

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.

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ			
Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Nuclear Science and Technology / Ядерные физика и технологии		
Специализация	Nuclear Power Engineering / Ядерные реакторы и энергетические установки		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		
	ВСЕГО		32
Самостоятельная работа, ч		76	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ ИЯТШ
Зав. кафедрой-руководитель			Горюнов А.Г.
ОЯТЦ на правах кафедры			Верхотурова В.В.
Руководитель ООП			Силаев М.Е.
Преподаватель			

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
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК(У)-4.2	Составляет академические и (или) профессиональные тексты на иностранном языке (английском)	УК(У)-4.2В1	Владеет навыками монологического высказывания на иностранном языке (английском) по профилю своей специальности, аргументировано излагая свою позицию и используя вспомогательные средства (таблицы, графики, диаграммы и т.п.)
				УК(У)-4.2У1	Умеет составлять и представлять техническую и научную информацию, используемую в профессиональной деятельности, в виде презентации
		И.УК(У)-4.3	Организует обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях на иностранном языке (английском), выбирая подходящий формат	УК(У)-4.3В1	Владеет полученными знаниями по иностранному языку (английскому) на достаточном уровне в своей будущей профессиональной деятельности
				УК(У)-4.3З1	Знает основы структурирования доклада и подготовки презентаций на иностранном языке (английском), принятых в международной среде
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Выполняет, производит оценку и представляет результаты выполненной работы, руководствуясь современными методами исследования	ОПК(У)-2.1В1	Владеет навыками применения современных методов исследования, оценивания и представления результатов выполненной работы
				ОПК(У)-2.1У1	Умеет применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы
				ОПК(У)-2.1З1	Знает современные методы проведения исследования, оценивания и представления результатов выполненной работы
ПК(У)-1	Способен управлять персоналом, учитывая мотивы поведения и способы развития делового поведения персонала, применять методы оценки качества и результативности труда персонала, разрабатывать и внедрять меры, направленные на профилактику и предупреждение производственного травматизма, предотвращение экологических нарушений	И.ПК(У)-1.2	Планирует и организует проведение проверок рабочих мест на соответствие требованиям по охране труда и технологической безопасности	ПК(У)-1.2В1	Владеет опытом проведения анализа, выявления тенденций и разработки предложений по повышению надежности и безопасности
				ПК(У)-1.2У1	Умеет использовать нормативную и техническую документацию в своей профессиональной деятельности
				ПК(У)-1.2У2	Умеет собирать и фиксировать необходимую информацию
				ПК(У)-1.2У3	Умеет сравнивать параметры с регламентируемыми значениями
				ПК(У)-1.2У4	Умеет изучать и использовать передовой опыт в своей профессиональной деятельности

				ПК(У)-1.231	Знает государственное и международное законодательство и требования в области ядерной и радиационной безопасности
				ПК(У)-1.232	Знает принципы культуры безопасности
ПК(У)-4	Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом, физику кинетических явлений, процессы в реакторах, ускорителях, воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды	И.ПК(У)-4.1	Использует методы и средства для создания теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом, физику кинетических явлений, процессы в реакторах, ускорителях, воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды	ПК(У)-4.1В2	Владеет навыками выбора и применения методик для разработки моделей воздействия ионизирующих излучений на человека и окружающую среду
				ПК(У)-4.1В3	Владеет опытом подготовки исходных данных
				ПК(У)-4.1В4	Владеет опытом проведения расчетов ядерных и радиационных характеристик
				ПК(У)-4.1У2	Умеет производить литературный поиск необходимых научно- и нормативно-технических материалов
				ПК(У)-4.1У3	Умеет использовать современные методы оценки ядерных и радиационных параметров
				ПК(У)-4.1У4	Умеет применять современные математические методы ведения расчетов и обработки их результатов
				ПК(У)-4.132	Знает условия нормальной и аварийной эксплуатации ядерных и радиационных объектов
				ПК(У)-4.133	Знает перечень и методы оценки ядерных и радиационных характеристик
				ПК(У)-4.134	Знает нормы и правила ядерной, радиационной безопасности
ПК(У)-7	Способен производить оценку рисков 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)-7.1	Выбирает критерии безопасной работы ядерной установки и оценивает риски при эксплуатации	ПК(У)-7.1В3	Владеет навыками разработки технических и административных мер и мероприятий по повышению безопасности и безаварийной работы ядерных установок
				ПК(У)-7.1В4	Владеет методами и технологиями прогнозирования экологической и радиационной обстановки и осуществления оценки индивидуальных дозовых нагрузок на персонал и население при возможных радиационных авариях
				ПК(У)-7.1У3	Умеет работать с нормативной и технической документацией
				ПК(У)-7.1У4	Умеет применять принципы обеспечения безопасной работы объектов использования атомной энергии
				ПК(У)-7.1У5	Умеет сравнивать параметры с регламентируемыми значениями
				ПК(У)-7.1У6	Умеет применять методы контроля за ядерным и радиационным состоянием энергетической установки
				ПК(У)-7.132	Знает методы предупреждения и ликвидации аварий
				ПК(У)-7.133	Знает нормативные акты,

