

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯНИ ТПУ

Долматов О.Ю.

«01» 09 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

| Междисциплинарный проект | | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------|-----|
| Направление подготовки/специальность | 14.03.02 Ядерные физика и технологии | | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Ядерные физика и технологии | | |
| Специализация | Физика кинетических явлений | | |
| Уровень образования | высшее образование – бакалавриат | | |
| Курс | 4 | семестр | 7 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | 5 | | |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс | | |
| Контактная (аудиторная) работа, ч | 3 | Лекции | 16 |
| | | Практические занятия | 32 |
| | | Лабораторные занятия | 0 |
| | | ВСЕГО | 48 |
| | | Самостоятельная работа, ч | 60 |
| ИТОГО, ч | | | 108 |



Вид промежуточной аттестации

Зачет,
диф. зачет

Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

| | |
|---|--------------|
|  | А.Г. Горюнов |
|  | П.Н. Бычков |
|  | Д.Г. Видяев |

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 |
| УК(У)-3 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде | И.УК(У)-3.3 | Анализирует возможные последствия личных действий и планирует свои действия для достижения заданного результата | УК(У)-3.3В1 | Владеет навыками целеполагания, планирования и анализа личных действий для достижения заданного результата |
| | | | | УК(У)-3.3У1 | Умеет устанавливать связи между целями действий и их мотивами для достижения заданного результата |
| | | | | УК(У)-3.3У2 | Умеет определять последовательность промежуточных целей с учётом конечного результата; составлять план и последовательность действий для достижения заданного результата |
| | | | | УК(У)-3.3З1 | Знает основы целеполагания, планирования и анализа личных действий для достижения заданного результата |
| 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)-1.1 | Способен осуществлять поиск научно-технической информации для обработки данных, проведения исследования, используя компьютерные технологии и информационные ресурсы | ПК(У)-1.1В1 | Владеет навыком поиска научно-технической информации по заданной теме, используя компьютерные технологии и информационные ресурсы |
| | | | | ПК(У)-1.1В2 | Владеет навыком сбора и анализа информационных исходных данных для проектирования приборов и установок |
| | | | | ПК(У)-1.1У2 | Умеет анализировать конструкторские решения разработанных и создаваемых установок |
| | | | | ПК(У)-1.1З2 | Знает правила разработки проектной и рабочей технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ |
| ПК(У)-2 | Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов атомной отрасли с использованием стандартных методов 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 расчётов 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)-5 | Готов к составлению отчета по выполненному заданию, к участию во внедрении результатов исследований и разработок | И.ПК(У)-5.1 | Подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок | ПК(У)-5.1З1 | Знает основные требования, предъявляемые к оформлению и содержанию отчетов по исследовательской работе, правила оформления таблиц и т.п. |
| | | | | ПК(У)-5.1В2 | Владеет навыками подготовки докладов о результатах проведенных исследований |
| | | | | ПК(У)-5.1У2 | Умеет представлять результаты исследовательской работы с использованием электронных средств презентации |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенций | | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) | |
|-----------------|--|-----------------------------------|---|---|--|
| | | Код индикатора | Наименование индикатора достижения | Код | Наименование |
| ПК(У)-6 | Способен использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу исходных данных для проектирования объектов атомной отрасли | И.ПК(У)-6.1 | Использует информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов | ПК(У)-6.1B1 | Владеет опытом сбора и анализа исходных данных для проектирования приборов и установок в атомной отрасли |
| | | | | ПК(У)-6.1У1 | Умеет использовать информационные технологии для сбора исходных данных при разработке новых проектов установок, материалов и приборов |
| | | | | ПК(У)-6.131 | Знает основные технические параметры технологических установок в атомной отрасли, средства для контроля основных параметров таких объектов |
| ПК(У)-7 | Способен к расчету и проектированию деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием | И.ПК(У)-7.1 | Проводит обоснованный выбор, расчет и проектирование деталей, узлов, и приборов установок различного целевого назначения | ПК(У)-7.1B5 | Владеет навыками выбора физического принципа действия и технических решений для разрабатываемых устройств их элементов, обоснования соответствия характеристик конструкций и устройств требованиям технических заданий, требованиям безопасности, стандартов и других нормативных документов |
| | | | | ПК(У)-7.1B6 | Владеет опытом проведения поисковых исследований оптимальной конструкции установок с учетом его материальных и геометрических особенностей, целевого назначения и особенностей эксплуатации |
| | | | | ПК(У)-7.1У6 | Умеет рассчитывать основные физико-химические параметры установок, характеристики стационарных и переходных процессов |
| | | | | ПК(У)-7.136 | Знает методы расчета и моделирования процессов изотопного обмена, определения термодинамического и эффективного коэффициентов разделения. |
| ПК(У)-10 | Готов к проведению предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов | И.ПК(У)-10.1 | Способен оценивать предлагаемые проектные решения на предмет соответствия Федеральным нормам и правилам безопасности в области использования атомной энергии | ПК(У)-10.1B1 | Владеет опытом проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов на основе действующих норм и правил |
| | | | | ПК(У)-10.1У1 | Умеет применять требования безопасности и представлять установленную отчетность по утвержденным формам в рамках разработки систем, установок и устройств |
| | | | | ПК(У)-10.131 | Знает особенности применения стандартов, технических условий, требований безопасности и других нормативных документов |
| ПК(У)-12 | Готов к эксплуатации современного физического оборудования, приборов и технологий | И.ПК(У)-12.1 | Демонстрирует знание и понимание основных технологических стадий ядерного топливного цикла, анализирует технологические аспекты производственных процессов и оборудования, объектов профессиональной деятельности | ПК(У)-12.231 | Знает критерии выбора материально-технической базы для осуществления профессиональной деятельности |
| ПК(У)-15 | Способен к составлению технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным | И.ПК(У)-15.1 | Способен составлять техническую документацию по утвержденным формам (графики работ, инструкций, планы, сметы, заявки на материалы, оборудование и т.п.), а также установленной отчетности | ПК(У)-15.1B1 | Владеет методами исполнения схем, графиков, чертежей, диаграмм, номограмм и других профессионально значимых изображений |
| | | | | ПК(У)-15.1У1 | Умеет применять методы анализа, синтеза и оптимизации технологических процессов, процессов обеспечения качества, испытаний и сертификации продукции |
| | | | | ПК(У)-15.131 | Знает методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы, правила и условия выполнения работ |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенций | | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) | |
|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|--|
| | | Код индикатора | Наименование индикатора достижения | Код | Наименование |
| | формам | | | ПК(У)-15.132 | Знает основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам и изделиям |

