

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1144085	Основы ядерно-физических технологий

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Ядерные физика и технологии	<b>Код ОП</b> 1. 14.03.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Ядерные физика и технологии	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 14.03.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Петров Владимир Леонидович	кандидат химических наук, старший научный сотрудник	Доцент	экспериментальной физики
2	Семенищев Владимир Сергеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	радиохимии и прикладной экологии
3	Токманцев Валерий Иванович	доктор технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	технической физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы ядерно-физических технологий

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Входящие в состав модуля дисциплины: «Реакторные технологии», «Технологии ядерно-топливного цикла», «Основы ускорительной техники» реализуются на 6 – 7 семестрах. Будущим специалистам необходимо иметь представление о процессах, происходящих в реакторных установках, поэтому в модуле рассматриваются вопросы, связанные с видами и основными принципами работы ядерных реакторов, технологиями добычи и производства ядерного топлива, его изотопным обогащением, технологиями производства конструкционных материалов для ядерных реакторов, переработкой облученного ядерного топлива, а также обеспечением экологической безопасности на всех стадиях работы реакторов. Кроме того, от специалиста ожидается готовность использовать специальное оборудование для осуществления профессиональной деятельности. Для обеспечения этой компетенции в курс добавлена дисциплина «Основы ускорительной техники», где рассмотрены физические принципы ускорения заряженных частиц и осуществления управляемой цепной реакции деления; основные типы ускорителей, ядерных реакторов и изотопных источников, применение источников излучения в различных направлениях человеческой деятельности, обеспечение безопасной эксплуатации источников.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Введение в физическую теорию реакторов	3
2	Технологии ядерно-топливного цикла	4
3	Основы ускорительной техники	3
ИТОГО по модулю:		10

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Основы электронной техники 2. Теоретическая физика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Введение в физическую теорию реакторов	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
	ОПК-5 - Способен разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с	<p>З-3 - Кратко изложить возможности пакетов прикладных программ, освоенным за время обучения, для разработки и оформления технической, проектной эксплуатационной документации</p> <p>У-3 - Применять современные компьютерные технологии для подготовки</p>

	<p>требованиями действующих нормативных документов</p>	<p>технической, проектной и эксплуатационной документации в соответствии с действующими нормативными требованиями</p> <p>П-3 - Выполнять задания в области профессиональной деятельности, следуя требованиям технической проектной и эксплуатационной документации</p> <p>Д-1 - Проявлять развитые коммуникационные умения при согласовании разработанной документации со стейкхолдерами</p>
	<p>ОПК-6 - Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p>	<p>З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации</p>
<p>Основы ускорительной техники</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p>

	<p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
<p>ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-2 - Изложить основные принципы разработки элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p> <p>У-1 - Оценить взаимосвязь разрабатываемого элемента с техническим объектом, системой или технологическим процессом в целом</p> <p>П-1 - Выполнить разработку заданного элемента технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять самостоятельность и творчество при решении поставленной задачи</p>
<p>ОПК-5 - Способен разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями</p>	<p>З-3 - Кратко изложить возможности пакетов прикладных программ, освоенным за время обучения, для разработки и оформления технической, проектной эксплуатационной документации</p> <p>У-3 - Применять современные компьютерные технологии для подготовки технической, проектной и эксплуатационной документации в</p>

	действующих нормативных документов	соответствии с действующими нормативными требованиями  П-3 - Выполнять задания в области профессиональной деятельности, следуя требованиям технической проектной и эксплуатационной документации  Д-1 - Проявлять развитые коммуникационные умения при согласовании разработанной документации со стейкхолдерами
Технологии ядерно-топливного цикла	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества  У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности  П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности  Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде
	ОПК-5 - Способен разрабатывать, оформлять и использовать техническую проектную и эксплуатационную документацию в соответствии с требованиями действующих нормативных документов	З-2 - Характеризовать назначение основных нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих профессиональную деятельность  У-2 - Учитывать требования основных нормативных документов и справочные данные при разработке и оформлении технической, проектной и эксплуатационной документации в области профессиональной деятельности  П-3 - Выполнять задания в области профессиональной деятельности, следуя требованиям технической проектной и эксплуатационной документации  Д-1 - Проявлять развитые коммуникационные умения при согласовании разработанной документации со стейкхолдерами

