

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

УТВЕРЖДАЮ

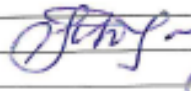
Директор ИЯТШ

О.Ю. Долматов

«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Моделирование и оптимизация физико-химических процессов			
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)	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			А.Г. Горюнов
Руководитель ООП			Л.И. Дорофеева
Преподаватель			Л.И. Дорофеева

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
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; 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; 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 «Изотопные технологии и материалы» по направлению 14.04.02 Ядерная физика и технологии, специализация «Изотопные технологии и материалы» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик - доцент Дорощева Л. И.

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

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



подпись

Горюнов А.Г.