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 в 7 семестре будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине | | Индикатор достижения компетенции |
|---|--|--|
| Код | Наименование | |
| РД1 | способность осуществлять целеполагание, планирование и анализ действий для достижения заданного результата. | И.УК(У)-3.3 |
| РД2 | способность использовать информационные ресурсы и компьютерные технологии при разработке новых объектов разделительных производств. | И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-6.1 |
| РД3 | способность использовать современное оборудование, методы расчета и моделирования при проектировании деталей и узлов разделительных установок. | И.ПК(У)-2.4 И.ПК(У)-7.1 И.ПК(У)-12.1 |
| РД4 | способность представлять по утвержденным формам в виде отчетов, научных публикаций и презентаций результаты своих исследований. | И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-15.1 |

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. Теоретические основы процессов изотопного обмена. | РД1, РД2, РД3 | Лекции | 8 |
| | | Практические занятия | 16 |
| | | Самостоятельная работа | 28 |
| Раздел (модуль) 2. Организация процесса разделения изотопов в колонне. | РД1, РД2, РД3, РД4 | Лекции | 8 |
| | | Практические занятия | 16 |
| | | Самостоятельная работа | 32 |

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теоретические основы процессов изотопного обмена

Основные понятия и классификация изотопов и методов их разделения. Методы анализа изотопного состава. Фаза и фазовое равновесие. Термодинамическое равновесие. Химическое равновесие, константа равновесия и ее температурная зависимость. Коэффициент разделения. Скорость реакции. Уравнения формальной кинетики. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих фаз и температуры.

Темы лекций:

1. Классификация изотопов и методов их разделения.
2. Основные определения и соотношения.
3. Термодинамика процесса изотопного обмена.
4. Скорость протекания изотопного обмена.