	<p>ОПК-7 - Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта, осуществлять метрологическое обеспечение производственной деятельности</p>	<p>З-2 - Изложить научные основы технологических операций</p> <p>У-1 - Определять необходимое технологическое оборудование для выполнения технологических операций</p> <p>П-2 - Рассчитывать показатели ресурсо- и энергоэффективности производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Умение концентрировать внимание на реализации порученного производственного процесса, умение брать на себя ответственность за результат</p>
--	--	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Введение в физическую теорию реакторов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Токманцев Валерий Иванович	доктор технических наук, доцент	Заведующий кафедрой	технической физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Токманцев Валерий Иванович, Заведующий кафедрой, технической физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Кинетическое уравнение Больцмана	Кинетическое уравнение Больцмана для за-медляющихся нейтронов. Эволюция группы нейт-ронов. Функции упругого и неупругого рассеяния, деления, их нормировка. Линейное интегро-диффе-ренциальное урав-нение Больцмана. Стационарное уравнение без неупругих столкновений.
P2	Диффузионное приближение	Диффузионной приближение. Поиск функции пока нейтронов в виде ряда по полиномам Лежандра. Моменты функции потока нейтронов. Физический смысл аппроксимации на примере плоского случая. Метод моментов (аналог метода Грэда в КТГ). Уравнение переноса нейтронов в P1 - приближении. Граничные условия. Моменты функции рассеяния $w_0$ и $w_1$ . Диффузионное приближение, группы.
P3	Теория сопряженных уравнений	Общая теория сопряженных уравнений реактора. Ценность нейтронов. Оператор на системе функций. Сопряженный оператор. Физический смысл сопряженной функции (пример подкритического реактора с внешним источником нейтронов) как ценности нейтронов. Сопряженное уравнение ядерного реактора в диффузионном приближении. Стационарная цепная реакция. Физический смысл сопряженного уравнения как баланса ценности нейтронов.
P4	Критический размер	Задачи на критический размер. Смысл параметра лямбда как обратного коэффициента размножения. Многогрупповые уравнения в диффузионном приближении. Формулы усреднения для групповых констант. Возмущенная задача.

		Критический размер как критерий выбора ступенчатых функций. Спектр Ферми как нулевое приближение для вычисления групповых констант.
<b>P5</b>	Многогрупповая система уравнений реактора	Многогрупповая система уравнений ядерного реактора в диффузионном приближении. Сечение увода и другие межгрупповые соотношения.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Введение в физическую теорию реакторов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Морозов, А. И.; Введение в плазмодинамику : монография.; Физматлит, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68406> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. ; Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1989 (70 экз.)
2. Лебедев, В. А.; Ядерные энергетические установки : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2015 (5 экз.)
3. Дементьев, Б. А.; Кинетика и регулирование ядерных реакторов : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (13 экз.)

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Солонин, В.И. Ядерные энергетические установки [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Солонин. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 88 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/52206>>.

Окунев, В.С. Нейтронно-физический расчет решетки ядерного реактора на основе газокинетической теории переноса [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Окунев, И.С. Лисицын. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 145 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/52232>>.

Красников, П.В. Расчеты физических характеристик ядерных реакторов [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.В. Красников, С.В. Столотнюк, Я.Д. Столотнюк. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 95 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/58558>>.

Копосов, Е.Б. Кинетика ядерных реакторов [Электронный ресурс] : методические указания / Е.Б. Копосов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 115 с. — <URL: <https://e.lanbook.com/book/103467>>.

