

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 2019г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ИОНООБМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки/специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерная физика и технологии		
Специализация	Физика кинетических явлений		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	22	
	Практические занятия	0	
	Лабораторные занятия	22	
	ВСЕГО	44	
Самостоятельная работа, ч		64	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации

Экзамен

Обеспечивающее подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель



А.Г. Горюнов

П.Н. Бычков

А.П. Вергун

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
ОПК(У)-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	И.ОПК(У)-1.4	Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии	ОПК(У)-1.4В2	Владеет методами теоретического и экспериментального исследования химических процессов и явлений, анализа и обработки экспериментальных данных
				ОПК(У)-1.4У2	Умеет выявлять взаимосвязь между свойствами и реакционной способностью химических соединений, проводить термодинамические и кинетические расчеты
				ОПК(У)-1.4З2	Знает основные закономерности протекания химических процессов
ПК(У)-1	Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области	И.ПК(У)-1.2	Использует знания и понимания основных технологических процессов и стадий ЯТЦ в целях полноценного функционирования и эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК(У)-1.2В2	Владеет опытом изучения и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного в области физики кинетических явлений, разделения изотопных и молекулярных смесей, молекулярно-селективных технологий
ПК(У)-2	Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов атомной отрасли с использованием стандартных методов и компьютерных кодов для проектирования и анализа	И.ПК(У)-2.4	Способен создавать расчетные модели разделительных, плазменных, лазерных, мембранных, ионообменных установок	ПК(У)-2.4В1	Владеет опытом проведения расчетов разделительных, плазменных, лазерных, мембранных, ионообменных установок
				ПК(У)-2.4У1	Умеет создавать расчетные модели разделительных, плазменных, лазерных, мембранных, ионообменных установок
				ПК(У)-2.4З1	Знает основные характеристики разделительных, плазменных, лазерных, мембранных, ионообменных установок
ПК(У)-3	Способен использовать в профессиональной деятельности современные	И.ПК(У)-3.1	Проводит эксперименты по заданной методике, составляет	ПК(У)-3.1В2	Владеет методами проведения измерений и исследований, обработки полученных результатов
				ПК(У)-3.1У2	Умеет проводить

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	информационные системы, анализировать возникающие при этом опасности и угрозы, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны		описания проводимых исследований и анализ результатов		эксперимент по заданной методике в атомной отрасли, составлять описание проводимых исследований и проводить анализ результатов
				ПК(У)-3.132	Знает методы экспериментального исследования физических процессов, создания экспериментальных установок
ПК(У)-12	Готов к эксплуатации современного физического оборудования, приборов и технологий	И.ПК(У)-12.3	Применяет знания о существующих перспективных разделительных установках и аппаратах и в своей профессиональной деятельности	ПК(У)-12.3В1	Владеет навыками расчета и оптимизации параметров многоступенчатых установок для разделения изотопов и тонкой очистки веществ
				ПК(У)-12.3У1	Умеет использовать математические модели тепло и массопереноса в каскадах разделения изотопов и тонкой очистки веществ для поиска оптимальных каскадных схем и решения поставленных разделительных задач
				ПК(У)-12.3 33	Знает физические основы методов разделения изотопов, тонкой очистки веществ

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	
РД1	Демонстрировать знания основных терминов и определений разделительных процессов	И.ПК(У)-1.2
РД2	Определять основные характеристики равновесия, кинетики и динамики перспективных процессов разделения изотопов и тонкой очистки веществ	И.ОПК(У)-1.4 И.ПК(У)-3.1
РД3	Проводить расчёты ионообменных установок и электродиализных аппаратов	И.ПК(У)-2.4
РД4	Моделировать процессы разделения и очистки веществ, определять оптимальные условия проведения разделительных процессов	И.ПК(У)-12.3
РД5	Владеть методами направленного поиска систем с максимальными разделительными характеристиками для совершенствования	И.ПК(У)-3.1