Темы практических занятий:

1. Выбор метода разделения изотопов.
2. Параметры обменного процесса и их анализ.
3. Константа равновесия реакции, ее связь с коэффициентом разделения.
4. Расчет коэффициента разделения.
5. Термодинамика процесса изотопного обмена. Фазовые диаграммы.
6. Уравнения формальной кинетики. Порядок реакции.
7. Расчет скорости реакции.
8. Определение теплового эффекта реакции.

| |
|---|
| Раздел 2. Организация процесса разделения изотопов в колонне |
|---|

Колонны и виды контактных устройств. Режимы работы колонны. Движение фаз в колоннах. Материальный баланс. Тепловой расчет колонны. Массоперенос в противоточных колоннах. Фундаментальное уравнение обогащения. Число теоретических ступеней разделения. Формула Фэнске. Принципиальная схема процесса и ее оптимизация. Расчет времени достижения равновесного состояния.

Темы лекций:

1. Колонны: виды контактных устройств, режимы работы.
2. Тепловой расчет колонны.
3. Массоперенос в противоточных колоннах.
4. Проектирование разделительного каскада.

Темы практических занятий:

1. Определение характеристик насадочных элементов обменных колонн.
2. Оценка числа теоретических тарелок.
3. Определение скорости движения фаз в колонне.
4. Расчет температурного режима колонны.
5. Расчет изменения изотопной концентрации по колоннам каскада.
6. Оценка материального баланса каскада.
7. Оценка времени достижения равновесного состояния.
8. Проектирование и оптимизация разделительного каскада.

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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Выполнение индивидуального проекта;
- 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. Баранов В.Ю. Изотопы: свойства, получение, применение: учебное пособие: В 2 т.: / В.Ю. Баранов. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – Т. 2 – 2005. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/2104>
2. Вергун А.П. Ионнообменная 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. Бекман И.Н. Ядерные технологии: учебник для вузов / И. Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020 – (Высшее образование). – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/426112>

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. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75765>
2. 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>
3. Хрусталькова Н.А. Когельман, Л.Г., Мошечков В.В. Основы компьютерной грамотности: учеб. пособие [Электрон. ресурс] – Электрон. дан. – Пенза: ПензГТУ, 2013.– 40 с.– Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62580

6.2 Информационное обеспечение

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

1. Процессы изотопного обмена: электронный курс / Д.Г. Видяев, А.Д. Побережников; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра технической физики (ТФ). – Электрон. дан. – Томск: TPU Moodle, 2016. – URL: <http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=1444>)
2. Электронная библиотека ТПУ - <http://www.lib.tpu.ru/>
3. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» - <http://www.rosatom.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 ; ownCloud Desktop Client; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; Elsevier Mendeley Desktop; Microsoft Teams; XnView Classic; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Autodesk AutoCAD Mechanical 2020 Education; Autodesk Inventor Professional 2020 Education;

9. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины:

| № | 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 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. |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, ауд. 311 (Научно-техническая библиотека) | Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Компьютер - 38 шт.; Принтер - 3 шт.; Проектор - 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. 247 (Учебный корпус №10) | Кондуктометр Анион-4120 лабораторный - 1 шт.; Насос 24BP-5Д - 1 шт.; Весы лабораторные ВЛТЭ-150г с гирей калибровочной 100 F1 - 1 шт.; Блок автоматического титрования - 1 шт.; Насос перистальтический ЛАБ-НП-1-20М - 1 шт.; Аппарат воднодисперсионный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 2 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Принтер - 1 шт. |
| 5. | 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) | Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт. |
| 6. | 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. |
| 7. | 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 | Весы электронные - 1 шт.; Весы электронные A&D HL-100 - 1 шт.; Кондуктомер DIST 3 карманный - 1 шт.; Аквистилятор - 1 шт.; РН-метр карманный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест; Компьютер - 1 шт. |

| | | |
|----|---|---|
| | (Учебный корпус №10) | |
| 8. | <p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория)</p> <p>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 001Б (Учебный корпус №10)</p> | <p>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.</p> |
| 9. | <p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)</p> <p>634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, ауд. 210/1 (Научно-техническая библиотека)</p> | <p>Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Компьютер - 10 шт.; Проектор - 1 шт.</p> |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.03.02 Ядерные физика и технологии, специализация «Физика кинетических явлений» (прием 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

| | |
|----------------|-------------|
| Должность | ФИО |
| профессор ОЯТЦ | Видяев Д.Г. |

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ (протокол от 28.06.2019 г. № 16).

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



Горюнов А.Г.

Лист изменений рабочей программы дисциплины

[illegible]