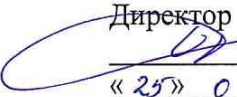


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

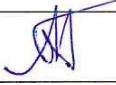
 Долматов О.Ю.

« 25 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

МАТЕРИАЛЫ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК

Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Nuclear Science and Technology		
Специализация	Nuclear Power Engineering (Ядерные реакторы и энергетические установки)		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		24
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч			96
ИТОГО, ч			144

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ ИЯТШ
Зав. кафедрой-руководитель ОЯТЦ на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			А.Г. Горюнов
			В.В. Верхотурова
			О.Ю. Долматов А.Д. Побережников

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 обучения	
		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
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)-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)-4.1В6	Владеет навыками решения конкретных задач для сравнительных оценок в ситуационных обстоятельствах и при принятии альтернативных решений
				ПК(У)-4.1У6	Умеет производить приближенный или оценочный инженерный расчет оборудования, показателей станции
				ПК(У)-4.1З6	Знает основные направления создания принципиально новых ядерных реакторов и энергетических установок, отвечающих современным требованиям безопасности и экологии
				ПК(У)-4.1В7	Владеет навыками проведения расчета эффективности и компоновки системы

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов обучения	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					управления и защиты реактора
				ПК(У)-4.1У7	Умеет применять методики инженерных расчетов процессов в ядерных реакторах и энергетических установках
ПК(У)-5	Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей, творческого самовыражения	И.ПК(У)-5.1	Использует теоретические знания и умения в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей, творческого самовыражения	ПК(У)-5.1В3	Владеет навыками применения полученных знаний для конструирования в условиях отсутствия стандартных наработок
				ПК(У)-5.1У3	Умеет применять методики расчётов, сопровождающих процесс конструирования реакторов
				ПК(У)-5.1У4	Умеет применять полученные знания для определения оптимальных сочетаний материалов активной зоны в зависимости от назначения и типа энергетических установок, а также аргументировать принятые решения
				ПК(У)-5.133	Знает существующие конструкции ядерных реакторов в целом и их конструкционные элементы
				ПК(У)-5.134	Знает основные типы, классы и группы материалов, их составы и свойства (ядерное топливо, теплоносители, замедлители, конструкционные материалы, материалы защиты)
ПК(У)-9	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники, методов расчета и проведения исследования	И.ПК(У)-9.1	Проводит критический анализ работы существующих ядерных установок и использует данные анализа при проектировании перспективных ядерных установок, технологий и оборудования	ПК(У)-8.1У2	Умеет анализировать конструкторские решения разработанных и создаваемых энергетических установок
				ПК(У)-9.135	Знает принципиальные конструктивные решения узлов и элементов активной зоны реактора и реакторной установки в целом
		И.ПК(У)-9.2	Использует современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ при проектировании перспективных ядерных установок, технологий и оборудования	ПК(У)-9.2У4	Умеет применять методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований при разработке новых ядерных реакторов и энергетических установок
				ПК(У)-9.232	Знает поведение различных материалов ядерных реакторов и энергетических установок в условиях воздействия ионизирующих излучений и сложных температурных полей

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля 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	
РД1	Владение и способность использовать основную терминологию в области ядерной физики и технологии на английском языке, способность презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности.	И.УК(У)-4.2 И.УК(У)-4.3
РД2	Способность применять глубокие математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для проведения теоретических и экспериментальных исследований в области использования ядерной науки и техники.	И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-5.1
РД3	Способность определять, формулировать и решать междисциплинарные инженерные задачи в ядерной области с использованием профессиональных знаний и современных методов исследования.	И.ПК(У)-9.1
РД4	Умение использовать основные и специальные подходы, навыки и методы для идентификации, анализа и решения технических проблем в ядерной науке и технике.	И.ПК(У)-9.2
РД5	Способность использовать творческий подход для разработки новых идей и методов проектирования объектов ядерного комплекса, а также модернизировать и совершенствовать применяемые технологии ядерного производства.	И.ОПК (У)-2.1

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. Строение материалов	РД1, РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Механические, физические и химические свойства металлов и сплавов	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 3. Общие требования к материалам и конструкциям ядерных реакторов	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 4. Основные механизмы терморadiационного повреждения	РД1, РД2, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Ядерное топливо	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 6. Теплоносители	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 7. Замедлители	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 8. Конструкционные материалы активной зоны реактора	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 9. Поглощающие материалы	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Строение материалов

Атомно-кристаллическое строение материалов. Типы межатомной связи. Анизотропия. Полиморфизм. Виды несовершенств кристаллов.

Темы лекционных занятий:

1. Строение материалов.

2. Дефекты кристаллической структуры. Диффузия в кристаллических телах

Темы практических занятий:

1. Индексы Миллера.
2. Расчет параметров кристаллических решеток.

Раздел 2. Механические, физические, химические свойства металлов и сплавов

Упругая и пластическая деформация. Пластичное и хрупкое состояние металлов. Пределы пропорциональности, упругости, прочности. Относительные удлинение и сужение. Методы измерения механических свойств. Теплопроводность, теплоемкость и тепловое расширение металлов и сплавов. Явление коррозии металлов и сплавов

Темы лекционных занятий:

3. Механические, физические, химические свойства металлов и сплавов

Темы практических занятий:

3. Методы измерений механических свойств.

