

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ  
ПРИЕМ 2024 г.  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Тип практики	<b>Преддипломная</b>		
Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Изотопные и радиохимические технологии		
Специализация	Изотопные и радиохимические технологии		
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Период прохождения	с 29 по 40 неделю 2025/2026 учебного года		
Курс	2	семестр	4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	18		
Продолжительность недель / академических часов	12 / 648		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная работа, ч	*		
Самостоятельная работа, ч	**		
ИТОГО, ч	648		

\* - в соответствии с нормами времени, установленными Положением о расчете штатного расписания профессорско-преподавательского состава и иного персонала, привлекаемого к педагогической деятельности в учебных структурных подразделениях, формировании объема учебной нагрузки и иных видов работ преподавателей;

\*\* - не более 54 часов в неделю (с учетом контактной работы).

## 1. Цели практики

Целями практики является формирование у обучающихся определенного ОПОП (п. 5. Общей характеристики ОПОП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК(У)-2.3	Готов к разработке проектной и рабочей технической документации, к оформлению законченных проектно-конструкторских работ	УК(У)- 2.3.В1	Владеет способностью к разработке технической документации и оформлению законченных проектно-конструкторских работ
				УК(У)- 2.3.У1	Умеет разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию и оформлять проектно-конструкторские работы
				УК(У)- 2.3.31	Знает нормативно-правовую базу для оформления проектной и рабочей технической документации и правила оформления законченных проектно-конструкторских работ
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2	Обладает способностью формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности	ОПК(У)-2.В1	Владеет опытом проведения экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследований, технологиями построения и анализа эмпирических моделей с использованием современного математического аппарата
				ОПК(У)-2.У1	Умеет использовать современные компьютерные средства и методы моделирования, способы математического описания получаемых результатов
				ОПК(У)-2.31	Знает основные методы ведения научно-исследовательской и практической деятельности
ОПК(У)-3	Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	И.ОПК(У)-3.1	Оформляет результаты научных исследований в виде статей, докладов, научных отчетов	ОПК(У)-3.1.В1	Владеет опытом использования нормативных документов и стандартов при оформлении результатов научно-исследовательской работы
				ОПК(У)- 3.1.У1	Умеет систематизировать, обобщать и представлять результаты научных исследований с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
				ОПК(У)- 3.1.31	Знает требования, структуру и содержание научных трудов
ПК(У)-2	Способен создавать новые методы расчета современных физических установок и устройств, разрабатывать методы и перспективные технологии	И.ПК(У)-2.2	Демонстрирует способность к анализу производственных процессов, необходимых для полноценного функционирования и эксплуатации ядерно-топливного цикла, совершенствованию основных и перспективных технологий ядерно-топливного цикла.	ПК(У)-2.2В1	Владеет представлениями о перспективных видах ядерного топлива и последующего обращения с ним, конструкции установок, методах анализа технологического оборудования производств с целью достижения оптимальных результатов в отношении качества, надежности, экономики, безопасности ядерного топливного цикла и защиты окружающей среды
				ПК(У)-2.2У1	Умеет применять знания о процессах, протекающих в установках разделения и тонкой очистки веществ производств ядерного топливного цикла для их эксплуатации, а также определять содержание технологических процессов, необходимых для полноценного функционирования и развития ядерного топливного цикла
				ПК(У)-2.231	Знает основные технологические стадии и процессы, вовлеченные в ядерный топливный цикл открытого и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					закрытого типа, уран-плутониевый и торий-урановый циклы, мировые тренды развития технологий производства ядерного топлива, особенности МОКС и РЕМИКС топлива, развитие технологий быстрых реакторов, перспективные технологии разделения и тонкой очистки веществ.
ПК(У)-3	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)-3.2	Демонстрирует способность к созданию теоретических моделей в области физики селективных, неравновесных молекулярных процессов, физики изотопно-модифицированных материалов	ПК(У)- 3.2.B1	Владеет опытом выявлять последовательность, физико-химические характеристики превращения материалов, сущность технологических процессов и операций при исследовании экспериментальных образцов изотопномодифицированной продукции
				ПК(У)- 3.2.Y2	Умеет создавать математические модели, описывающие процессы в физических системах, приборах и установках
				ПК(У)- 3.2.31	Знает теоретические основы методов разделения изотопов, тонкой очистки и переработки веществ
ПК(У) -4	Способен оценить перспективы развития ядерной отрасли, использовать её современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах	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.B1	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.Y1	Умеет проводить исследования в области разделения жидких и газовых смесей, получения высококачественных веществ, изотопно-модифицированных материалов
				ПК(У)- 4.1.31	Знает способы применения разделительных, лазерных, плазменных установок в решении технологических задач ЯТЦ
		И.ПК(У) -4.2	Обладает способностью к выработке направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию современных технологий ЯТЦ и организации их выполнения	ПК(У)-4.2.B1	Владеет опытом оценки перспектив развития ядерной отрасли и самостоятельного выбора направления собственных научно-исследовательских работ
				ПК(У)-4.2.Y1	Умеет понимать современные профессиональные проблемы, современные ядерные технологии, научно-техническую политику ядерной сферы деятельности
				ПК(У)-4.2.31	Знает современные и перспективные технологии ЯТЦ и направления их дальнейшего развития
ПК(У)-5	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современных приборов для научных исследований и математических методов расчета	И.ПК(У)-5.4	Демонстрирует способность к эксплуатации экспериментальных установок для разделения изотопов, получения моноизотопной и изотопно-модифицированной продукции, тонкой очистки и получения высококачественных веществ, переработки, утилизации и обезвреживания промышленных отходов	ПК(У)-5.4.B1	Владеет способностью использовать современные технологии для разделения и анализа веществ в научных, экологических и промышленных целях
				ПК(У)-5.4.Y1	Умеет эксплуатировать, проводить испытания, монтаж и настройку современных физических установок и устройств
				ПК(У)-5.4.31	Знает основные принципы работы аппаратуры для управления, контроля технологических параметров и аварийной защиты основного оборудования
ПК(У)-6	Способен провести	И.ПК(У)-6.2	Производит	ПК(У)-6.2.B1	Владеет опытом математического