					регулирующие вопросы организации эксплуатации и обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии
				ПК(У)-7.134	Знает Российские и международные требования, регулирующие вопросы ядерной и радиационной безопасности
		И.ПК(У)-7.2	Участствует в разработке и внедрении мероприятий, направленных на обеспечение ядерной и радиационной безопасности	ПК(У)-7.2В1	Владеет навыками прогнозирования экологической и радиационной обстановки и осуществления оценки индивидуальных дозовых нагрузок при нормальной эксплуатации и отклонениях от нормальной эксплуатации
				ПК(У)-7.2У1	Умеет выполнять расчетные оценки, необходимые для сопровождения ядерной и радиационной безопасности при нормальной эксплуатации и отклонениях от неё
				ПК(У)-7.2У2	Умеет определять необходимые средства защиты и виды индивидуального дозиметрического контроля
				ПК(У)-7.2У3	Умеет применять меры для обеспечения недопущения радиационного загрязнения окружающей среды
				ПК(У)-7.231	Знает методы расчета доз внешнего и внутреннего облучения персонала и населения
				ПК(У)-7.232	Знает методы прогнозирования радиационной обстановки
				ПК(У)-7.233	Знает порядок применения средств контроля и защиты от ионизирующих излучений
				ПК(У)-7.234	Знает Российские и международные требования, регулирующие вопросы ядерной и радиационной безопасности
		И.ПК(У)-7.3	Составляет и анализирует сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывает методы уменьшения риска их возникновения	ПК(У)-7.3У1	Умеет производить поиск необходимых научно- и нормативно-технических материалов
				ПК(У)-7.3У2	Умеет использовать нормативные требования и методические указания в своей профессиональной деятельности
				ПК(У)-7.3У3	Умеет разрабатывать необходимые меры в условиях проектных, запроектных и тяжелых аварий
				ПК(У)-7.331	Знает типовые методики проведения расчетов
				ПК(У)-7.332	Знает методы предупреждения и ликвидации аварий
				ПК(У)-7.333	Знает Российские и международные требования, регулирующие вопросы ядерной и радиационной безопасности
ПК(У)-8	Способен анализировать технические и расчетно-теоретические разработки, учитывать их	И.ПК(У)-8.1	Проводит критический анализ технических и расчетно-технических разработок в области	ПК(У)-8.1В4	Владеет навыками проведения анализа разработок, выявления тенденций и подготовки

	соответствие требованиям законов в области промышленности, экологии и безопасности и другим нормативным актам		ядерных установок, технологий и оборудования, использует данные анализа при определении их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии и безопасности и другим нормативным актам		предложений по повышению надежности и безопасности
				ПК(У)-1.У4	Умеет использовать законодательную, нормативную и техническую документацию в своей профессиональной деятельности
				ПК(У)-8.1У5	Умеет применять стандарты и методики в области ядерной и радиационной безопасности
				ПК(У)-8.1У6	Умеет собирать и фиксировать информацию, сравнивать параметры с регламентируемыми значениями
				ПК(У)-8.134	Знает Российское и международное законодательство и требования в области использования атомной энергии и обеспечения безопасности
				ПК(У)-8.135	Знает Российское и международное законодательство и требования в области охраны окружающей среды
				ПК(У)-8.136	Знает нормы и правила радиационной и ядерной безопасности
				ПК(У)-8.137	Знает принципы культуры безопасности

