

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

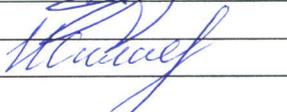
 Долматов О.Ю.
 «25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 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 Safety, Security and Non-Proliferation of Nuclear Materials / Безопасность и нераспространение ядерных материалов		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	-	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		168	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ ИЯТШ
---------------------------------	----------------	---------------------------------	-----------

Зав. кафедрой-руководитель ОЯТЦ на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		А.Г. Горюнов
		В.В. Верхотурова
		М.Е. Силаев

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)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	И.УК(У)-1.2	Осуществляет поиск, выделяет и ранжирует информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов	УК(У)-1.2В1	Владеет репродуктивными методами познавательной деятельности и мыслительными операциями для решения задач естественнонаучных дисциплин
				УК(У)-1.2У1	Умеет обобщать усвоенные знания естественных наук категориями системного анализа и подхода и мыслительными операциями анализа, синтеза, сравнения и оценки
				УК(У)-1.2З1	Знает репродуктивные методы познавательной деятельности, признаки системного подхода и системного анализа
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)-4.3У1	Знает основы структурирования доклада и подготовки презентаций на иностранном языке (английском), принятых в международной среде
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать	И.ОПК(У)-1.1	Планирует, организует и проводит научно-исследовательские работы с представлением полученных результатов	ОПК(У)-1.1В1	Владеет систематическими знаниями по направлению будущей профессиональной

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач				деятельности
				ОПК(У)-1.1У1	Умеет составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов
				ОПК(У)-1.131	Знает цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации
				ОПК(У)-1.132	Знает основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов
ПК(У)-2	Способен разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации технических средств, оборудования, устройств и механизмов, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения вероятности отказов и снижения риска возникновения аварий	И.ПК(У)-2.2	Выбирает критерии безопасной работы ядерной/ радиационной установки и оценивает риски при эксплуатации	ПК(У)- 2.2В1	Владеет навыками разработки технических и административных мер и мероприятий по повышению безопасности и безаварийной работы ядерных установок
				ПК(У)- 2.2В2	Владеет навыками прогнозирования радиационной обстановки и осуществления оценки индивидуальных дозовых нагрузок при нормальной эксплуатации и отклонениях от нормальной эксплуатации
				ПК(У)- 2.2У1	Умеет работать с нормативной и технической документацией
				ПК(У)- 2.2У2	Умеет применять принципы обеспечения безопасной работы объектов использования атомной энергии
				ПК(У)- 2.2У3	Умеет сравнивать параметры с регламентируемыми значениями
				ПК(У)- 2.2У4	Умеет применять методы контроля за ядерным и радиационным состоянием установок
				ПК(У)- 2.231	Знает методы предупреждения и ликвидации аварий
				ПК(У)- 2.232	Знает безопасные параметры эксплуатации объектов использования атомной энергии
		И.ПК(У)-2.3	Участствует в разработке и внедрении мероприятий, направленных на обеспечение ядерной и радиационной безопасности	ПК(У)-2.3В1	Владеет методами и технологиями прогнозирования экологической и радиационной обстановки и осуществления оценки индивидуальных дозовых нагрузок на персонал и население при возможных радиационных авариях

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-2.3У1	Умеет выполнять расчетные оценки, необходимые для обеспечения ядерной и радиационной безопасности при нормальной эксплуатации и отклонениях от неё
				ПК(У)-2.3У2	Умеет определять необходимые средства защиты и виды индивидуального дозиметрического контроля
				ПК(У)-2.3У3	Умеет применять меры для недопущения радиационного загрязнения окружающей среды
				ПК(У)-2.331	Знает методы расчета доз внешнего и внутреннего облучения персонала и населения
				ПК(У)-2.332	Знает методы прогнозирования радиационной обстановки
				ПК(У)-2.333	Знает порядок применения средств контроля и защиты от ионизирующих излучений
				ПК(У)-2.334	Знает методические аспекты использования законодательных и нормативных документов, регулирующие вопросы ядерной и радиационной безопасности
ПК(У)-4	Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие распространение и взаимодействие излучения с веществом, воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, размножение нейтронов в системах, содержащих делящиеся материалы	И.ПК(У)-4.2	Использует методы и средства для создания теоретических и математических моделей, описывающих распространение и взаимодействие излучения с веществом, воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, размножение нейтронов в системах, содержащих делящиеся материалы	ПК(У)-4.2В1	Владеет навыками выбора и применения методик для разработки моделей воздействия ионизирующих излучений на человека и окружающую среду
				ПК(У)-4.2В2	Владеет опытом подготовки исходных данных
				ПК(У)-4.2В3	Владеет опытом проведения расчетов ядерных и радиационных характеристик
				ПК(У)-4.2У1	Умеет использовать современные методы оценки ядерных и радиационных параметров
				ПК(У)-4.2У2	Умеет применять современные математические методы ведения расчетов и обработки их результатов
				ПК(У)-4.2У3	Умеет применять современные математические методы ведения расчетов и обработки их результатов
				ПК(У)-4.231	Знает условия

