Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
Физико-технический институт

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФТИ
_____ О.Ю. Долматов
«08» 02 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ И ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ВЕЩЕСТВ»

НА УЧЕБНЫЙ ГОД

Направление ООП 14.04.02 «Ядерные физика и технологии»

Профиль подготовки (специализация) Изотопные технологии и материалы
Квалификация (степень) магистр

Базовый учебный план приема 2016 г.
Курс II семестр 3
Количество кредитов 6

Код дисциплины М1.ВМ4.1.4

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	168
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации экзамен
Обеспечивающее подразделение кафедра «Техническая физика»

Заведующий кафедрой_____ И.В. Шаманин

Руководитель ООП _____ А.Р. Вагнер

Профессор _____ А.П. Вергун

2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка студентов в области перспективных разделительных технологий, формирование знаний и умений по совершенствованию разделительных процессов, направленному поиску систем с максимальными разделительными свойствами, а также выработки у студентов положительной мотивации к самостоятельной работе и самообразованию.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативному междисциплинарному профессиональному модулю, связана с изучением перспективных методов разделения изотопов и тонкой очистки веществ. Основное внимание уделяется обменным, мембранным, лазерным, электрохроматографическим и плазменным процессам, анализу направлений повышения их эффективности.

До освоения данной дисциплины должны быть изучены следующие учебные курсы: «Ядерная физика», «Спецглавы высшей математики», «Ядерные энергетические технологии».

Одновременно с данной дисциплиной изучаются следующие дисциплины: «Методы и средства изучения кинетических явлений», «Гидрогазодинамика разделительных процессов», «Газофазные методы разделения изотопов».

3. Результаты освоения модуля (дисциплины)

- Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1	З1.24	перспективных технологий разделения изотопов и тонкой очистки веществ	У1.24	применять перспективные технологии разделения изотопов и тонкой очистки веществ в профессиональной деятельности.	В1.24	навыками выбора и применения перспективных технологий разделения изотопов и тонкой очистки веществ
Р2	З2.4	основных принципов постановки и методов решения инновационных инженерно-физических задач, способов реализации проектов в области изотопных технологий и материалов, технологии разделения изотопов и тонкой очистки веществ.	У2.4	ставить и решать инновационные инженерно-физические задачи, реализовывать проекты в области изотопных технологий и материалов, технологии разделения изотопов и тонкой очистки веществ.	В2.4	навыками решения инновационных инженерно-физических задачи, реализации проектов в области изотопных технологий и материалов, технологии разделения изотопов и тонкой очистки веществ.
Р5	З5.8	закономерностей проведения перспективных	У5.8	совершенствовать технологические процессы с точки	В5.8	приёмами обнаружения и решения проблем при

		разделительных процессов в равновесных и нестационарных условиях		зрения их ресурсоэффективности		разделении изотопов и тонкой очистки веществ

- В результате освоения дисциплины (модуля) студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Формируемые компетенции в соответствии с ООП	**Результаты освоения дисциплины**
РД1	Демонстрировать знания основных терминов и определений разделительных процессов;
РД2	Определять основные характеристики равновесия, кинетики и динамики перспективных процессов разделения изотопов и тонкой очистки веществ
РД3	Проводить расчёты ионообменных установок и электродиализных аппаратов;
РД4	Моделировать процессы разделения и очистки веществ; определять оптимальные условия проведения разделительных процессов
РД6	Владеть методами направленного поиска систем с максимальными разделительными характеристиками для совершенствования процессов изотопного фракционирования.
РД7	Использовать методы теории подобия для решения задач, связанных с применением на практике результатов научных исследований.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Содержание разделов дисциплины.

Дисциплина содержит 2 модуля:

1. Основы теории разделительных процессов.
2 Перспективные технологии разделения изотопов и очистки веществ.

4.2. Структура дисциплины.