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	Использовать знания иностранного языка для профессиональной деятельности и коммуникаций	И.УК(У)-4.2, И.УК(У)-4.3
РД-2	Оценивать результаты работ на основе современных методических подходов	И.ОПК(У)-2.1
РД-3	Проверять производственные условия на предмет их соответствия требованиям ядерной и радиационной безопасности	И.ПК(У)-1.2
РД-4	Выполнять расчетные оценки воздействия на человека и биологические объекты окружающей среды ионизирующего излучения на основе современных физических и математических моделей	И.ПК(У)-4.1
РД-5	Разрабатывать меры, обеспечивающие безаварийное функционирование ядерно- и радиационно-опасных процессов и производств, а также меры по противодействию и уменьшению последствий аварийных ситуаций	И.ПК(У)-7.1 И.ПК(У)-7.2 И.ПК(У)-7.2
РД-6	Анализировать систему ядерной и радиационной безопасности на основе действующей нормативной документации	И.ПК(У)-8.1

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 1. Радиационная безопасность и обеспечение защиты от ионизирующего излучения	РД1-РД6	Лекции	10
		Практические занятия	12
		Самостоятельная работа	48
Раздел 2. Система безопасности и ядерная безопасность на предприятиях ЯТЦ	РД1, РД2, РД3, РД5, РД6	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	28

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Радиационная безопасность и обеспечение защиты от ионизирующего излучения

Радиационная безопасность обеспечивается совокупностью мероприятий (административных и технических) обеспечивающих защиту населения и окружающей среды от опасности, вызываемой ионизирующим излучением. Рассматриваются все возможные условия облучения (производственные, естественные и аварийные), а также группы облучаемых лиц (персонал, население и медицинские пациенты). Система регулирования рисков, разработанная на основе основополагающих принципов безопасности, позволяет обеспечивать приемлемый уровень вероятности возникновения нежелательных последствий облучения во всех возможных условиях, включая обращение с источниками ионизирующего излучения в условиях проживания, на предприятиях и установках, а также при обращении с радиоактивными отходами.

Темы лекционных занятий:

1. Безопасность. Риски. Иерархия международных документов в области ядерной и радиационной безопасности. Биологическое действие ионизирующего излучения. Дозы. Радиационные технологии и источники излучения. Базовые термины.
2. Международно-принятые основополагающие принципы безопасности. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности
3. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности (продолжение)
4. Категоризация радиоактивных источников. Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением.
5. Классификация радиоактивных отходов.

Темы практических занятий:

1. Использование ядернофизических данных для определения характеристик источников ионизирующего излучения.
2. Количественные характеристики источников (масса, активность, объем). Источники, содержащие смеси радионуклидов. Цепочки распада. Определение количественных характеристик источников при обращении и хранению.
3. Фильтрация радионуклидов. Определение коэффициентов фильтрации и активности фильтров в системах.
4. Расчет экспозиционной и поглощенной дозы ионизирующего излучения. Поля излучения источников (включая протяженные).
5. Пределы доз, контрольные уровни и уровни многофакторного воздействия

ионизирующего излучения.

6. Пределы доз, контрольные уровни и уровни многофакторного воздействия ионизирующего излучения (продолжение). Радиационные выбросы и сбросы.

