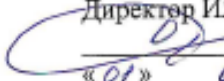


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

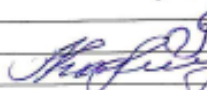
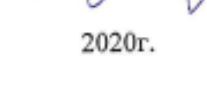
УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТЦ

 О.Ю. Долматов
«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Основы технологии фабрикация ядерного топлива			
Направление подготовки/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Изотопные технологии и материалы		
Специализация	Изотопные технологии и материалы		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	40	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч			136
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры			А.Г. Горюнов
Руководитель ООП			Л.И. Дорофеева
Преподаватель			А.Г. Каренгин

2020г.

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)-1	Способен использовать фундаментальные законы в объёме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза новых идей, творческого самовыражения	И.ПК(У)-1.4	Демонстрирует способность к решению инженерных задач в области технологий фабрикация ядерного топлива	ПК(У)-1.4 В1	Владеет опытом и основными приемами получения и применения исходных компонентов для синтеза ядерного топлива различных типов
				ПК(У)-1.4 У1	Умеет анализировать основные технологические схемы производства различных видов ядерного топлива и типовое оборудование, используемое в его производстве, применять энергоэффективные технологии плазмохимического синтеза наноразмерных оксидных композиций для перспективных типов ядерного топлива: дисперсионного, REMIX, MOX и др.
				ПК(У)-1.4 31	Знает теоретические основы всех стадий фабрикация ядерного топлива, физико-химические и технологические свойства порошков сложных оксидных композиций, преимущества и недостатки различных способов получения исходных материалов и непосредственно ядерного топлива
ПК(У)-2	Способен создавать новые методы расчета современных физических установок и устройств, разрабатывать методы и перспективные технологии	И.ПК(У)-2.2	Демонстрирует способность к анализу производственных процессов, необходимых для полноценного функционирования и эксплуатации ядерно-топливного цикла, совершенствованию основных и перспективных технологий ядерно-топливного цикла.	ПК(У)-2.2В1	Владеет представлениями о перспективных видах ядерного топлива и последующего обращения с ним, конструкции разделительных установок, методах анализа технологического оборудования производств с целью достижения оптимальных результатов в отношении качества, надежности, экономики, безопасности ядерно-топливного цикла

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					и защиты окружающей среды
				ПК(У)-2.2У1	Умеет применять знания о процессах, протекающих в установках разделения и тонкой очистки веществ производств ядерного топливного цикла для их эксплуатации, а также определять содержание технологических процессов, необходимых для полноценного функционирования и развития ядерного топливного цикла
				ПК(У)-2.231	Знает основные технологические стадии и процессы, вовлеченные в ядерный топливный цикл открытого и закрытого типа, уран-плутониевый и торий-урановый циклы, мировые тренды развития технологий производства ядерного топлива, особенности МОКС и РЕМИКС топлива, развитие технологий быстрых реакторов, перспективные технологии разделения и тонкой очистки веществ.
ПК(У)-5	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современных приборов для научных исследований и математических методов расчета	И.ПК(У)-5.2	Демонстрирует способность к проведению самостоятельных научно-исследовательских теоретических и экспериментальных работ по совершенствованию технологических процессов	ПК(У)-5.2.В2	Владеет опытом проведения научно-исследовательских работ в области технологических процессов производства различных видов топлива
				ПК(У)-5.2.У2	Умеет проводить плазмохимический синтез сложных оксидных композиций из смешанных водно-органических растворов
				ПК(У)-5.2.32	Знает методы получения дисперсионных композиций ядерного топлива

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	Применять основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, использовать методы математического анализа и моделирования	И.ПК(У)-1.4
РД-2	Выполнять расчеты режимов работы плазменных установок и плазмохимических процессов и определять оптимальные режимы получения целевых продуктов	И.ПК(У)-2.2
РД-3	Применять экспериментальные методы определения газодинамических, теплофизических и электрофизических режимов работы плазменных установок	И.ПК(У)-5.2
РД-4	Применять современные приборы инструментального анализа; проводить статистическую обработку экспериментальных данных, полученных при исследовании плазмохимических процессов	И.ПК(У)-5.2
РД-5	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях плазмохимических процессов	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. Способы получения порошковых материалов и их свойства	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	34
Раздел 2. Формирование и спекание заготовок из порошков	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	34
Раздел 3. Дисперсионное ядерное топливо в ядерной энергетике	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	24
		Самостоятельная работа	34
Раздел 4. Материалы матрицы дисперсионного ядерного топлива	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	34

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Способы получения порошковых материалов и их свойства

Способы получения порошковых материалов. Способы получения металлических порошков. Механические способы получения порошков. Физико-химические способы получения порошков. Способы получения многокомпонентных порошковых сплавов. Плазмохимический синтез простых и сложных оксидных композиций. Физико-химические и технологические свойства порошков.

