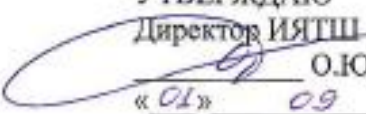
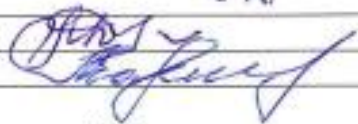


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯТШ
 О.Ю. Долматов
« 01 » 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Плазменные процессы и технологии в ядерно-топливном цикле			
Направление подготовки/специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Современные изотопные технологии и радиационная безопасность		
Специализация	Изотопные технологии и материалы		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
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. 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 объеме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза новых идей, творческого самовыражения	И.ПК(У)-1.5	Демонстрирует способность к решению инженерных задач в области плазменных процессов и технологий	ПК(У)-1.5 В1	Владеет опытом и основными приемами плазменной переработки промышленных отходов
				ПК(У)-1.5 У1	Умеет анализировать основные процессы плазменной переработки газообразного, жидкого и твердого сырья
				ПК(У)-1.5 З1	Знает способы сохранения (заковки), разделения и обезвреживания продуктов плазмохимических процессов
ПК(У)-2	Способен создавать новые методы расчета современных физических установок и устройств, разрабатывать методы и перспективные технологии	И.ПК(У)-2.1	Демонстрирует способность к расчету термодинамических, гидрогазодинамических и кинетических параметров физико-химических процессов и их оптимизации	ПК(У) - 2.1.В1	Владеет способностью применять алгоритмы, методы расчета и оптимизации процессов получения высокочистых веществ, переработки, утилизации и обезвреживания промышленных отходов
				ПК(У) - 2.1.У1	Умеет определять основные термодинамические, гидрогазодинамические и кинетические параметры современных процессов разделения изотопов, тонкой очистки и переработки веществ
				ПК(У)- 2.1.З1	Знает методы разделения жидких и газовых смесей, технологий переработки, утилизации и обезвреживания промышленных отходов
ПК(У)-4	Способен оценить перспективы развития ядерной отрасли, использовать её современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах	И.ПК(У) -4.1	Демонстрирует способность к применению современных достижений в области разделительных, лазерных, плазменных, установок в решении технологических задач ЯТЦ	ПК(У)- 4.1.В1	Владеет опытом расчета и оптимизации современных физических установок для разделения, анализа и переработки веществ в научных, экологических и промышленных целях с применением пакетов прикладных программ
				ПК(У)- 4.1.У1	Умеет проводить исследования в области разделения жидких и газовых смесей, получения высокочистых веществ, изотопно-модифицированных материалов
				ПК(У)- 4.1.З1	Знает способы применения разделительных, лазерных, плазменных установок в решении технологических задач ЯТЦ
		И.ПК(У) -4.2	Обладает способностью к	ПК(У)-4.2.В1	Владеет опытом оценки перспектив развития ядерной

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			выработке направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию современных технологий ЯТЦ и организации их выполнения		отрасли и самостоятельного выбора направления собственных научно-исследовательских работ
				ПК(У)-4.2.У1	Умеет понимать современные профессиональные проблемы, современные ядерные технологии, научно-техническую политику ядерной сферы деятельности
				ПК(У)-4.2.31	Знает современные и перспективные технологии ЯТЦ и направления их дальнейшего развития
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) -5.1	Демонстрирует способность планировать аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы	ПК(У)-5.1.В1	Владеет опытом планирования, постановки и организации экспериментов по выбору и обоснованию материалов и способов для разделения изотопов, получения моноизотопной и изотопно-модифицированной продукции, тонкой очистки и получения высокочистых веществ, переработки, утилизации и обезвреживания промышленных отходов
				ПК(У)-5.1.У1	Умеет формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач, обобщать и критически оценивать полученную информацию, делать выводы
				ПК(У)-5.1.31	Знает изотопные технологии и материалы, технологии переработки промышленных отходов
ПК(У)-6	Способен провести расчет, концептуальную и проектную разработку современных физических установок и приборов	И.ПК(У)-6.4	Проектирует, разрабатывает и совершенствует технологические процессы, отдельные узлы и установки в разделительных каскадах, плазменных, лазерных, мембранных, ионообменных установках	ПК(У)-6.4.В1	Владеет опытом использования компьютерных технологий и моделирования при разработке процессов и проектировании оборудования для разделения изотопных и молекулярных смесей, утилизации и иммобилизации промышленных отходов, других физических установок
				ПК(У)-6.4.У1	Умеет применять методы расчета, концептуальной и проектной разработки современных физических установок и приборов, каскадов для разделения молекулярных и изотопных смесей
				ПК(У)-6.4.31	Знает методы поиска оптимальных условий осуществления физико-химических процессов, тренажёры системы управления разделительным предприятием

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)-1.5
РД-2	Выполнять расчеты плазменных установок и плазмохимических процессов, определять оптимальные режимы получения целевых продуктов	И.ПК(У)-1.5 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У) -4.2 И.ПК(У)-6.4
РД-3	Применять экспериментальные методы определения газодинамических, теплофизических и электрофизических режимов работы плазменных установок	И.ПК(У) -4.1 И.ПК(У) -5.1
РД-4	Применять современные приборы инструментального анализа; проводить статистическую обработку экспериментальных данных, полученных при исследовании плазмохимических процессов	И.ПК(У) -4.1
РД-5	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях плазмохимических процессов	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У) -4.2 И.ПК(У) -5.1 И.ПК(У)-6.4

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. Генераторы низкотемпературной плазмы	РД1, РД2, РД3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	50
Раздел 2. Плазмохимические процессы	РД1, РД2, РД3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	50
Раздел 3. Перспективные плазменная техника и технологии для ядерного топливного цикла	РД1, РД2, РД3, РД-4, РД-5	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	52

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Генераторы низкотемпературной плазмы
Электродуговые плазмотроны. Высокочастотные и сверхвысокочастотные плазмотроны.

