гамма-эквивалент. Керма-эквивалент.

Темы лекций:

1. Базовые дозиметрические величины.
2. Эквидозиметрические и операционные величины.
3. Гамма-эквивалент. Гамма-постоянные.

Темы практических занятий:

1. Базовые дозиметрические величины.
2. Эквидозиметрические величины.
3. Гамма-эквивалент.
4. Гамма-постоянная радионуклида.

Названия лабораторных работ:

1. Измерение дозового поля и оценка индивидуальной эффективной дозы.

Раздел 3. Эффекты ионизирующего излучения

Эффекты ионизирующего излучения. Радиационные риски. Линейная беспороговая

модель, описывающая зависимость доза-эффект в области малых доз радиации. Радиационный гормезис и его особенности. Принцип ALARA. Нормы радиационной безопасности для персонала и населения при индивидуальном дозиметрическом контроле и контроле радиационной обстановки. Нормы радиационной безопасности при загрязнении рабочих поверхностей альфа- и бета-излучающими радионуклидами. Радиационный контроль питьевой воды, строительных материалов, жилых и общественных зданий.

Темы лекций:

1. Биологические эффекты ионизирующего излучения.
2. Нормы радиационной безопасности.

Темы практических занятий:

1. Биологические эффекты ионизирующего излучения.
2. Нормы радиационной безопасности для персонала.
3. Нормы радиационной безопасности для населения.
4. Нормы радиационной безопасности при медицинских процедурах.

Названия лабораторных работ:

1. Измерение поверхностного загрязнения альфа- и бета-активными радионуклидами.
2. Индивидуальный дозиметрический контроль.

Раздел 4. Методы и средства измерения дозиметрии и радиометрии

Обзор методов дозиметрии и радиометрии. Виды дозиметрического контроля. Прикладные аспекты дозиметрии и радиометрии в радиоэкологии и геофизике. Организация радиационного мониторинга. Классификация и основные характеристики дозиметров и радиометров. Типы детекторов. Счетчики ионизирующего излучения. Детекторы спектрометрического типа. Дозовые детекторы. Эффективность регистрации ионизирующих излучений. Энергетическое разрешение детекторов. Избирательность детекторов. Методы снижения собственного фона дозиметров. Индивидуальные дозиметры и комплексы. Радиометры-дозиметры. Радиометры для измерения активности радиоактивных аэрозолей. Радиометры для измерения активности радиоактивных газов. Характеристики радонового поля. Классификация приборов и методов для измерения объемной активности изотопов радона и дочерних продуктов распада в воздухе, грунте и воде. Приборы и методы для измерения плотности потока радона и торона с поверхности строительных конструкций и грунта.

Темы лекций:

1. Обзор методов дозиметрии и радиометрии.
2. Виды дозиметрического контроля.
3. Классификация и основные характеристики дозиметров.
4. Классификация и основные характеристики радиометров.
5. Приборы и методы измерения активности радиоактивных газов и аэрозолей.
6. Приборы и методы измерения плотности потока радона и торона.

Темы практических занятий:

1. Оценка дозы облучения персонала и населения.
2. Определение основных характеристик дозиметров и радиометров.
3. Расчет активности радиоактивных газов и аэрозолей.
4. Расчет плотности потока радона с поверхности пористых материалов.

Названия лабораторных работ:

1. Измерение абсолютной активности бета-источников газовым счетчиком.

2. Определение объемной активности радона по альфа-активности осажденных на фильтре аэрозолей.
3. Измерения плотности потока радона с поверхности грунта (4-х часовая).

Раздел 5. Защита от ионизирующего излучения

Защита от внешнего облучения. Защита от внутреннего облучения при поступлении радионуклидов внутрь организма. Связь дозы внутреннего облучения с нормируемой величиной. Метаболизм радионуклидов внутри организма человека. Период полувыведения радионуклида из организма. Одно экспоненциальная модель поступления и выведения радионуклидов из организма. Расчет поглощенной энергии и дозы от поступивших внутрь организма радионуклидов. Основные методы расчета защиты от внешнего облучения альфа-, бета-, гамма-излучениями и нейтронами. Методы снижения радоноопасности зданий.

