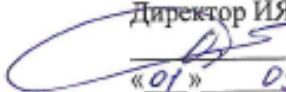


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

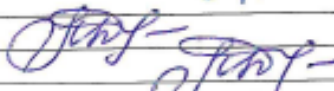
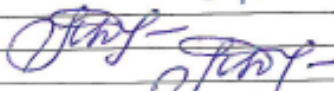
УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

 О.Ю. Долматов
«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Мембранные процессы и технологии			
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	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		168	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			А.Г. Горюнов
			Л.И. Дорофеева
			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
ПК(У)-1	Способен использовать фундаментальные законы в объеме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза новых идей, творческого самовыражения	И.ПК(У)-1.2	Демонстрирует способность применять методы направленного поиска систем с максимальными разделительными характеристиками для совершенствования процессов изотопного фракционирования	ПК(У)- 1.2.В3	Владеет опытом анализа кинетических изотопных эффектов физико-химических процессов
				ПК(У)- 1.2.У3	Умеет интерпретировать физико-химические процессы на поверхности твердого тела, в жидкой и газообразной средах
				ПК(У)- 1.2.33	Знает кинетику физико-химических процессов и специфику парамагнитных явлений в жидких средах
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,	И.ПК(У)-3.1	Демонстрирует готовность к созданию математических моделей, описывающих	ПК(У)- 3.1.В1	Владеет опытом работы с математическими моделями массопереноса в каскадах и установках

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	описывающие процессы и явления в разделительных каскадах, установках разделения и тонкой очистки веществ, переработки и обезвреживания промышленных отходов		процессы в разделительных каскадах, плазменных, лазерных, мембранных, ионообменных 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)-4	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) -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)- 4.1.31	Знает способы применения разделительных, лазерных, плазменных установок в решении технологических задач ЯТЦ

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	Применять знания о технологических процессах разделения в практической деятельности в области электрохимических технологий разделения изотопов и ионов с близкими свойствами, при разработке схем и проведении расчетов режимов работы разделительного оборудования.	И.ПК(У)-1.1
РД2	Проводить расчёты термодинамических параметров разделительных процессов, селективных свойств ионообменного материала, использовать критерии подобия для инженерных расчётов массообменных процессов.	И.ПК(У)-2.1
РД3	Демонстрировать навыки решения проблемных задач совершенствования разделительных технологий с учетом экологических стандартов. Проводить научные исследования, их планирование и анализ результатов.	И.ПК(У)-3.1, И.ПК(У)-4.1

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. Мембранные методы разделения и очистки веществ	РД1 РД2	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	84
Раздел 2. Расчеты мембранных, обменных и электрохимических процессов	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	84

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Мембранные методы разделения и очистки веществ.

В разделе рассматриваются методы разделения веществ, мембранные технологии, термодинамика и кинетика процессов переноса, электрохимическое обращение фаз, интенсификация обменных процессов.

Темы лекций:

1. Введение. Методы разделения и тонкой очистки веществ. Мембранные технологии.
2. Электромембранные процессы. Термодинамика неравновесных процессов переноса. Кинетика электрохимических процессов в мембранах.
3. Интенсификация обменных процессов, электрохимическое обращение потоков фаз.

Названия практических работ:

1. Изучение распределение пространственного заряда на границе мембрана-раствор.
2. Математическое описание нестационарного плоского концентрационного поля на

- границах мембраны и раствора.
3. Определение селективности и проницаемости мембран.
 4. Математическое моделирование переноса ионов в мембране.

Названия лабораторных работ:

1. Определение времени диффузии ионов через рабочую камеру электродиализатора, работающего в статическом режиме подачи раствора.
2. Определение времени диффузии ионов через рабочую камеру электродиализатора, работающего в динамическом режиме подачи раствора.

Раздел 2. Расчеты мембранных, обменных и электрохимических процессов

Раздел посвящён изучению процессов электромиграции и расчётам мембранных, обменных и электрохимических процессов.

Темы лекций:

4. Принципиальные схемы комбинированных процессов. Работа каскадов. Простые каскады. Каскады с рециркуляцией.

Названия практических работ:

5. Определение коэффициентов диффузии при одномерном описании электродиффузии.
6. Двумерное моделирование электродиффузии.
7. Расчёт зависимости коэффициента диффузии от концентрации.
8. Моделирование процесса переноса ионов в мембранных системах в условиях концентрационной поляризации.

Названия лабораторных работ:

3. Изучение процессов электромиграции при электродиализе с межмембранным заполнением органическими катионитами.
4. Изучение процессов электромиграции при электродиализе с межмембранным заполнением неорганическими катионитами.
5. Определение условий переноса ионов в вертикальном направлении при электродиализе.
6. Определение условий переноса ионов в горизонтальном направлении при электродиализе.
7. Определение зависимости скорости движения фронта концентрационной волны от ионообменной ёмкости при электродиализе.
8. Анализ кинетических характеристик процесса транспорта ионов.

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. Изотопы: свойства, получение, применение. В 2 т. Т. 1 / под ред. В. Ю. Баранова. — М.: Физматлит, 2005. - 600 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, Людмила Ивановна. 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. Москвин, Л. Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: учебник / Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. - 2-е изд. – Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 352 с. - Текст: электронный // Znanium.com: электронно-библиотечная система. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/396842>.
5. Теория каскадов для разделения бинарных и многокомпонентных изотопных смесей: учебное пособие / Г.А. Сулаберидзе, В.А. Палкин, В.Д. Борисевич, В.Д. Борман. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2011. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75765>.

Дополнительная литература:

6. 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.
7. 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>.
8. Орлов, Алексей Алексеевич. Разделение изотопов урана: учебное пособие для вузов / А. А. Орлов, А. В. Абрамов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m274.pdf>.
9. Борман В.Д., Борисевич В.Д. Физические основы разделения изотопов в газовой центрифуге: учебное пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный// ЭБС "Консультант студента": – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010877.html>

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; Amazon Corretto JRE 8; Cisco Webex Meetings; Design Science MathType 6.9 Lite; Google Chrome; Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; ownCloud Desktop Client; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Wolfram Mathematica 12 Academic Network; Zoom Zoom; 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; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; XnView Classic.

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 (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 (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.; Аквадистиллятор - 1 шт.; РН-метр карманный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест
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, 2, ауд. 121 (Учебный корпус №10)	Установка дозиметрическая термолюминесцентная ДВГ-02ТМ с к-м дозиметров ДТЛ-02 - 1 шт.; Радиометр радона "Рамон-02" - 1 шт.; Дозиметр-радиометр ДРБП-03 - 2 шт.; Индикатор ИФКУ - 2 шт.; Прибор УИМ 2-1М - 2 шт.; Радиометр спектрометр РМ-1402М - 1 шт.; Прибор прогноз - 1 шт.; Комплекс измерительный для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов "Альфарад плюс" - 1 шт.; Дозиметр ДРГ-01Т1 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Тумба стационарная - 2 шт.; Компьютер - 3 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Изоотопные 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 Дорофеева 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.