

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

Моделирование и оптимизация физико-химических процессов			
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	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		8
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		24
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч			60
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации

Зачёт

Обеспечивающее подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой -
 руководитель отделения
 на правах кафедры
 Руководитель ООП
 Преподаватель

А.Г. Горюнов

Л.И. Дорофеева

Л.И. Дорофеева

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
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.УК(У)-1.4	Разрабатывает оптимальные обобщенные варианты решения профессиональных проблем	УК(У)-1.4.В1	Владеет опытом оптимизации условий проведения разделительных процессов
				УК(У)-1.4.У1	Умеет применять методы оптимизации, анализа вариантов и поиска решения многокритериальных задач
				УК(У)-1.4.31	Знает перспективные инженерные, технические и технологические аспекты профессиональной области
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 расчёта 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)- 2.1.31	Знает методы разделения жидких и газовых смесей, технологий переработки, утилизации и обезвреживания промышленных отходов
ПК(У)-3	Способен создавать математические и физические модели, описывающие процессы и явления в разделительных каскадах, установках разделения и тонкой очистки веществ, переработки и обезвреживания промышленных отходов	И.ПК(У)-3.1	Демонстрирует готовность к созданию математических моделей, описывающих процессы в разделительных каскадах, плазменных, лазерных, мембранных, ионообменных установках	ПК(У)- 3.1.В1	Владеет опытом работы с математическими моделями массопереноса в каскадах и установках разделения изотопов для поиска оптимальных каскадных схем и решения поставленных разделительных задач
				ПК(У)- 3.1.У1	Умеет проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований
				ПК(У)- 3.1.31	Знает принципы построения математических моделей разделительных каскадов, способов их применения
ПК(У)-6	Способен провести расчет, концептуальную	И.ПК(У)-6.2	Производит математические расчеты и	ПК(У)-6.2.В1	Владеет опытом математического моделирования в области физики селективных, неравновесных

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	и проектную разработку современных физических установок и приборов		статистическую обработку полученных экспериментальных результатов, правильно и обоснованно обсуждает полученные результаты		молекулярных процессов, физики изотопно-модифицированных материалов
				ПК(У)-6.2.У1	Знает методы и алгоритмы оптимизации, а также пакеты прикладных программ для оптимизации задач эксплуатации, исследования и проектирования
				ПК(У)-6.2.31	Знает методы статистической обработки и анализа полученных экспериментальных результатов

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	Составлять адекватные математические модели, проводить расчеты оптимальных режимов работы каскадов по разделению изотопов и тонкой очистке веществ с применением эффективных методов математического моделирования.	И.ПК(У)-3.1
РД 2	Применять математические методы планирования эксперимента, градиентные методы поиска оптимальной области, ортогональное композиционное планирование второго порядка при определении оптимальных условий разделения веществ.	И.УК(У)-1.4
РД 3	Демонстрировать навыки использования компьютерных технологий моделирования с применением теории подобия, критериев подобия в инженерных расчётах массообменных процессов и при проектировании оборудования разделительных производств.	И.ПК(У)-2.1
РД 4	Использовать методы физического и математического моделирования для проведения научных исследований в области разделения и тонкой очистки веществ, их планирования и анализа результатов.	И.ПК(У)-6.2

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. Математические методы планирования эксперимента	РД1 РД2	Лекции	5
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	24

		Самостоятельная работа	20
Раздел 2. Математическое моделирование с применением методов теории подобия	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Нейросетевое моделирование	РД4	Лекции	1
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Математические методы планирования эксперимента

Раздел дает полное представление о математических методах планирования эксперимента, градиентных методах поиска оптимальной области, ортогональном композиционном планировании второго порядка при определении оптимальных условий разделения веществ

Темы лекций:

1. Разработка регрессионных моделей разделительных процессов.
2. Оценка адекватности математической модели.
3. Методы оптимизации эксперимента.
4. Ортогональное планирование 2-го порядка при поиске оптимальных условий.
5. Моделирование и оптимизация процессов изотопного разделения.

Темы практических занятий:

1. Полный факторный эксперимент
2. Симплексный метод оптимизации
3. Поток через колонну

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование обменного процесса разделения на твёрдофазных катионитах.
2. Построение математической модели процесса разделения изотопов методом планирования эксперимента.
3. Расчёт и оптимизация обменного процесса разделения изотопов.

Раздел 2. Математическое моделирование с применением методов теории подобия

В разделе рассматриваются методы физического и математического моделирования с применением теории подобия

Темы лекций:

6. Теория подобия, константы подобия.
7. Критерии подобия в тепло- и массообменных процессах. Критериальные уравнения.

Темы практических занятий:

4. Скорость частицы

Раздел 3. Нейросетевое моделирование

В разделе приведены основы теории информационного моделирования, рассматриваются искусственный интеллект и нейронные сети.

Темы лекций:

8. Основы теории нейронных сетей.

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Ахназарова С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии: учеб. пособие / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высшая школа, 1985. — 327 с.
2. Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/41014>.
3. Дорофеева Л. И. Моделирование и оптимизация разделительных процессов: учебное пособие / Л. И. Дорофеева; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m92.pdf>
4. Изотопы: свойства, получение, применение. В 2 т. Т. 1 / под ред. В. Ю. Баранова. — М.: Физматлит, 2005. - 600 с.
5. Теплотехника: учебник для вузов / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер [и др.]; под ред. В. Н. Луканина. — 4-е изд., испр. — Москва: Высшая школа, 2003. — 671 с.

Дополнительная литература

1. Вергун А. П. Ионнообменная технология разделения и очистки веществ: учебное пособие / А. П. Вергун, В. Ф. Мышкин, А. В. Власов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: 2010. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext3/m/2010/m39.pdf> .
2. Видяев Д. Г. Гидрогазодинамика разделительных процессов: учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m151.pdf> .
3. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / Н. В. Ушева, О. Е. Мойзес, О. Е. Митянина, Е. А. Кузьменко. — Томск: ТПУ, 2014. — 135 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62934>.
4. Математические методы планирования эксперимента / Сибирское отделение АН СССР; Вычислительный центр; под ред. В. В. Пененко. — Новосибирск: Наука, 1981. — 256 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс в среде LMS MOODLE
2. Персональный сайт преподавателя
3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>.
5. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» - <http://www.rosatom.ru/>

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

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkeiPad; 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; Amazon Corretto JRE 8; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Document Foundation LibreOffice.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных 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, 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 (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. 001Б (Учебный корпус №10)	Прибор 3005 - 1 шт.; Печь трубчатая оснащенная температурным контроллером - 1 шт.; Профессиональный лабораторный рН-метр PHS-3D - 1 шт.; Генератор ЛСП 1-4 - 1 шт.; Установка спектрального анализа оптич.излучен Shamrock USB - 1 шт.; Весы электронные - 1 шт.; Прибор 3010 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 23 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Шкаф вытяжной - 1 шт.; Компьютер - 7 шт.; Принтер - 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 Дорощева Л. И.

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

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



подпись

Горюнов А.Г.

Лист изменений рабочей программы дисциплины

[illegible]