Таблица 3

Структура дисциплины
по разделам и формам организации обучения

Название темы	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Контр. раб.	Итого
	Лекции	Практич. занятия	Лабор. занятия			
Модуль 1. Основы теории разделительных процессов(3 ч. лек.,8практ.)						
1. Введение Проблемно-ориентированный подход к разработке перспективных методов разделения веществ .Структура курса.	**0,5**			**10**		
2.Понятия, термины, используемые в процессах разделения изотопов и тонкой очистки веществ.	**0,5**			**10**		
3.Направленный поиск систем с максимальными разделительными свойствами на основании β-факторов.	**0,5**	**2**		**10**		
4. Разделительный каскад, свойства, число ступеней, флегма, форма каскада.	**0,5**	**2**		**10**	**2**	
5.Определение суммарного потока в каскаде, нестационарные процессы.	**0,5**	**2**		**10**		
6. Разделительная мощность и разделительный потенциал. Оптимизация разделительных каскадов.	**0,5**	**2**		**8**	**2**	
Модуль 2. Перспективные технологии разделения изотопов и тонкой очистки веществ (5ч. лек..8ч.практ..24ч.лаб.)						
1.Обменные процессы с применением эффектитивных материалов и оптимальных схем разделения. Кинетика и массоперенос в противоточных колоннах. Определение ВЭТТ. Гибкие производственные процессы разделения.	**1**	**2**	**8**	**20**	**2**	
2.Мембранные и электроионитные методы разделения изотопов и тонкой очистки веществ.Ядерные мембраны ,особенности применения.	**1**	**2**	**8**	**18**		
3. Лазерные методы разделения изотопов. Атомарный и молекулярный вариант.	**1**	**1**	**4**	**18**	**2**	

Перспективы совершенствования.						
4. Электрохроматографические разделительные проессы.Направления повышения эффективности. Основные характеристики . Схемы установок.	**0,5**	**1**	**4**	**18**		
5. Плазменные центрифуги .Конструкции аппаратов. Процессы разделения. Удельные энергетические затраты.	**1**	**1**		**18**		
6.Разделение изотопов в условиях селективного резонансного нагрева. Источники плазмы для установок. Способы циклотронного нагрева. Аппаратурное оформление процесса.	**0,5**	**1**		**18**		

4.3. Распределение компетенций по разделам дисциплины.

Формируемые в ходе изучения дисциплины результаты обучения находятся в соответствии с результатами основной образовательной программы направления 140800 «Ядерные физика и технологии» и распределены по разделам дисциплины.

Таблица 4

Распределение по разделам дисциплины планируемых результатов обучения.

№	Формируемые компетенции	Разделы дисциплины	
		1	2
1.	З1.24	+	
2.	З2.4	+	+
3.	З5.8	+	+
4.	У1.24	+	
5.	У2.4		+
6.	У5.8	+	
7.	В1.24	+	+
8.	В2.4		+
9.	В5.8		+

5. Образовательные технологии

Таблица 5

Методы и формы организации обучения (ФОО)

ФОО / Методы	Лекции	Лабора-торные работы	Практи-ческие занятия	СРС	К. пр.
Вепольный анализ	+				
Симплексный метод	+				
Крутое восхождение	+				
Методы проблемного обучения	+	+	+	+	+
Самостоятельная работа				+	

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды самостоятельной работы:
текущая и творческая/исследовательская деятельность студентов.

Текущая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений.

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации в сети ИНТЕРНЕТ по индивидуально заданной проблеме курса,
- опережающая самостоятельная работа по проблеме курса,
- перевод текстов с иностранных языков по проблеме курса,
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к зачету и экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР), ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов.

- поиск, анализ, структурирование информации по основным проблемам курса,
- выполнение расчетных работ.
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах по основным проблемам курса;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;

- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на их основе.

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине.

Самостоятельная работа включает подготовку к лекционным, практическим и лабораторным занятиям, к экзамену и изучение отдельных тем, отнесенных к самостоятельному освоению студентами с использованием литературных источников, представленных в учебной программе дисциплины. В число часов для самостоятельной работы включено необходимое время для подготовки к текущему контролю, проводимому в течение семестра.

7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения модуля (дисциплины)

Контрольные вопросы по курсу «Перспективные технологии разделения изотопов и тонкой очистки веществ»

Часть 1. Основные вопросы:

1. Применение проблемно-ориентированных методов для разработки разделительных процессов.
2. Разделительный элемент.
3. Изменение состава разделяемых смесей.
4. Ступень разделения.
5. Степень деления потока на ступени, коэффициент разделения.
6. Простой каскад.
7. Каскад с рециркуляцией.
8. Материальный баланс в каскаде.
9. Число ступеней в каскаде.
10. Минимальное и действительное флегмовое число в каскаде.
11. Идеальный каскад.
12. Эффективный коэффициент разделения в идеальном каскаде.
13. Число ступеней, флегмовое число идеального каскада.
14. Диаграмма Мак- Кэба.
15. Форма идеального каскада
16. Суммарные потоки в каскаде.
17. Каскад тонкого разделения.
18. Разделительная мощность и разделительный потенциал в каскаде.
19. Оптимизация разделительного процесса в каскаде.
20. Направленный поиск эффективных разделительных систем по β-факторам.