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	расчет, концептуальную и проектную разработку современных физических установок и приборов		математические расчеты и статистическую обработку полученных экспериментальных результатов, правильно и обоснованно обсуждает полученные результаты		моделирования в области физики селективных, неравновесных молекулярных процессов, физики изотопно-модифицированных материалов
				ПК(У)-6.2.У1	Знает методы и алгоритмы оптимизации, а также пакеты прикладных программ для оптимизации задач эксплуатации, исследования и проектирования
				ПК(У)-6.2.31	Знает методы статистической обработки и анализа полученных экспериментальных результатов
ПК(У)-8	Способен к объективному анализу технических и расчетно-теоретических разработок, решений и проектов, учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности, другим нормативным актам на российском и международном уровне, подготовить экспертное заключение	И.ПК(У)-8.2	Понимает нормативные документы, государственные стандарты, технические условия, инструкции по организации разработки технологических процессов, технические задания	ПК(У)-8.2.В1	Владеет опытом разрабатывать меры по снижению рисков и обеспечению ядерной и радиационной безопасности руководствуясь законами и нормативными документами
				ПК(У)-8.2.У1	Умеет оценивать риски и отклонения от режимов нормальной эксплуатации
				ПК(У)-8.2.31	Знает основные принципы расчёта критических характеристик узлов оборудования, обоснования параметров конструкций
ПК(У)-10	Способен разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов, управлять программами освоения новой продукции и технологии	И.ПК(У) -10.2	Демонстрирует способность к управлению экспериментальными работами и программами освоения новой продукции и технологии	УК(У)- 10.2.В1	Владеет способностью к организации и координации производственной деятельности по аналитическому контролю технологических процессов
				УК(У)- 10.2.У1	Умеет выявлять наличие отказов в работе или выходы из строя отдельных элементов и узлов оборудования в различной степени влияющих на выполнение системой своих функций
				УК(У)- 10.2.У1	Знает основные характеристики, способы определения состояния оборудования по показаниям контрольно-измерительной аппаратуры

## 2. Вид практики, способ, форма и место ее проведения

**Вид практики:** *производственная*

**Тип практики:** *преддипломная*

**Формы проведения:** дискретно (по виду практики) – путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения практики.

**Способ проведения практики:** стационарная, выездная

**Места проведения практики:** структурные подразделения университета, профильные организации

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам предоставляются места практик с учетом их состояния здоровья и требований по доступности (в соответствии с рекомендациями ИПРА, относительно рекомендованных условий труда).

