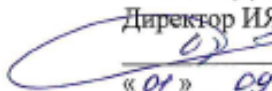


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

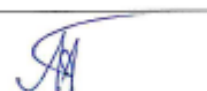
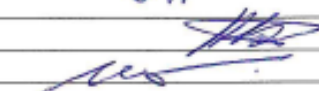
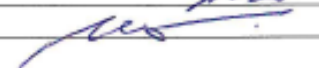
Директор ИЯТШ

 О.Ю. Долматов

« 01 » 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Кинетика и термодинамика изотопных эффектов			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования Курс Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) Виды учебной деятельности	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
	Ядерная физика и технологии		
	Физика кинетических явлений		
	высшее образование - бакалавриат		
	4	семестр	8
	3		
	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			А.Г. Горюнов
Руководитель ООП			П.Н. Бычков
Преподаватель			В.Ф. Мышкин

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)-1.2.	Применяет математический аппарат уравнений в частных производных, уравнений теплопроводности и диффузии, уравнения Даламбера в инженерной деятельности	ОПК(У)-1.2В1	Владеет аппаратом математической физики для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач.
				ОПК(У)-1.2У1	Умеет решать дифференциальные уравнения в частных производных, уравнений диффузии теплопроводности и диффузии, уравнения Даламбера
				ОПК(У)-1.2З1	Знает основные понятия, определения и методы теории дифференциальных уравнений в частных производных
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 проектирования и анализа	И.ПК(У)-2.1	Анализирует процессы динамики жидкости и газа, протекающие в установках различного назначения с помощью методов компьютерной модели	ПК(У)-2.1В1	Владеет опытом использования современных информационных технологий и прикладных программ для сбора и анализа информационных данных при решении задач по динамике жидкости и газа
ПК(У)-3	Готов к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу полученных экспериментальных	И.ПК(У)-3.1	Проводит эксперименты по заданной методике, составляет описания проводимых исследований и анализ результатов	ПК(У)-3.1В2	Владеет методами проведения измерений и исследований, обработки полученных результатов
				ПК(У)-3.1У2	Умеет проводить эксперимент по заданной методике в атомной отрасли, составлять описание проводимых исследований и проводить анализ результатов

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	данных			ПК(У)-3.132	Знает методы экспериментального исследования физических процессов, создания экспериментальных установок

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы (элективная дисциплина).

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	Использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования	И.ПК(У)-1.2 И.ОПК(У)-1.2
РД-2	Проводить научные исследования по заданной методике; описывать проводимые исследования и анализировать результаты; разрабатывать способы применения плазменных, лазерных и СВЧ установок, методов экспериментальной физики в решении технических и технологических задач	И.ОПК(У)-2.1
РД-3	Эксплуатировать современное физическое технологическое оборудование и приборы; осваивать технологические процессы производства изотопных материалов	И.ПК(У)-3.1

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 (модуль) 1. Понятия и термины технологии разделения изотопов	РД 1	Лекции	2
		Самостоятельная работа	2
Раздел (модуль) 2. Состояние атомов и молекул в газах и твердых телах	РД 1 РД 3	Лекции	2
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	2
Раздел (модуль) 3. Термодинамика процессов изотопного обмена	РД1	Лекции	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 4. Термодинамические основы изотопной селективности химических реакций	РД 1 РД 2	Лекции	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20

Раздел (модуль) 5. Отклонение закономерностей изотопных эффектов от общего вида	РД 1	Лекции	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел (модуль) 6. Независимые от массы изотопные эффекты	РД 1	Лекции	2
		Самостоятельная работа	4

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Понятия и термины технологии разделения изотопов

Рассматриваются основные понятия и термины, используемые при разделении изотопов.

Темы лекций:

1. Понятия и термины технологии разделения изотопов (2 ч)

Лабораторных работ: нет

Раздел 2. Состояние атомов и молекул в газах и твердых телах

Приводятся основы молекулярно-кинетической теории газов.

Тема лекции:

2. Энергия системы и степени свободы многоатомных молекул и атомов твердых телах (2 ч)

Названия лабораторных работ:

1. Регистрация изотопного смещения в спектрах водорода в видимой области (2 ч)
2. Регистрация изотопного смещения в спектрах водорода в видимой области (2 ч)
3. Расчет спектра нормальных колебаний простых молекул (2 ч)
4. Расчет спектра нормальных колебаний простых молекул (2 ч)
5. Расчет спектра нормальных колебаний простых молекул (2 ч)

Раздел 3. Термодинамические факторы процессов изотопного обмена

Кратко рассмотрены термодинамические факторы, приводящие к разделению изотопов в процессе изотопного обмена.

Темы лекций:

3. Термодинамика реакции изотопного обмена (2 ч)
4. Квантово-статистические уравнения изотопного эффекта (2 ч)
5. Изотопный обмен в различных условиях (2 ч)
6. Изотопная селективность переноса протона (2 ч)

Названия лабораторных работ:

6. Оценка величины β -фактора по спектру нормальных колебаний (2 ч)
7. Оценка величины β -фактора по спектру нормальных колебаний (2 ч)
8. Расчет коэффициента однократного разделения при изотопном обмене (2 ч)

Раздел 4. Термодинамические основы изотопной селективности химических реакций

Кратко рассмотрены термодинамические факторы, приводящие к разделению изотопов в процессе протекания химических реакций.

Темы лекций:

7. Кинетика изотопного обмена (2 ч)
8. Физические основы изотопного эффекта процесса испарения (2 ч)
9. Физические основы изотопного эффекта при передаче протона (2 ч)

Названия лабораторных работ:

9. Моделирование температурной зависимости изотопных эффектов (2 ч)
10. Моделирование температурной зависимости изотопных эффектов (2 ч)
11. Моделирование температурной зависимости изотопных эффектов (2 ч)

Раздел 5. Отклонение закономерностей изотопных эффектов от общего вида

Рассмотрены особенности изотопных эффектов в физико-химических процессах и явлениях, а также свойств материалов.

Темы лекций:

10. Отклонение закономерностей изотопных эффектов от общего вида (2 ч)

Лабораторных работ: нет

Раздел 6. Независимые от массы изотопные эффекты

Дается понятие об изотопных эффектах II рода.

Темы лекций:

11. Основы кинетики независимых от массы изотопных эффектов (2 ч)

Лабораторных работ: нет

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме - оформление реферата;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Колпакова Н. А. Термодинамика и кинетика сорбционного концентрирования. Учебное пособие. Ч. 1 / Н. А. Колпакова, Т. С. Минакова; - Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). - Томск: Изд-во ТПУ, 2011. - URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m236.pdf>.
2. Мышкин Вячеслав Фёдорович. Научные и технологические основы разделения изотопов

ряда легких элементов : учебное пособие / В. Ф. Мышкин, А. П. Вергун, А. В. Власов; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m218.pdf>.

Дополнительная литература

1. 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. — 368 с. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75765>.
2. Третьякова С. Г. Установка для разделения изотопов кислорода методом химического изотопного обмена между углекислым газом и водой с обращением потоков /С. Г. Третьякова, И. Л. Растунова, А. Ю. Чеботов. Успехи в химии и химической технологии. — 2011. - Т.25. - №7(123).-С.60-65. - URL: <http://www.https://elibrary.ru/item.asp?id=20230060>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1156>
2. <https://www.rosatom.ru/about/>
3. <https://neutrons.ornl.gov/hfir>
4. www.isotope.com
5. <https://sibghk.ru>
6. <http://www.ueip.ru>

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

Zoom Zoom; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; Amazon Corretto JRE 8; Far Manager; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Notepad++; WinDjView; XnView Classic; AkelPad; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Autodesk AutoCAD Mechanical 2020 Education; Autodesk Inventor Professional 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; Cisco Webex Meetings; Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic; ownCloud Desktop Client; Oracle VirtualBox.

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)	Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест;Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.

	634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 242 (Учебный корпус №10)	
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. 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.
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. 316 (Учебный корпус №10)	Учебно-исследовательский комплекс для изучения физико-химических процессов с участием радикалов - 1 шт.; Анализатор спектра GSP-827 - 1 шт.; Источник питания GoodWill Instek GPS-1850 - 1 шт.; Осциллограф GDS-2062 - 1 шт.; Осциллограф GDS-2204 - 2 шт.; Скоростная камера HS101H 1024.58 - 1 шт.; Опытный образец лазера АИЛ-0,5 - 1 шт.; Установка галогорографическая виброзащищенная - 1 шт.; Насос перистальтический ЛАБ-НП-1-20М - 1 шт.; Генератор GoodWill Instek GFG-8215A - 1 шт.; Лазер ЛГН-118-3В - 1 шт.; Осциллограф WS 44 XS - 1 шт.; Полупроводниковый источник когерентного излучения - 1 шт.; Источник беспереб. питания 1000VA - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест; Компьютер - 5 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.04.02 – Ядерные физика и технологии, специализация – Физика кинетических явлений (приема 2020г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
профессор	Мышкин В.Ф.

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ (протокол №29-д от 01.09.2020).

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

 Горюнов А.Г.