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

2. Список библиотек, доступных в Интернет и входящих в проект «Либнет»

Режим доступа: <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm>

3. Российская национальная библиотека

Режим доступа: <http://www.rsl.ru>

4. Публичная электронная библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

5. Библиотека нормативно-технической литературы

Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>

6. Электронная библиотека нормативно-технической документации

Режим доступа: <http://www.technormativ.ru>

7. Библиотека В. Г. Белинского

Режим доступа: <http://book.uraic.ru>

8. База и Генератор Образовательных Ресурсов

Режим доступа <http://bigor.bmstu.ru/>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Введение в физическую теорию реакторов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Оборудование, соответствующее требованиям	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
--	--	--	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Технологии ядерно-топливного цикла**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Семенищев Владимир Сергеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	радиохимии и прикладной экологии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Семенищев Владимир Сергеевич, Доцент, радиохимии и прикладной экологии

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	СТРУКТУРА ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА	Суть и структура ядерного топливного цикла. ЯТЦ, ОЯТЦ, ЗЯТЦ, предприятия ЯТЦ. Общие принципы работы ядерных реакторов. Типы ядерных реакторов. Структура и основные предприятия ЯТЦ России.
P2	Ядерная и радиационная безопасность в ЯТЦ	Вопросы ядерной безопасности. Параметры ядерно-опасных систем, влияющие на коэффициент размножения нейтронов. Принципы обеспечения ядерной безопасности в ЯТЦ. Промышленные аварии, связанные с возникновением СЦР. Принципы обеспечения радиационной безопасности в ЯТЦ. Обращение с радиоактивными отходами, образующимися на разных стадиях ЯТЦ.
P3	ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕЛЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ	Химическая технология урана: уранодобывающая промышленность, подземное выщелачивание, аффинаж, производство гексафторида урана разделение изотопов, фабрикация ТВЭЛ.  Ториевый топливный цикл. Краткий обзор химической технологии тория.
P4	ПЕРЕРАБОТКА ОБЛУЧЕННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА	Задачи переработки ОЯТ. Мировой опыт переработки гражданского ОЯТ. Предварительные этапы обращения с ОЯТ (выдержка, транспортировка). Водные технологии переработки



		ОЯТ (пурекс-процесс). Неводные технологии переработки ОЯТ.
<b>P5</b>	<b>ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	Конструкционные материалы АЭС, сечение захвата нейтронов, радиационная стойкость, химическая стойкость. Краткий обзор химических технологий производства важнейших конструкционных материалов для ядерных реакторов.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Технологии ядерно-топливного цикла

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Волкович, В. А., Распопин, С. П.; *Металлургия урана и технология его соединений. Часть 1 : курс лекций.*; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/69632.html> (Электронное издание)
2. Волкович, В. А., Распопин, С. П.; *Металлургия урана и технология его соединений. Часть 3 : курс лекций.*; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/69633.html> (Электронное издание)
3. Пронкин, Н. С.; *Обеспечение безопасности обращения с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла : учебное пособие.*; Логос, Москва; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/17680.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Волкович, В. А.; *Металлургия урана и технология его соединений : курс лекций : в 3 частях. Ч. 1.* ; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (5 экз.)

2. Лебедев, В. М.; Ядерная энергетика. Радиоактивные отходы и обеспечение безопасности : Учеб. пособие.; Издательство ГЦИПК, Обнинск; 1998 (1 экз.)
3. Сахаров, В. К.; Радиоэкология : учебное пособие для студентов физических и инженерно-физических специальностей вузов, обучающихся по направлению 651000 "Ядерная физика и технологии".; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2006 (22 экз.)
4. , Васин, Б. Д., Волкович, В. А., Бычков, А. В., Савочкин, Ю. П., Распопин, С. П.; Неводные методы переработки облученного ядерного топлива : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (2 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru <https://www.elibrary.ru/>

Электронная библиотечная сеть "Лань" <http://e.lanbook.com/>

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>)

Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)

ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)

Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>)