Раздел 2. Система безопасности и ядерная безопасность на предприятиях ЯТЦ

Безопасность любого предприятия подлежит оценке путем анализа ряда характеристик, включающих возможные радиационные риски, функции безопасности, характеристики площадки размещения, меры радиационной защиты, инженерно-технические аспекты производства, учет человеческих факторов и долгосрочное планирование. Подходы к обеспечению безопасности обеспечиваются глубокоэшелонированной защитой, запасом безопасности и множественностью барьеров защиты. Одним из наиболее значимых факторов опасности является возможность возникновения неуправляемой цепной реакцией деления. Ограничение указанного фактора достигается путем регулирования коэффициента размножения нейтронов и реактивности. Совокупность всех достижений в области безопасности формирует культуру безопасности предприятия, поддержанию и развитию которой уделяется первостепенное значение.

Темы лекционных занятий:

6. Оценка безопасности установок и деятельности
7. Ядерная безопасность систем. Коэффициенты размножения. Реактивность.
8. Принципы ядерной безопасности (критичность) при обращении с делящимися материалами. Культура ядерной безопасности.

Темы практических занятий:

7. Особенности безопасности установок ЯТЦ.
8. Критичность систем, содержащих ядерные материалы.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Перевод текстов документов с английского языка;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Pham H. Safety and Risk Modeling and Its Applications / H. Pham. – London : Springer-Verlag Ltd., 2011. – 429 p. – Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-85729-470-8> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Domenech H. Radiation Safety Management and Programs / H. Domenech. – Cham : Springer International Publishing, 2017. – 334 p. – Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-42671-6> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
3. Prince R. Radiation Protection at Light Water Reactors / R. Prince. – Berlin : Springer-Verlag, 2012. – 372 p. – Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-28388-8> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

4. Marguet, S. The Physics of Nuclear Reactors / S. Marguet. — Cham : Springer International Publishing AG, 2017. — 1445 p. — Текст: электронный // SpringerLink. — URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-59560-3> (дата обращения: 20.09.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература:

1. Safety Cultures, Safety Models Taking Stock and Moving Forward / by editors C. Gilbert, B. Journé, H. Laroche; C. Bieder. - Cham : Springer Open, 2018. - Текст: электронный // SpringerLink. — URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-95129-4> (дата обращения: 20.09.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>.
3. Росатом, Госкорпорация (полный цикл в сфере атомной энергетики и промышленности, Москва) <http://www.rosatom.ru/>
4. Концерн Росэнергоатом, ОАО (компания, эксплуатирующая АЭС России, Москва) <http://www.rosenergoatom.ru/>
5. The official website of the engineering division of Rosatom State Corporation: <https://www.ase-ec.ru/en/products-and-services/design-of-npp/>
6. Институт атомной энергии <http://www.iae.kz/index.php/ru/the-community>
7. Информационно-аналитический портал для специалистов атомной отрасли) <http://www.nuclear.ru/>

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

1. 7-Zip;
2. Adobe Acrobat Reader DC;
3. Adobe Flash Player;
4. Amazon Corretto JRE 8;
5. Cisco Webex Meetings;
6. Far Manager;
7. Google Chrome;
8. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
9. Notepad++;
10. WinDjView;
11. Zoom Zoom;
12. Design Science MathType 6.9 Lite;
13. Far Manager

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для лекционных и практических занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

	аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 340	
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, 228	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 102 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Nuclear Science and Technology», специализация «Nuclear Power Engineering» по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Силаев М.Е.

Программа одобрена на заседании Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «28» июня 2019 г. № 16).

Зав. кафедрой-руководитель ОЯТЦ
на правах кафедры, д.т.н, профессор


 подпись /Горюнов А.Г./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины: - обновлено учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины, в том числе ссылки на ЭБС; - обновлён состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.	От 25.06.2020 г. № 28-д
	2. Скорректированы разделы «Цели освоения дисциплины», «Планируемые результаты обучения по дисциплине».	

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения / Центра (протокол)
<u>2019/2020</u> учебный год	2. Изменен временной ресурс дисциплины. 3. Изменены коды компетенций, индикаторы их достижения и дескрипторы. 4. Изменены планируемые результаты обучения по дисциплине. 5. Изменены структура и содержание дисциплины (лекции, практические занятия, контрольные материалы) 6. Внесены изменения в самостоятельную работу студентов 7. Внесены изменения в учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	