Темы лекций:

1. Электродуговые плазмотроны (1 час).
2. Высокочастотные и сверхвысокочастотные плазмотроны (1 час).

Темы практических занятий:*

1. Электродуговые плазмотроны. (2 часа).
2. Высокочастотные плазмотроны. (4 часа).
3. Сверхвысокочастотные плазмотроны (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Определение КПД ВЧФ-плазмотрона (4 часа).
2. Измерение температуры плазменной струи ВЧФ-плазмотрона по ее энтальпии (4 часа).

Раздел 2. Плазмохимические процессы
--

Классификация и основные стадии плазмохимических процессов. Переработка газообразного, жидкого и твердого сырья.

Темы лекций:

1. Классификация и основные стадии плазмохимических процессов. (1 час).
2. Переработка газообразного, жидкого и твердого сырья (1 час).

Темы практических занятий:*

1. Классификация и основные стадии плазмохимических процессов. (2 часа).
2. Переработка газообразного сырья (2 часа).
3. Переработка жидкого сырья (2 часа).
4. Переработка твердого сырья (2 часа).

Названия лабораторных работ :

1. Плазмохимический синтез оксида азота из атмосферного воздуха (2 часа)
2. Плазменная переработка водно-солевых растворов тугоплавких металлов (2 часа).
3. Плазмохимическое вскрытие рудных концентратов (4 часа).

Раздел 3. Перспективные плазменная техника и технологии для ядерного топливного цикла
--

Плазменный модуль на базе ВЧФ-плазмотрона. Воздушно-плазменная реконверсия обедненного по изотопу уран-235 гексафторида урана. Воздушно-плазменная утилизация и иммобилизация отходов переработки отработавшего ядерного топлива. Воздушно-плазменная утилизация и иммобилизация иловых отложений бассейнов-хранилищ жидких радиоактивных отходов. Плазмохимический синтез оксидных композиций для перспективных типов ядерного топлива.

Темы лекций:

1. Плазменный модуль на базе ВЧФ-плазмотрона. Воздушно-плазменная реконверсия обедненного по изотопу уран-235 гексафторида урана (1 час).
2. Воздушно-плазменная утилизация и иммобилизация отходов переработки отработавшего ядерного топлива (1 часа).
3. Воздушно-плазменная утилизация и иммобилизация иловых отложений бассейнов-хранилищ жидких радиоактивных отходов (1 часа).
4. Плазмохимический синтез оксидных композиций для перспективных типов ядерного топлива (1 час).

Темы практических занятий:*

1. Воздушно-плазменная реконверсия обедненного по изотопу уран-235 гексафторида урана. (2 часа).
2. Воздушно-плазменная утилизация и иммобилизация отходов переработки отработавшего ядерного топлива (2 часа).
3. Воздушно-плазменная утилизация и иммобилизация иловых отложений бассейнов-хранилищ жидких радиоактивных отходов (2 часа).
4. Плазмохимический синтез оксидных композиций для перспективных типов ядерного топлива (2 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование процесса воздушно-плазменной реконверсии обедненного по изотопу уран-235 гексафторида урана (2 часа).
2. Моделирование процесса воздушно-плазменной утилизации и иммобилизации отходов переработки отработавшего ядерного топлива (4 часа).
3. Моделирование процесса воздушно-плазменной утилизации и иммобилизации иловых отложений бассейнов-хранилищ жидких радиоактивных отходов (4 часа).
4. Моделирование процесса плазмохимического синтеза оксидных композиций для перспективных типов ядерного топлива (2 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)	70
Подготовка к лабораторным работам	42
Подготовка к оценивающим мероприятиям	40

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

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. 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. Плазменная 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.
Режим доступа: 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.
Режим доступа: 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.
Режим доступа: 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.
Режим доступа: http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PTN_iep1/index.html.
7. Плазменная техника и технологии. Электронный учебный курс. - Томск: ТПУ, 2015.
Режим доступа: <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=809>.
8. Плазменные технологии переработки веществ. Электронный учебный курс. Томск: ТПУ, 2016.
Режим доступа: <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; Cisco Webex Meetings; Far Manager; Google Chrome; Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic; Zoom Zoom; ownCloud Desktop Client; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Amazon Corretto JRE 8.

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	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32

	занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 431 (Учебный корпус №10)	посадочных мест.
2.	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. 239 (Учебный корпус №10)	Комплект газоаналитического оборудования (масс-спектрометр "Техмас", персональный компьютер INTEL ATOM D 410) - 1 шт.; Программно-аппаратный масс-спектрометрический комплекс - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Принтер - 1 шт.
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 Fiac - 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 M90L - 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 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 421 (Учебный корпус №10)	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
5.	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)	Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест;Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.
6.	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. 433 (Учебный корпус №10)	Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Современные изотопные технологии и материалы» по направлению 14.04.02 Ядерная физика и технологии, специализация «Изотопные технологии и материалы» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик - доцент Каренгин А.Г.

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ (протокол от «28» июня 2019 г. №16).

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



Горюнов А.Г.

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

[illegible]