Раздел 3. Общие требования к материалам и конструкциям ядерных реакторов

Механические, тепловые, прочностные, коррозионные требования, предъявляемые к различным материалам и конструкциям ядерных реакторов.

Темы лекционных занятий:

4. Общие требования к материалам и конструкциям ядерных реакторов.

Темы практических занятий:

4. Требования к материалам в различных конструкциях ядерных реакторов.

Раздел 4. Основные механизмы терморadiационного повреждения
--

Классификация радиационных повреждений. Основные свойства точечных дефектов. Основные радиационные эффекты. Радиационная стойкость и радиационный ресурс.

Темы лекционных занятий:

5. Основные механизмы терморadiационного повреждения.
6. Основные радиационные эффекты.

Темы практических занятий:

5. Модели радиационного повреждения.

Раздел 5. Ядерное топливо

Определение и основные требования к ядерному топливу. Виды ядерного топлива и топливные циклы. Энерговыворотка и глубина выгорания. Продукты деления и изменение нуклидного состава топлива. Структура и свойства металлического урана. Керамическое топливо.

Темы лекционных занятий:

7. Определение и основные требования к ядерному топливу. Керамическое ядерное топливо
8. Металлическое и дисперсионное ядерное топливо.

Темы практических занятий:

6. Расчет основных параметров ядерного топлива.

7. Продукты деления и изменение нуклидного состава топлива.
8. Опыт эксплуатации керамического, металлического и дисперсного ядерного топлива.

Раздел 6. Теплоносители

Требования, предъявляемые к теплоносителям. Основные виды теплоносителей. Рабочие параметры теплоносителей. Затраты на прокачку. Требования к водному теплоносителю. Газовые теплоносители. Жидкометаллические теплоносители.

Темы лекционных занятий:

9. Основные требования, предъявляемые к теплоносителю. Водные, газовые и жидкометаллические теплоносители.

Темы практических занятий:

9. Опыт эксплуатации водных, жидкометаллических и водных теплоносителей.

Раздел 7. Замедлители

Общие требования к замедлителям. Свойства графита и его радиационная стойкость. Особенности реакторов с графитовым замедлителем. Характеристики бериллия, проблемы и перспективы его использования в ядерной энергетике. Замедляющие свойства тяжелой и легкой воды.

Темы лекционных занятий:

10. Общие требования к замедлителям. Замедляющие свойства графита и бериллия. Замедляющие свойства тяжелой и легкой воды.

Темы практических занятий:

10. Опыт эксплуатации графита, бериллия, тяжелой и легкой воды в качестве замедлителей.

Раздел 8. Конструкционные материалы активной зоны реактора

Сплавы магния, алюминия и циркония. Аустенитные нержавеющие стали. Жаропрочные и тугоплавкие сплавы, их ядерно-физические, теплофизические и механические характеристики.

Темы лекционных занятий:

11. Применение сплавов магния, алюминия, циркония, нержавеющих аустенитных сталей в реакторном машиностроении.

Темы практических занятий:

11. Ядерно-физические, теплофизические и механические характеристики жаропрочных и тугоплавких сталей.

Раздел 9. Поглощающие материалы

Поглощающие материалы и их свойства. Формы использования поглотителей.

Темы лекционных занятий:

12. Поглощающие материалы и их свойства.

Темы практических занятий:

12. Формы использования поглотителей.

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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

1. Mittemeijer E. J. Fundamentals of Materials Science / E. J. Mittemeijer. – Berlin: Springer, 2011 – 608 p. – Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-10500-5> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Was G.S. Fundamentals of Radiation Materials Science. Metals and Alloys /G. S. Was. – 2 edition. - Berlin: Springer, 2017 – 1014 p. – Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4939-3438-6> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература:

1. Yoshiaki, O. Nuclear Reactor Design / O. Yoshiaki. - New York : Springer, 2014. - 337 p. - Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-4-431-54898-0> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Shimjith, S. R. Modeling and control of a large nuclear reactor / S. R. Shimjith, A. P. Tiwari, B. Bandyopadhyay. – New York : Springer, 2010. – 327 p. - Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-30589-4> (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. MIT website – Nuclear Systems Design Project: <https://ocw.mit.edu/courses/nuclear-engineering/22-033-nuclear-systems-design-project-fall-2011/>
4. Coolprop website – properties of substances: <http://www.coolprop.org/>
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. The official website of World Nuclear Association: <https://www.world-nuclear.org/>
The official website of International Atomic Energy Agency: <https://www.iaea.org>

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. Design Science MathType 6.9 Lite;
6. Far Manager;

7. Google Chrome;
8. Notepad++;
9. WinDjView.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	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, 248	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 10 шт.; Тумба подкатная - 5 шт.; Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

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

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Долматов О.Ю.
Старший преподаватель ОЯТЦ ИЯТШ	Побережников А.Д.

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

 /Горюнов А.Г./
подпись

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».	