Темы лекций:

1. Способы получения порошковых материалов (1 час).
2. Физическо-химические и технологические свойства порошков (1 час).

Темы практических занятий:*

1. Механические и физико-химические способы получения металлических порошков. (2 часа).
2. Способы получения многокомпонентных порошковых сплавов (2 часа).
3. Плазмохимический синтез простых и сложных оксидных композиций (2 часа).
4. Физическо-химические и технологические свойства порошков (2 часа).

Раздел 2. Формирование и спекание заготовок из порошков

Формирование заготовок. Процессы, происходящие при прессовании. Основные схемы прессования порошковых изделий. Характерные пороки прессованных заготовок и их причины. Спекание прессовок. Практика спекания. Характерные пороки при спекании. Свойства спеченных изделий и методы их определения.

Темы лекций:

1. Процессы, происходящие при прессовании и спекании порошков. (1 час).
2. Свойства спеченных изделий и методы их определения. (1 час).

Раздел 3. Дисперсионное ядерное топливо в ядерной энергетике

Высокотемпературное дисперсионное ядерное топливо. Дисперсионное ядерное топливо энергетических реакторов. Дисперсионное ядерное топливо высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов.

Темы лекций:

1. Высокотемпературное дисперсионное ядерное топливо (1 час).
2. Дисперсионное ядерное топливо энергетических и газоохлаждаемых реакторов (1 час).

Темы практических занятий:*

1. Высокотемпературное дисперсионное ядерное топливо. (2 часа).
2. Дисперсионное ядерное топливо энергетических реакторов (4 часа).
3. Дисперсионное ядерное топливо высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование процесса плазмохимического синтеза топливных оксидных композиций для дисперсионного REMIX-топлива (6 часов).
2. Моделирование процесса плазмохимического синтеза топливных оксидных композиций для дисперсионного уран-плутониевого топлива (6 часов).
3. Моделирование процесса плазмохимического синтеза топливных оксидных композиций для дисперсионного уран-ториевого топлива (6 часов).
4. Моделирование процесса плазмохимического синтеза топливных оксидных композиций для дисперсионного плутоний-ториевого топлива (6 часов).

Раздел 4. Материалы матрицы дисперсионного ядерного топлива

Матричные материалы на основе металлов и сплавов. Матричные материалы на основе оксидов металлов. Матричные материалы на основе карбидов металлов. Матричные

материалы на основе нитридов металлов. Достоинства и недостатки

Темы лекций:

1. Матричные материалы на основе металлов и сплавов (1 час).
2. Матричные материалы на основе оксидов, карбидов и нитридов металлов (1 час).

Темы практических занятий:*

1. Матричные материалы на основе металлов и сплавов (2 часа).
2. Матричные материалы на основе оксидов металлов (2 часа).
3. Матричные материалы на основе карбидов металлов (2 часа).
4. Матричные материалы на основе нитридов металлов (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование процесса плазмохимического синтеза топливных оксидных композиций « $\text{UO}_2\text{--MgO}$ » (4 часа).
2. Моделирование процесса плазмохимического синтеза топливных оксидных композиций « $\text{UO}_2\text{--Y}_2\text{O}_3$ » (4 часа).
3. Моделирование процесса плазмохимического синтеза топливных оксидных композиций « $\text{UO}_2\text{--BeO}$ » (4 часа).
4. Моделирование процесса плазмохимического синтеза топливных оксидных композиций « $\text{UO}_2\text{--ZrO}_2$ » (4 часа).

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах

Виды самостоятельной работы	Объем времени, ч
Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий)	60
Подготовка к лабораторным работам	40
Подготовка к оценивающим мероприятиям	36

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Гропянов А.В., Ситов Н.Н., Жукова М.Н. Порошковые материалы. Учебное пособие/ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2017. – 74 с.
2. Алексеев С.В., Зайцев В.А., Толстоухов С.С. Дисперсионное ядерное топливо. – М.: Техносфера, 2015. – 248 с.
3. Каренгин А.Г. Физика и техника низкотемпературной плазмы. Учебно-методический комплекс дисциплины. Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2008. – 130 с. – Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m176.pdf>.
4. Каренгин А.Г. Физика и химия газоразрядной плазмы. Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2008. – 140 с. – Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m325.pdf>.
5. Плазменные процессы и технологии. Часть 1: Учебное пособие. – Томск: ТПУ, 2008. – с. 140. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m174.pdf>.
6. Плазменные техника и технологии. Электронный учебный курс. – Томск: ТПУ, 2015. – Режим доступа: <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=809>.
7. Плазменные технологии переработки веществ. Электронный учебный курс. Томск: ТПУ, 2016. – Режим доступа: <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1163>.
8. Кондрашов А.П., Шестопалов Е.В. Основы физического эксперимента и математическая обработка результатов измерений. – М.: Атомиздат, 1977. – 195 с.