Темы лекций:

1. Способы защиты от внутреннего облучения.
2. Методы расчета защиты от альфа- и бета-излучений.
3. Методы расчета защиты от фотонного излучения.
4. Методы расчета защиты от нейтронов.

Темы практических занятий:

1. Оценка дозы облучения при поступлении радионуклидов внутрь организма.
2. Оценка активности радионуклидов при вдыхании и заглатывании.
3. Расчет защиты от альфа-излучений.
4. Расчет защиты от бета-излучений.
5. Расчет защиты от фотонного-излучения.
6. Расчет защиты от гамма-излучения.
7. Расчет защиты от нейтронов.

Названия лабораторных работ:

1. Определение суммарной бета-активности проб внешней среды.
2. Определение альфа-загрязненности неизвестного препарата сцинтилляционным детектором.
3. Оценка радоноопасности помещений и зданий (4-х часовая).

Темы курсовых проектов:

1. Расчёт плотности потока радона с поверхности несущих конструктивных элементов зданий.
2. Оценка объемной активности радона внутри помещения.
3. Расчет зависимости объемной активности торона от расстояния от стены здания.
4. Расчет дозовых нагрузок на население г. Томска.
5. Расчет вертикального распределения активности радиоактивных газов в атмосфере при различной турбулентности.
6. Расчет вертикального распределения активности радиоактивных аэрозолей в атмосфере при различной турбулентности.
7. Расчет вертикального распределения объемной активности радона в грунте.
8. Расчет вертикального распределения объемной активности торона в грунте.
9. Расчет плотности потока радона с поверхности грунта косвенным методом.
10. Расчет плотности потока торона с поверхности грунта косвенным методом.

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, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.
- Подготовка курсового проекта.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Дозиметрия и защита ионизирующих излучений [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В. С. Яковлева, С. И. Арышев, А. Г. Кондратьева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m178.pdf>
2. Числов Николай Николаевич. Основы защиты от ионизирующих излучений: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. Н. Числов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт неразрушающего контроля (ИНК), Кафедра физических методов и приборов контроля качества (ФМПК). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.4 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m206.pdf>
3. Инструментальные методы радиационных измерений: учебное пособие / В. С. Яковлева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010.

Дополнительная литература

1. 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.
2. Методы измерения плотности потока радона и торона с поверхности пористых материалов [Электронный ресурс]: монография / В. С. Яковлева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. Электронная версия печатной публикации: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m61.pdf>
3. Методы определения объемной активности изотопов радона и продуктов распада в воздухе: учебное пособие / В. С. Яковлева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 119 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>.
3. 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 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 228	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 102 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	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Компьютер - 6 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 121	Прибор УИМ 2-1М - 2 шт.; Дозиметр ДРГ-01Т1 - 1 шт.; Радиометр радона "Рамон-02" - 1 шт.; Дозиметр-радиометр ДРБП-03 - 2 шт.; Индикатор ИФКУ - 2 шт.; Прибор прогноз - 1 шт.; Комплекс измерительный для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов "Альфарад плюс" - 1 шт.; Радиометр спектрометр РМ-1402М - 1 шт.; Установка дозиметрическая термолюминесцентная ДВГ-02ТМ с к-м дозиметров ДТЛ-02 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Тумба стационарная - 2 шт.; Компьютер - 3 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 307	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

5.	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	Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Компьютер - 12 шт
6.	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. 2 123	Лабораторная установка Рентгеновское излучение кристаллических структур (метод Лауэ) - 1 шт.; Оборудование к лабораторному стенду для изучения потока космических м-мезонов - 1 шт.; Лабораторный комплекс на базе УИМ2-2Д - 1 шт.; Оборудование лаборат.стенда для изуч.гамма-гамма корреляций - 1 шт.; Радиометр 20046 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 5 шт.;Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.03.02 Ядерные физика и технологии (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:
профессор

Яковлева В.С.

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол от «01» сентября 2020 г. №29-д).

Руководитель выпускающего отделения
д.т.н, профессор



_____/А.Г. Горюнов/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ (протокол)