Часть 2. Основные вопросы:

1. Изотопный обмен.
2. Квантово-статистический расчет однократного коэффициента разделения.
3. Изотопный обмен в противоточных колоннах.
4. Методы обращения потоков фаз.
5. Разделение изотопов в системе ионит-раствор.
6. Разделение изотопов в колоннах с наложением электрического поля.
7. Применение ионообменных процессов для деионизации растворов.
8. Атомарный вариант лазерного разделения изотопов.
9. Молекулярный вариант ЛРИ.
10. Электроионитные методы разделения и очистки веществ.
11. Разделение изотопов в условиях противоточной электромиграции.
12. Применение электродиализа с ионообменными мембранами для разделения изотопов.
13. Разделение изотопов в условиях электрохроматографии.
14. Применение плазмы в процессах разделения изотопов.
15. Плазменная центрифуга и ее характеристики.
16. Разделение изотопов в условиях селективного резонансного нагрева.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля (дисциплины)

- **основная литература:**

1. Изотопы: свойства, получение, применение. В 2 т Т.1. Под. ред. В.Ю. Баранова М.: Физматлит. 2005.-728с.
2. Изотопы: свойства, получение, применение. В 2 т Т.2. Под. ред. В.Ю. Баранова М.: Физматлит. 2005.-728с.
3. Изотопы: свойства, получение, применение. Под. ред. В.Ю. Баранова М.: ИздАТ. 2000.- 704с.
4. Виллани С. Обогащение урана. М.: Энергоатомиздат. 1983.-320с.
5. Шемля М., Перье Ж. Разделение изотопов. М.: Атомиздат. 1980.-184с.
6. Вергун А.П., Пуговкин, Шаров Р.В. Разделение изотопов и тонкая очистка веществ электроионитными и обменными методами. Учебное пособие. Томск. ТПУ 2000.-67с.
7. Власов. В.А., Вергун А.П., Орлов А.А., Тихонов Г.С. Разделительные процессы с применением ионообменных материалов. Учебное пособие. Томск. ТПУ. 2002. – 121с.
8. Мышкин В.Ф.,Вергун А.П.,Власов А.В.Научные и технологические основы разделения изотопов ряда легких элементов.Учебное пособие.Томск.ТПУ.2008.-161с.
9. Власов В.А.,Мышкин В.Ф.,Вергун А.П.,Власов А.В.Методическое обеспечение оборудования лаборатории разделения изотопов.Учебное пособие.Томск.ТПУ.2008.-158с.

- **дополнительная литература:**

1. Розен А.М. Теория разделения изотопов в колоннах. – М.: Атомиздат, 1960.-436с.
2. Сахаровский Ю.А. Теория идеального каскада и ее применение к проектированию установок для разделения изотопов. – М.: МХТИ им. Д.И.Менделеева, 1985.-72с.
3. Зельвенский Я.Д. Разделение изотопов низкотемпературной ректификацией. – М.: МХТИ им. Д.И.Менделеева, 1998. -207с.
4. Мелков М.П., Зельдович А.Г., Фрадков А.Б., Данилов И.Б. Выделение дейтерия из водорода методом глубокого охлаждения. – М.: Госатомиздат, 1961.-208с.
5. Бенедикт М., Пигфорд Т. Химическая технология ядерных материалов. - м.: Атомиздат, 1960.
6. АндреевБ.М., Зельвенский Я.Д., Катальников С.Г. Разделение изотопов физико-химическими методами. – М.: Энергоатомиздат, 1982. -208с.
7. Бродский А.М. Химия изотопов. – М.: АН СССР, 1992. -595с..
8. Андреев Б.М., Магомедбеков Э.П. Розенкевич М.Б., Сахаровский Ю.А. Гетерогенные реакции изотопного обмена трития. – М.: УРСС, 1999. -208с.
9. Андреев Б.М., Полевой А.С. Методы исследования процессов изотопного обмена. – М.: МХТИ им. Д.И.Менделеева, 1987. -79с.
10. Балашков В.С.,Вергун А.П.,Дрогалев А.С.Разделение изотопов и тонкая очистка веществ в гибкой системе, включающей обменные и электромембранные процессы. // Изотопы, технологии, материалы и применение.-Томск: Изд-во ТПУ, 2016.

- ***Internet*-ресурсы:**

<URL:http://www.lib.tpu.ru/fulltext3/m/2010/m39.pdf>.
<URL:http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin_TPU/2007/v310/i1/31.pdf>.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При проведении лабораторных занятий и чтении лекций используются компьютеры, мультимедиа- проигрыватели, корпоративная компьютерная сеть и ИНТЕРНЕТ.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС и ООП по направлению 14.04.02 «Ядерные физика и технологии» и профилю подготовки «Изотопные технологии и материалы»

Программа одобрена на заседании кафедры ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ФТИ ТПУ (протокол № 21 от «27» 01 2016 г.).

Профессор кафедры ТФ ФТИ _____ А.П. Вергун

Рецензент _____ Л.И. Дорофеева