Дополнительная литература

1. Крапивина С.А. Технологические плазмохимические процессы. Учебное пособие / С. А. Крапивина; Ленинградский технологический институт им. Ленсовета. – Ленинград: ЛТИ, 1980. – 76 с. – Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C95023>.
2. Пархоменко В. Д., Цыбулев П. Н., Краснокутский Ю. И. Технология плазмохимических производств. – Киев: «Выща школа», 1991. – 253 с. – Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C39207>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Каренгин А.Г. , Новоселов И.Ю., Каренгин А.А. Плазменная техника и технологии в ядерном топливном цикле. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 149 с. – Режим доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2020/m054.pdf>.
2. Каренгин А.Г. Физика и техника низкотемпературной плазмы. Учебно-методический комплекс дисциплины. http://e-le.lcd.tpu.ru/hublic/FTNP_iep1/index.html/.
3. Каренгин А.Г. Физика и химия газоразрядной плазмы. Комплект учебно-методического обеспечения в среде e-learning. http://e-le.lcd.tpu.ru/hublic/FHGP_iep_2/index.html/.
4. Плазменные процессы и технологии. Часть 1: Комплект учебно-методического обеспечения в среде e-learning. http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PPT_iep2/index.html).
5. Каренгин А.Г. Плазменные процессы и технологии. Часть 2: Комплект учебно-методического обеспечения в среде e-learning. http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PPIT_iep2/index.html/.
6. Каренгин А.Г. Плазменная техника и технологии получения и применения нанопорошков: Комплект учебно-методических материалов в среде электронного обучения. (http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PTN_iep1/index.html).
7. Плазменная техника и технологии. Электронный учебный курс. - Томск: ТПУ, 2015. (<http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=809>).
8. Плазменные технологии переработки веществ. Электронный учебный курс. Томск: ТПУ, 2016. (<http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1163>).

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Autodesk AutoCAD Mechanical 2020 Education; Autodesk AutoCAD 2020 Education; Autodesk Inventor Professional 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic; Amazon Corretto JRE 8; Notepad++; Zoom Zoom; Cisco Webex Meetings; Elsevier Mendeley Desktop; Microsoft Teams.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для проведения лабораторных работ по учебной дисциплине «Лабораторный практикум» имеются стационарные плазменные стенды, оснащенные приборами для контроля режимов работы ВЧФ-плазмотрона, параметров, генерируемых им воздушных плазменных струй и протекающих в них плазмохимических процессов.

№	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, ауд. 313 (Учебный корпус №10)	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест.
2.	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, ауд. 242 (Учебный корпус №10)	Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.
3.	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, ауд. 001А (Учебный корпус №10)	Расходомер массовый OPTIMASS bk7000F/3842 - 1 шт.; Генератор высокочастотный ВЧГ8-60/13-01 - 1 шт.; Модуль плазменный высоковольтный фак. плазматрона УНШ - 1 шт.; Пульт контроля управл. технол. процессом плазматрона - 1 шт.; Оседиагональный шнековый насос УОДН 120-100-65 К - 1 шт.; Компрессор Фиас - 1 шт.; Электромагнитный расходомер OPTIMASS bk4000F/3842 - 2 шт.; Установка центробежная барботн. - 1 шт.; Уровнемер радарный OPTIWAVE7300C - 1 шт.; Компрессор - 1 шт.; Установка насосная УОДН (Н) - 1 шт.; Весы лабораторные ВЛТЭ-2200г с гирей калибровочной 1кг F2 - 1 шт.; Инфракрасный термометр М90L - 1 шт.; Высокочаст.цифр/ инфрокрасный пирометр IPE140/45 - 1 шт.; Высокочаст.цифр/ инфрокрасный пирометр IPE140/45 - 1 шт.; Частотометр - 1 шт.; Расходомер роторный ЭМИС-ДИО 230 - 1 шт.; Газоанализатор д/анализа дымовых газов КМ9106 - 1 шт.; Газоанализатор - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.;
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, ауд. 311 (Научно-техническая библиотека)	Компьютер - 38 шт.; Принтер - 3 шт.; Проектор - 1 шт., Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест.
5.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, ауд. 210/1 (Научно-техническая библиотека)	Компьютер - 10 шт.; Проектор - 1 шт., Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Изотопные технологии и материалы» по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии, специализация «Изотопные технологии и материалы» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик - доцент Каренгин А.Г.

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ (протокол от «25» июня 2020 г. № 28-д).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры, д.т.н.



Горюнов А.Г.

подпись