### 3. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП

При прохождении практики будут сформированы следующие результаты обучения:

Планируемые результаты обучения при прохождении практики		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РП-1	Способность выполнять самостоятельные экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач в области изотопных технологий и материалов	И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-4.2 И.ПК(У)-8.2
РП-2	Способность применять математические методы моделирования и расчета разделительных каскадов, установок разделения и тонкой очистки веществ, переработки и обезвреживания промышленных отходов	И.ОПК(У)-2 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-6.2
РП-3	Способность применять современное технологическое, разделительное и аналитическое оборудование, плазменные, лазерные, мембранные, ионообменные установки для решения прикладных инженерно-технических задач	И.ПК(У) -10.2 И.ПК(У) -4.1 И.ПК(У)-5.4
РП-4	Способность выполнять обработку и анализ результатов, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, готовить научные отчёты и доклады, вести дискуссии.	И.УК(У)-2.3 И.ОПК(У)-3.1 И.ПК(У)-6.2

### 4. Структура и содержание практики

Содержание этапов практики:

№ недели	Этапы практики, краткое содержание (виды работ)	Формируемый результат обучения
1	Подготовительный этап: – прохождение инструктажа по ознакомлению с требованиями охраны труда, техники безопасности, пожарной безопасности, правилами внутреннего трудового распорядка; знакомство с организационной структурой предприятия или научно-исследовательского учреждения и действующей на нем системы управления.	РП-1
2	Основной этап: - изучение особенностей конкретных исследуемых процессов; - сбор, обработка и систематизация фактического материала, поиск информации в научной литературе; - освоение приемов и методов выявления, наблюдения, измерения и контроля параметров исследуемых процессов; - участие в решении конкретной научной, производственно-технологической или проектной задачи; - усвоение приемов, методов и способов обработки, представления и интерпретации результатов проведенных исследований.	РП-2 РП-3
3	Заключительный этап: подготовка отчета по практике.	РП-4

### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение практики

Список основной и дополнительной литературы выдаётся студенту на предприятии или в научно-исследовательском учреждении в соответствии с индивидуальным заданием практиканта.

## 5.1. Учебно-методическое обеспечение:

1. Баранов В.Ю. Изотопы: свойства, получение, применение: учебное пособие: В 2 т.: / В.Ю. Баранов. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – Т. 2 – 2005. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/2104>
2. Бекман И. Н. Ядерные технологии: учебник для вузов / И. Н. Бекман. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2017 // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/426112>
3. Атомная энергия: теоретический и научно-технический журнал / Росатом; Ядерное общество России (ЯОР). — Москва: Атомная энергия, 1956-2017 - URL: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7671](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7671)
4. Атомная техника за рубежом: научно-технический журнал / Росатом; Ядерное общество России (ЯОР). — Москва: Атомная энергия, 1956-2017. - URL: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8414](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=8414)
5. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы: научно-технический журнал / АО "Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А. А. Бочвара". — Москва: ВНИИНМ — URL: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=26821](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=26821)
6. Авдеенко А. М. Научно-исследовательская работа студентов: учебное пособие / А. М. Авдеенко, А. В. Кудря, Э. А. Соколовская; под редакцией А. В. Кудри. — Москва: МИСИС, 2008. — 78 с. Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116943>
7. Борман В.Д., Борисевич В.Д. Физические основы разделения изотопов в газовой центрифуге: учебное пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. // ЭБС "Консультант студента": – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010877.html>
8. 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>
9. Оптическое и лазерно-химическое разделение изотопов в атомарных парах / П.А. Бохан, В.В. Бучанов, Д.Э. Закревский [и др.]. — 2-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2017. // Лань: электронно-библиотечная система — URL: <https://e.lanbook.com/book/105021>
10. 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. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75765>
11. Мясоедов Б.Ф., Калмыков С.Н., Шадрин А.Ю. Химические технологии замыкания ЯТЦ // Вестник РАН, 2021, т.91, № 5, с. 459 - 469 — URL: [https://www.ras.ru/publishing/raserald/raserald\\_pdf.aspx](https://www.ras.ru/publishing/raserald/raserald_pdf.aspx)

## 5.2. Информационное и программное обеспечение

Информационно-поисковые системы, базы данных и журналы, доступные в онлайн-режиме пользования в Internet:

1. Scopus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scopus.com/> из корпоративной сети университета (ведущая поисковая система, разработанная