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					нормальной и аварийной эксплуатации ядерных и радиационных объектов
				ПК(У)-4.232	Знает перечень и методы оценки ядерных и радиационных характеристик
				ПК(У)-4.233	Знает нормы и правила ядерной, радиационной безопасности
ПК(У)-5	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники, методов расчета и проведения исследований	И.ПК(У)-5.2	Использует теоретические и практические знания для выполнения экспериментальных и теоретических исследований и решения производственных задач	ПК(У)-5.2В1	Владеет навыком постановки и проведения теоретических исследований и решения практических производственных задач для обеспечения ядерной и радиационной безопасности
				ПК(У)-5.2У1	Умеет использовать расчетные методы и современную технику для проведения исследований и решения практических задач
				ПК(У)-5.231	Знает методы проведения расчетных исследований, современные технические средства для проведения исследований и решения практических задач

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	Осуществлять поиск, выделять и ранжировать информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов.	ИУК(У)-1.2
РД 2	Готовить академические и (или) профессиональные тексты на иностранном английском языке. Организовывать обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях на английском языке, выбирая подходящий формат.	И.УК(У)-4.2 И.УК(У)-4.3
РД 3	Планировать, организовывать и проводит научно-исследовательские работы с представлением полученных результатов.	ОПК(У)-1.1
РД 4	Выбирать критерии безопасной работы ядерной/ радиационной установки, оценивать риски при эксплуатации, участвовать в разработке и внедрении мероприятий, направленных на обеспечение ядерной и радиационной безопасности.	И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.3

РД 5	Создавать теоретические и математические модели, описывающих распространение и взаимодействие излучения с веществом. Оценивать воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды. Определять параметры размножения нейтронов в системах, содержащих делящиеся материалы.	И.ПК(У)-4.2
РД 6	Использовать теоретические и практические знания для выполнения экспериментальных и теоретических исследований, а также решения производственных задач.	И.ПК(У)-5.2

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 1. Радиационная безопасность и обеспечение защиты от ионизирующего излучения	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6	Лекции	8
		Практические занятия	22
		Самостоятельная работа	96
Раздел 2. Безопасность обращения с ядерными делящимися материалами	РД1, РД2, РД4, РД5, РД6	Лекции	8
		Практические занятия	10
		Самостоятельная работа	72

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Радиационная безопасность и обеспечение защиты от ионизирующего излучения.

Радиационная безопасность обеспечивается совокупностью мероприятий (административных и технических) обеспечивающих защиту производственного персонала, 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. Базовая терминология в области безопасности. Безопасность. Риски. Дозы.
2. Биологическое действие ионизирующего излучения.
3. Радиационная защита и безопасность источников излучения.
4. Радиационная защита и безопасность источников излучения: (продолжение).

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. Безопасность обращения с источниками альфа- и бета- излучения.
6. Безопасность обращения с источниками гамма-излучения.
7. Пределы доз, контрольные уровни и уровни многофакторного воздействия ионизирующего излучения.
8. Пределы доз, контрольные уровни и уровни многофакторного воздействия ионизирующего излучения (продолжение).
9. Безопасность обращения с источниками нейтронного излучения.
10. Безопасность обращения с источниками нейтронного излучения (продолжение).

11. Защита населения от источников ионизирующего излучения (включая аварийные ситуации).

Раздел 2. Безопасность обращения с ядерными делящимися материалами.

Обеспечение безопасной производственной деятельности достигается совокупность административно-технических мероприятий. Технические мероприятия включают обеспечение глубокоэшелонированной защиты, необходимого запаса безопасности по ядерным и радиационным факторам и множественностью барьеров безопасности, действующих независимо друг от друга. Одним из наиболее значимых факторов опасности является возможность возникновения неуправляемой цепной реакцией деления. Опасность ядерной аварии наиболее высока для действующих реакторных установок, содержащих большое количество радиоактивных продуктов деления и активации. Ограничение риска возникновения аварии на ядерном предприятии достигается путем регулирования коэффициента размножения нейтронов, реактивности, поддержанием теплотехнических и параметров систем на безопасном уровне.

Темы лекций:

5. Системы, предназначенные для размножения нейтронов. Цепная реакция деления. Критическое состояние ядерных систем и ядерная безопасность.
6. Основы безопасного управления размножающими системами, содержащими ядерные материалы.
7. Безопасность атомных электростанций при проектировании и эксплуатации.
8. Безопасность исследовательских реакторов.

Темы практических занятий:

12. Безопасность нейтронных размножающих систем.
13. Безопасность ядерного реактора.
14. Безопасность ядерного реактора (продолжение).
15. Теплотехническая надежность реактора.
16. Теплотехническая надежность реактора (продолжение).

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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>

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

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 аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 340	Доска аудиторная настенная - 2 шт.;Тумба подкатная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест;Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Nuclear Science and Technology», специализация «Nuclear Safety, Security and Non-Proliferation of Nuclear Materials (Безопасность и нераспространение ядерных материалов)» по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии, (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Силаев М.Е.

Программа одобрена на заседании Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «25» июня 2020 г. № 28-д).

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


_____ /Горюнов А.Г./
подпись