Поисковая система <http://www.yandex.ru>

Поисковая система <http://www.google.com>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Технологии ядерно-топливного цикла**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Доска аудиторная Периферийное устройство	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы ускорительной техники**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Петров Владимир Леонидович	кандидат химических наук, старший научный сотрудник	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 9 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Петров Владимир Леонидович, Доцент, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Общая характеристика курса. История разработки ускорителей. Анализ причин широкого применения радиационных технологий в мире, несмотря на их потенциальную опасность для человека и окружающей среды. Области применения ускорителей заряженных частиц .
2	Физические основы ускорения заряженных частиц.	Уравнение движения заряженной частицы. Высоковольтное ускорение. Индукционное ускорение. Принцип резонансного ускорения. Орбиты частиц. Условия существования равновесной орбиты. Бетатронное условие. Осевая и радиальная устойчивость движения заряженной частицы. Бетатронные колебания. Уравнения бетатронных колебаний. Показатель спада магнитного поля. Слабая фокусировка. Знакопеременная или сильная фокусировка. Фазовая устойчивость, принцип автофазировки. Синхротронные колебания. Классификация ускорителей.
3	Конструкции ускорителей заряженных частиц	Ускорители прямого действия Принципиальная схема, основные элементы ускорителей прямого действия. Источники заряженных частиц. Ускорительная трубка. Ускорители трансформаторного типа. Каскадные генераторы. Электростатические генераторы. Сильноточные ускорители. Рентгеновские трубки. Установки с рентгеновскими трубками: рентгенография, томография.

		<p>Линейные ускорители</p> <p>Линейный индукционный ускоритель. Конструкция основных узлов, характеристики, области применения.</p> <p>Линейные резонансные ускорители электронов и ионов. Конструкция основных узлов, характеристики, области применения, перспективы.</p> <p>Циклические ускорители с постоянным во времени магнитным полем</p> <p>Классический циклотрон. Предельно достижимая энергия частиц в циклотроне. Конструкция основных узлов. Изохронный циклотрон, особенности ускорительного режима и конструкции. Синхроциклотрон, особенности ускорительного цикла, реализация автофазировки, конструктивные особенности. Микротрон, кратный резонанс и основные параметры ускорителя.</p> <p>Циклические ускорители с переменным магнитным полем</p> <p>Бетатрон, инжекция и сброс электронов с равновесной орбиты. Синхротроны, ускорительный цикл, конструкция основных систем, ввод и вывод частиц.</p> <p>Особенности электронных синхротронов. Синхротронное излучение, характеристики, области применения. Метод встречных пучков. Накопители, особенности их конструкции. Новые методы ускорения: когерентное ускорение, коллективные методы ускорения. Радиационная опасность и радиационная защита ускорителей</p>
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	<p>учебно-исследовательская, научно-исследовательская</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>Технология образования в сотрудничестве</p> <p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы ускорительной техники**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. , Зоткина, , Н. В., Дрозд, , В. В.; Справочник по охране труда. Том 1. Нормативные правовые акты, регулирующие вопросы охраны труда; Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, Москва; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/22742.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. ; Нормы радиационной безопасности (НРБ-99 : СП-2.6.1.758-99: Утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 02.07.99. - Взамен НРБ-96.; Апрохим, Москва; 2000 (4 экз.)
2. Лебедев, А. Н.; Основы физики и техники ускорителей : Учеб. пособие для физ. спец. вузов : В 3-х т. Т. 3. Линейные ускорители; Энергоиздат, Москва; 1983 (7 экз.)
3. Мухин, К. Н., Алферов, Ж. И.; Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 1. Физика атомного ядра; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2008 (18 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

2. Список библиотек, доступных в Интернет и входящих в проект «Либнет»

Режим доступа: <http://www.valley.ru/-nicr/listrum.htm>

3. Российская национальная библиотека

Режим доступа: <http://www.rsl.ru>

4. Публичная электронная библиотека

Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

5. Библиотека нормативно-технической литературы

Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>

6. Электронная библиотека нормативно-технической документации

Режим доступа: <http://www.technormativ.ru>

7. Библиотека В. Г. Белинского

Режим доступа: <http://book.uraic.ru>

8. База и Генератор Образовательных Ресурсов

Режим доступа <http://bigor.bmstu.ru/>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Основы ускорительной техники

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется



		Доска аудиторная	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM