

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФТИ
_____ О.Ю. Долматов
« ___ » _____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НА УЧЕБНЫЙ ГОД
«МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ»

Направление (специальность) ООП 14.03.02 – Ядерные физика и технологии
Номер кластера (для унифицированных дисциплин) _____

Профиль(и) подготовки (специализация, программа)

«Физика кинетических явлений»

Квалификация (степень) бакалавр

Базовый учебный план приема 2014 г.

Курс 3 семестр 5

Количество кредитов 3

Код дисциплины Б1.ВМ5.4.1

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	16
Практические занятия, ч	16
Лабораторные занятия, ч	16
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	60
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации зачет

Обеспечивающее подразделение каф. ТФ ФТИ

Заведующий кафедрой _____ И.В. Шаманин
(ФИО)

Руководитель ООП _____ Д.С. Исаченко
(ФИО)

Преподаватель _____ А.А. Орлов
(ФИО)

2015 г.

1. Цели освоения дисциплины

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

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Методы разделения стабильных изотопов» относится к вариативной части профессионального цикла, связана с изучением методов тонкой очистки веществ, закономерностей обменных процессов, основных положений атомной физики, равновесия и кинетики физико-химических процессов.

Дисциплина «Методы разделения стабильных изотопов» относится к циклу Б1.ВМ5.4 «Физика кинетических явлений» подготовки бакалавров. Дисциплине «Методы разделения стабильных изотопов» предшествует освоение дисциплин (ПЕРЕКВИЗИТЫ): Б1.ВМ2.1, Б1.ВМ2.2, Б1.ВМ2.3, Б1.ВМ2.4, Б1.ВМ2.5, Б1.ВМ2.6, Б1.ВМ4.4, Б1.ВМ4.5, Б1.ВМ4.10.

Содержание разделов дисциплины «Методы разделения стабильных изотопов» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ): Б1.ВМ5.4.2, Б1.ВМ5.4.5, Б1.ВМ5.4.8, Б1.ВМ5.4.9, Б1.ВМ5.4.10.

В результате изучения базовой части цикла студент должен **знать:** основные способы и установки для разделения стабильных изотопов; терминологию, используемую для описания методов разделения изотопов; специальные разделы математики, физики и химии, лежащие в основе способов, применяемых для организации процессов изотопного разделения; подходы к математическому моделированию разделительных процессов; основные элементы разделительного каскада; способы компоновки технологического оборудования;

уметь: находить и использовать научно-техническую информацию в исследуемой области из различных ресурсов, включая интернет; использовать основные законы естественнонаучных дисциплин при описании разделительных процессов; подбирать способы решения поставленной задачи по заданным условиям работы разделительной установки; определять последовательность и проводить расчет основных параметров установки для разделения изотопов; оптимизировать каскады с целью обеспечения максимального КПД их работы; определять физико-химические характеристики разделительного процесса и критически их оценивать; использовать прикладные программы для моделирования и расчета разделительных установок с использованием ЭВМ;

владеть: опытом работы и использования в ходе проведения исследований научно-технической информации, Интернет-ресурсов, баз данных, поисковых систем и др. в области изотопного разделения, в том числе, на

иностранном языке; устойчивыми навыками проведения теоретических расчетов и моделирования процессов изотопного разделения с использованием компьютерной техники, обработки, систематизации и анализа полученных результатов, опытом работы с научно-исследовательским оборудованием; опытом составления отчета по проделанной работе в соответствии с требованиями нормативной документации; приемами синтеза элементов и методиками расчета схем разделительных каскадов.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

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 (ОК-6,10,11)	3.1.1	Основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации.	У.1.1	Самообучаться, повышать свою квалификацию и мастерство.	В.1.1	Обобщения, анализа, восприятия информации, постановки цели и выбора путей ее достижения. Работы с компьютером как средством управления информацией
			У.1.2	Работать с информацией в глобальных компьютерных сетях.	В.1.2	
Р3 (ОК-3)					В.3.1	Кооперации с коллегами, работы в коллективе
Р7 (ПК-1)	3.7.1	Основных законов естественнонаучных дисциплин	У.7.1	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	В.7.1	Математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
Р10 (ПК-18)					В.10.1	Эксплуатации современного физического оборудования и приборов.
Р12 (ПК-5,7,8,9)					В.12.2	Подготовки данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций. Составления отчета по выполненному заданию.
					В.12.3	

P13 (ПК-4)					V.13.1	Использования научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, современных компьютерных технологий и базы данных в своей предметной области
P14 (ПК-6,24)	3.14.1	Способов применения ядерно-энергетических, плазменных, лазерных, СВЧ и мощных импульсных установок, электронных, нейтронных и протонных пучков, методов экспериментальной физики в решении технических, технологических и медицинских проблем			V.14.1	Проведения физических экспериментов по заданной методике, составления описания проводимых исследований и анализа результатов
P15 (ПК-15)	3.15.1	Методов организации рабочих мест, их технического оснащения, размещения технологического оборудования.				

В результате освоения дисциплины «Методы разделения стабильных изотопов» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Студент должен: знать основные способы и установки для экспериментального исследования физико-химических свойств разделительных систем и способы обработки полученной информации; терминологию, используемую для описания методов разделения изотопов; уметь находить и использовать научно-техническую информацию в исследуемой области из различных ресурсов, включая интернет; владеть опытом работы и использования в ходе проведения исследований научно-технической информации, Интернет-ресурсов, баз данных, поисковых систем и др. в области изотопного разделения, в том числе, на иностранном языке
РД3	Студент должен иметь опыт работы в коллективе в кооперации с коллегами
РД7	Студент должен: знать специальные разделы математики, физики и химии, лежащие в основе способов, применяемых для организации процессов изотопного разделения; уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин при описании обменных процессов; владеть устойчивыми навыками проведения теоретических расчетов и моделирования процессов изотопного обмена с использованием компьютерной техники, обработки, систематизации и анализа полученных результатов
РД10	Студент должен владеть приемами и методами практического определения ряда свойств и термодинамических характеристик взаимодействующих фаз и опытом

	работы с научно-исследовательским оборудованием
РД12	Студент должен: владеть опытом подготовки данных и составления отчета по проделанной работе в соответствии с требованиями нормативной документации
РД13	Студент должен владеть опытом использования научно-технической информации отечественных и зарубежных авторов по тематике исследования, современных компьютерных технологий и базы данных в своей предметной области
РД14	Студент должен знать устройства основных элементов разделительного каскада; владеть приемами синтеза элементов и методиками расчета некоторых схем разделительных каскадов
РД15	Студент должен знать способы компоновки технологического оборудования каскадов

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина содержит следующие разделы:

1. Основы теории процессов разделения изотопов.

1.1. Области применения стабильных изотопов.

Практическое занятие № 1. Расчет коэффициентов разделения и констант равновесия в процессах изотопного обмена.

1.2. Основные понятия и термины, используемые в процессе разделения изотопов. Разделительный элемент, ступень и каскад.

Лабораторная работа № 1. Изучение процесса разделения изотопов водорода методом электролиза.

Практическое занятие № 2. Расчет теплового баланса ректификационной колонны.

1.3. Общие уравнения каскада. Материальный баланс.

Практическое занятие № 3. Материальные расчеты процесса ректификации.

1.4. Идеальный каскад. Форма идеального каскада. Суммарные потоки в каскаде. Оптимизация каскада.

Лабораторная работа № 2. Определение чисел переноса ионов в разделительных процессах при электромиграции.

Практическое занятие № 4. Компьютерное моделирование нестационарных процессов в колоннах.

2. Методы разделения стабильных изотопов.

2.1. Электромагнитный метод. Электролиз, электродиализ, электрохроматография.

Практическое занятие № 5. Расчет электродиализного аппарата для обессоливания воды.

2.2. Разделение изотопов методом изотопного обмена.

Низкотемпературная ректификация. Аппаратурное оформление процессов. Обращение потоков фаз. Формула Релея.

Лабораторная работа № 3. Определение ВЭТТ в колонне при противоточном изотопном обмене.

Практическое занятие № 6. Построение матрицы планирования оптимального эксперимента и вывод уравнения регрессии.

2.3. Лазерное разделение изотопов (атомарный и молекулярный

вариант). Плазменные методы разделения изотопов. Плазменная центрифуга.

Практическое занятие № 7. Расчет характеристик термодиффузионного разделения.

2.4. Метод сопла. Газовая диффузия. Центробежный метод разделения. Сравнительная эффективность методов и перспективы их совершенствования.

Лабораторная работа № 4. Ректификационная колонна.

Практическое занятие № 8. Расчет кинетики процессов экстрагирования.

Структура дисциплины по разделам и видам учебной деятельности приведена в табл. 1.:

Таблица 1.

**Структура дисциплины
по разделам и формам организации обучения**

Название раздела/темы	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Колл, Контр.Р.	Итого
	Лекции	Практ./сем. Занятия	Лаб. зан.			
1. Основы теории процессов разделения изотопов.	8	8	8	30		54
2. Методы разделения стабильных изотопов.	8	8	8	30		54
Итого	16	16	16	60		108

Формируемые в ходе изучения дисциплины результаты обучения находятся в соответствии с результатами основной образовательной программы направления 14.03.02 «Ядерная физика и технологии» и распределены по разделам дисциплины.

Таблица 2.