- специально для студентов, ученых и исследователей, предназначена для поиска информации в онлайн-овых академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку).
2. Web of Science [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com> из корпоративной сети университета (ведущая поисковая система, разработанная специально для студентов, ученых и исследователей, предназначена для поиска информации в онлайн-овых академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку).
  3. IEEE Xplore Digital library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org> из корпоративной сети университета (поисковая система по поиску информации в онлайн-овых академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку по теме электроники и автоматики, программированию).
  4. Google Scholar - Режим доступа: <http://scholar.google.com>, свободный (поисковая система, разработанная специально для студентов, ученых и исследователей, предназначена для поиска информации в онлайн-овых академических журналах и материалах, прошедших экспертную оценку).
  5. РИБК [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.ribk.net>, свободный (портал "Российского информационно-библиотечного консорциума" предоставляет возможность расширенного поиска библиографических данных и полнотекстовых ресурсов в электронных каталогах пяти крупнейших библиотек России: Всероссийской государственной библиотеке иностранной литературы им. М.И. Рудомино, Научной библиотеке МГУ им. Ломоносова, Парламентской библиотеке, Российской государственной библиотеке, Российской национальной библиотеке).
  6. Университетская информационная система Россия. - Режим доступа: <http://www.cir.ru>, доступ по общеуниверситетской сети (включает нормативные документы федерального уровня, научные издания МГУ, аналитические издания (журнал "Эксперт"), доклады, публикации и статистические массивы исследовательских центров и др.).
  7. SCIRUS - Режим доступа: <http://www.scirus.com>, свободный (поисковая система, нацеленная на поиск исключительно научной информации, позволяет находить информацию в научных журналах, персональных страницах ученых, университетов и исследовательских центров. Доступ к полным текстам статей из журналов возможен только для подписчиков).
  8. ScienceResearch.com - Режим доступа: <http://www.scienceresearch.com>, свободный (поисковая система предоставляет возможность одновременного поиска в научных журналах крупнейших издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor and Francis и др. А также в открытых базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News. Поиск в журналах возможен по 12 отдельным предметным рубрикам).
  9. NIST Chemistry WebBook - Режим доступа: <http://webbook.nist.gov/chemistry/>, свободный (справочная книга Института Стандартов и Технологии США содержит термодимические, спектральные данные, потенциалы ионизации, сродство к электрону и пр. для свыше 10000 органических и неорганических соединений).
  10. American Chemical Society (ACS) - Режим доступа: <http://www.pubs.acs.org/>, доступ по общеуниверситетской сети (полные тексты журналов издательства Американского

- химического общества (The Journal of Organic Chemistry, Journal of the American Chemical Society, Organic Letters, Chemical Reviews, Bioconjugate Chemistry, Biochemistry и др.) с 1996 г. по настоящее время).
11. ScienceDirect - Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com>, доступ по общеуниверситетской сети (доступ к 108 журналам по химии с 2002 г. по настоящее время, издаваемых компанией Elsevier Science и рядом других престижных научных издательств, позволяет проводить поиск в ведущих научных библиографических базах данных (около 30 миллионов записей)).
  12. Электронные реферативные журналы ВИНТИ - Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/cgi-bin/viniti/zgate?Init+viniti.xml,viniti.xsl+rus>, доступ по общеуниверситетской сети (информационные сообщения о научных документах по естественным и техническим наукам, в базе данных представлено содержание выпусков РЖ, выписываемых библиотекой в электронном виде с 2005 года).
  13. SPRINGER - Режим доступа: <http://www.springerlink.com//home/main/mpx>, <http://www.springerlink.de/reference-works>, доступ по общеуниверситетской сети. – Загл. с экрана. (доступны около 470 журналов и книги издательства, включая 34 полнотекстовые энциклопедии).
  14. Научная электронная библиотека - Режим доступа: <http://elibrary.ru>, доступ по общеуниверситетской сети (доступ к полным текстам периодических изданий по всем направлениям научных дисциплин).
  15. WORLD SCIENTIFIC Publ - Режим доступа: <http://www.worldscinet.com>, свободный (коллекции журналов по нескольким тематикам, в том числе по химии).
  16. SCIENCE - Режим доступа: <http://www.sciencemag.org>, свободный
  17. Bulletin of the Chemical Society of Japan.- Режим доступа: <http://www.csj.jp/journals/bcsj/index.html>, свободный.
  18. Central European Journal of Chemistry - Режим доступа: <http://www.springerlink.com/content/1644-3624/>.

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

Far Manager; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; ownCloud Desktop Client; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic; Zoom Zoom; Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic; Notepad++; Amazon Corretto JRE 8; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Ascon КОМПАС-3D 22 Education Concurrent MCAD ECAD; MathWorks MATLAB Full Suite R2023b; Wolfram Mathematica 14 Academic Network