	процессов изотопного фракционирования	
РД6	Использовать методы теории подобия для решения задач, связанных с применением на практике результатов научных исследований	И.ПК(У)-12.3

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. Теоретически основы ионообменной технологии	РД1	Лекции	10
	РД5	Лабораторные занятия	10
	РД6	Самостоятельная работа	32
Раздел 2. Процессы разделения и очистки веществ с применением ионитов	РД2	Лекции	12
	РД3	Лабораторные занятия	12
	РД4	Самостоятельная работа	32

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теоретические основы ионообменной технологии

Темы лекций:

1. Разделение и очистка веществ ионитами.
2. Ионообменное равновесие.
3. Константы ионного обмена.
4. Кинетика ионного обмена.

Названия лабораторных работ:

1. Определение физико-химических характеристик ионообменного слоя.
2. Определение содержания ионогенных групп в составе ионообменника.
3. Определение ионообменной ёмкости в динамических условиях.
4. Определение коэффициента защитного действия и времени защитного действия слоя в ионообменной колонне

Раздел 2. Процессы разделения и очистки веществ с применением ионитов

Темы лекций:

5. Динамика ионообменных процессов
6. Критерии подобия в тепло- и массообменных процессах. Критериальные уравнения.
7. Водоподготовка с применением ионитов
8. Электроионитные процессы разделения и тонкой очистки веществ
9. Разделительные процессы с применением ионитов в атомной технике

Названия лабораторных работ:

5. Расчёт относительной скорости обмена и кратности обессоливания в ионообменных процессах
6. Деминерализация растворов и очистка веществ в колоннах со взвешенным слоем
7. Определение коэффициентов разделения пары ионов

8. Моделирование процесса деминерализации в электродиализаторе с ионообменными смолами.
9. Определение критической скорости и объёмного расхода раствора при электродиализе
10. Регенерация ионитов в схемах водоподготовки.

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;
- 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. Кокотов Ю.А. Теоретические основы ионного обмена: Сложные ионообменные системы / Ю. А. Кокотов, П. П. Золотарев, Г. Э. Елькин. — Ленинград: Химия, 1986. — 280 с.
2. Вергун А.П. Ионообменная 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>.
3. Дорофеева Л.И. Разделение и очистка веществ мембранными, обменными и электрохимическими методами: учебное пособие / Л. И. Дорофеева; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m101.pdf>.
4. Гиндин Л.М. Экстракционные процессы и их применение / Л. М. Гиндин; Институт неорганической химии. — Москва: Наука, 1984. — 144 с.
5. 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. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/41014>.

Дополнительная литература

6. Изотопы: свойства, получение, применение. В 2 т. Т. 1 / под ред. В. Ю. Баранова. — М.: Физматлит, 2005. - 600 с.: ил. - Текст: непосредственный. — 6 экз.
7. 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.

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**):

ownCloud Desktop Client; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

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. 432А (Учебный корпус №10)	Экран Lumien Master Control LMC-100130 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	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. 431 (Учебный корпус №10)	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 019 (Учебный корпус №10)	Весы электронные - 1 шт.; Весы электронные A&D HL-100 - 1 шт.; Кондуктомер DIST 3 карманный - 1 шт.; Аквадистилятор - 1 шт.; РН-метр карманный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест; Компьютер - 1 шт
4.	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 3010 - 1 шт.; Генератор ЛСП 1-4 - 1 шт.; Весы электронные - 1 шт.; Прибор 3005 - 1 шт.; Профессиональный лабораторный рН-метр PHS-3D - 1 шт.; Печь трубчатая оснащенная температурным контроллером - 1 шт.; Установка спектрального анализа оптич.излучен Shamrock USB - 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 по направлению 14.03.02 Ядерные физика и технологии, специализация – Физика кинетических явлений (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
профессор	Вергун А.П.

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

[illegible][illegible]