Распределение по разделам дисциплины планируемых результатов обучения.

№	Формируемые компетенции	Разделы дисциплины	
		1	2
1.	З.7.1	+	+
2.	З.9.1		+
3.	З.14.1	+	+
4.	У.7.1.	+	+
5.	У.9.1.		+
6.	У.14.1.	+	+
7.	В.7.1.	+	+
8.	В.9.1.		+
9.	В.14.1.	+	+

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Методы разделения стабильных изотопов»

используются следующие образовательные технологии:

Таблица 3

Методы и формы организации обучения

Методы \ ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ Сем.,	Тр*, Мк**	СРС	К. пр.
ИТ-методы						
Работа в команде		+				
Case-study						
Игра						
Методы проблемного обучения.		+			+	
Обучение на основе опыта	+	+				
Опережающая самостоятельная работа					+	
Проектный метод	+					
Поисковый метод					+	
Исследовательский метод		+				
Другие методы	**	***	*			

* - Тренинг, ** - мастер-класс, *** – командный проект

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает¹:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- опережающая самостоятельная работа;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

¹ Текущая самостоятельная работа может включать следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- опережающая самостоятельная работа;
- перевод текстов с иностранных языков;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;

- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает²:

- - поиск, анализ, структурирование и презентация информации,
- - исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- - анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- - анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов.

Перечень научных проблем и направлений научных исследований:

- 1) моделирование и расчет параметров разделительных каскадов;
- 2) изыскания в области перспективных систем разделения стабильных изотопов;
- 3) моделирование гидравлических и разделительных процессов;
- 4) области применения стабильных изотопов.

6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

(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 расчетно-графических 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 основе статистических материалов.

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

² Творческая самостоятельная работа может включать следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение расчетно-графических работ;
- выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов.

дисциплины. В число часов для самостоятельной работы включено необходимое время для подготовки к текущему контролю, проводимому в течение семестра.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- самоконтроль
- контроль со стороны преподавателя

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям	Отчеты по лабораторным работам, практическим занятиям, рейтинговые баллы
Презентации по тематике исследований во время проведения конференц-недели, участие студентов в научной дискуссии.	Выступление с докладами и презентациями, рейтинговые баллы

Итоговый контроль осуществляется принятием экзамена (рейтинговые баллы и оценка).

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств³) (с примерами):

Перечень вопросов текущего и итогового контроля следующий:

Раздел 1. Основные вопросы:

³ Элементы фонда оценивающих средств:

- вопросы входного контроля;
- контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защитах лабораторных работ;
- контрольные вопросы, задаваемые при проведении практических занятий,
- вопросы для самоконтроля;
- вопросы тестирований;
- вопросы, выносимые на экзамены и зачеты и др.

1. Изотопы, имеющие промышленное значение.
2. Разделительный элемент.
3. Изменение состава разделяемых смесей.
4. Степень разделения.
5. Схема ступени разделения.
6. Степень деления потока на ступени, коэффициент разделения.
7. Простой каскад.
8. Каскад с рециркуляцией.
9. Материальный баланс в каскаде.
10. Минимальное число ступеней в каскаде.
11. Минимальное и действительное флегмовое число в каскаде.
12. Идеальный каскад.
13. Эффективный коэффициент разделения в идеальном каскаде.
14. Число ступеней, флегмовое число идеального каскада.
15. Диаграмма Мак Кэба.
16. Форма идеального каскада.
17. Суммарные потоки в каскаде.
18. Каскад тонкого разделения.
19. Разделительная мощность и разделительный потенциал в каскаде.
20. Оптимизация разделительного процесса в каскаде.

Раздел 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. Механизм процесса изотопного разделения при ректификации.
6. Определение коэффициента разделения при ректификации. Формула Релея.
7. Разделение изотопов методом глубокого холода.
8. Атомарный вариант лазерного метода разделения изотопов.
9. Молекулярный вариант лазерного метода разделения изотопов.
10. Схема, аппаратное оформление электромагнитного процесса разделения изотопов.
11. Разделение изотопов в условиях противоточной электромиграции.
12. Применение электролиза, электродиализа для разделения изотопов.
13. Разделение изотопов в условиях электрохроматографии.
14. Применение плазмы в процессах разделения изотопов.
15. Плазменная центрифуга и ее характеристики.
16. Газовая диффузия, метод сопла, центробежный метод изотопного разделения и их сравнительная эффективность.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с

«Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта (работы)»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);
- промежуточная аттестация (защита проекта (работы)) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта (работы) определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Изотопы: свойства, получение, применение. В 2-х томах, Т.1. Под ред. В.Ю. Баранова. – М.: Физматлит. 2005. – 728 с.
2. Изотопы: свойства, получение, применение. В 2-х томах, Т.2. Под ред. В.Ю. Баранова. – М.: Физматлит. 2005. – 728 с.
3. Изотопы: свойства, получение, применение. Под ред. В.Ю. Баранова. – М.: ИздАТ. 2000. – 704 с.
4. Виллани С. Обогащение урана. – М.: Энергоатомиздат. 1983. – 320 с.
5. Шемля М., Перье Ж. Разделение изотопов. – М.: Атомиздат. 1980. – 184 с.
6. Вергун А.П., Пуговкин, Шаров Р.В. Разделение изотопов и тонкая очистка веществ электроионитными и обменными методами. Учебное пособие. Томск, ТПУ, 2000. – 67 с.

7. Власов. В.А., Вергун А.П., Орлов А.А., Тихонов Г.С. Разделительные процессы с применением ионообменных материалов. Учебное пособие. Томск, ТПУ, 2002. – 121 с.
8. Разделение изотопов урана [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.А. Орлов, А.В. Абрамов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.9 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m274.pdf>
9. Оптическое и лазерно-химическое разделение изотопов в атомарных парах / П.А. Бохан [и др.]. – Москва: Физматлит, 2010. – 224 с.: ил. – Библиогр.: С. 214–224. – ISBN 978-5-9221-1151-5.
10. Физические основы разделения изотопов в газовой центрифуге: учебное пособие / В.Д. Борисевич [и др.]. – Москва: Изд-во МЭИ, 2011. – 277 с.: ил. – Библиогр.: С. 266-270. – ISBN 978-5-383-00588-0.

Дополнительная литература:

1. Розен А.М. Теория разделения изотопов в колоннах. – М.: Атомиздат, 1960. – 436 с.
2. Сахаровский Ю.А. Теория идеального каскада и ее применение к проектированию установок для разделения изотопов. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1985. – 72 с.
3. Зельвенский Я.Д. Разделение изотопов низкотемпературной ректификацией. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1998. – 207 с.
4. Мелков М.П., Зельдович А.Г., Фрадков А.Б., Данилов И.Б. выделение дейтерия из водорода методом глубокого охлаждения. – М.: Госатомиздат, 1961. – 208 с.
5. Бенедикт М., Пигфорд Т. Химическая технология ядерных материалов. – М.: Атомиздат, 1960. – 364 с.
6. Андреев Б.М., Зельвенский Я.Д., Катальников С.Г. Разделение изотопов физико-химическими методами. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 208 с.
7. Бродский А.М. Химия изотопов. – М.: АН СССР, 1992. – 595 с.
8. Андреев Б.М., Магомедбеков Э.П. Розенкевич М.Б., Сахаровский Ю.А. Гетерогенные реакции изотопного обмена трития. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 208 с.
9. Андреев Б.М., Полевой А.С. Методы исследования процессов изотопного обмена. – М.: МХТИ им. Д.И. Менделеева, 1987. – 79 с.
10. Ионообменная технология разделения и очистки веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.П. Вергун, В.Ф. Мышкин, А.В. Власов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 2.4 МВ). – Томск: 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из сети НТБ ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.

11. Гидрогазодинамика разделительных процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.Г. Видяев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 683 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.

Internet-ресурсы:

1. www.lib.tpu.ru/
2. www.lib.tsu.ru/
3. www.elibrary.ru/
4. www.scopus.com/
5. www.wokinfo.com/russian/
6. <http://www.rosatom.ru>
7. <http://window.edu.ru/>

Используемое программное обеспечение: Стандартное программное обеспечение компьютерного класса – Microsoft Office (Excel, Word, PowerPoint); редактор для программирования на языке СИ++; Mathcad; Matlab и т.д.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Указывается материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Компьютерный класс	10 к., ауд. 242, 12 компьютеров
2	Учебные лаборатории	10 к.: ауд. 316, ауд. 239, ауд. 244, ауд. 246, ауд. 247, ауд. 019, ауд. 001. 11 к.: ауд. 302, ауд. 303.
3	Оборудование: масс-спектрометр УМТ-3 масс-спектрометр ЭМГ-20-9 Спектрометр MSDD1000 Перестраиваемый лазер LF-117 Плазмохимический стенд на базе ВЧГ-4/27	1 (ауд. 001) 1 (ауд. 239) 1 (ауд. 316) 1 (ауд. 316) 1 (ауд. 001)

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с

требованиями ФГОС по направлению 14.03.02 «Ядерная физика и технологии» и профилю подготовки «Физика кинетических явлений»

Программа одобрена на заседании кафедры Техническая физика ФТИ
(протокол № ____ от «__» _____ 2015 г.).

Автор _____ А.А. Орлов

Рецензент _____ А.П. Вергун