

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

Код модуля	Модуль
1162986	Реакторное материаловедение

Екатеринбург

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

Программа модуля составлена авторами:

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

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Реакторное материаловедение**

1.1. Аннотация содержания модуля

Особое внимание при изучении данного модуля уделено явлениям переноса и фазовым превращениям в реакторных материалах. В рамках модуля осуществляется подготовка студентов к эксплуатации современного физического оборудования, к освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новых материалов, установок и систем. Задачи изучения дисциплин модуля: освоение студентами методов прогнозирования свойств реакторных материалов, подвергающихся воздействию различных видов реакторного излучения; приобретение знаний по влиянию дефектов реальных материалов на их механические свойства.

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	Материаловедение: материалы ядерных реакторов	4
2	Ядерные технологии	3
ИТОГО по модулю:		7

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Методы теоретической ядерной физики
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
Материаловедение: материалы ядерных реакторов	ПК-6 - Способен эксплуатировать и обслуживать оборудование и трубопроводы, основных фондов реакторного	З-3 - Описать эффекты влияния различных видов реакторного излучения на конструкционные материалы У-2 - Прогнозировать поведение конструкционных материалов реактора в процессе его эксплуатации

	отделения атомных электростанций	П-2 - Применять методики оценки характеристик радиационных дефектов и основных механических характеристик реакторных материалов
	ПК-7 - Способен получать и обрабатывать информацию о контролируемых параметрах, характеризующих радиационное состояние АЭС и окружающей среды при всех режимах работы АЭС, включая аварии, а также состояние АЭС при выводе из эксплуатации	З-1 - Привести примеры методов расчета физических, математических моделей материалов и процессов У-1 - Идентифицировать различные виды физических, в том числе ионизирующих, излучений для получения информационных сигналов о свойствах исследуемых материалов и объектов П-1 - Создавать теоретические и математические модели, описывающие теплогидравлические процессы в ядерных реакторах, ускорителях, а также системах ядерной безопасности на производстве
Ядерные технологии	ПК-1 - Способен обеспечить контроль ядерной, радиационной, технической, пожарной безопасности и охраны труда в процессе эксплуатации атомной станции	З-1 - Перечислить свойства и характеристики ионизирующих излучений З-2 - Привести примеры взаимодействия физических полей и частиц с веществом У-1 - Определять различные виды физических, в том числе ионизирующих, излучений для получения информационных сигналов о свойствах исследуемых материалов и объектов П-1 - Проводить инструментальный контроль объектов с соблюдением мер и правил радиационной безопасности
	ПК-2 - Способен использовать методики измерений и обработки данных, связанных с контролем обеспечения ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности	З-1 - Изложить типовые методики выполнения измерений, расчетов и технологических процессов З-2 - Описать назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и оборудования систем управления З-4 - Перечислить предельно допустимые нормы концентрации радиоактивных веществ, способы радиационной защиты персонала, дезактивации и очистки от загрязнений У-3 - Применять средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожи,

		<p>противорадиационные медицинские препараты</p> <p>П-1 - Проводить контроль физических и электрических величин с помощью методологии оценки погрешности измерительных приборов и устройств с датчиками-преобразователями</p>
	<p>ПК-3 - Способен выполнять прикладные научные исследования в атомной отрасли по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии</p>	<p>З-2 - Перечислить экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в области физики атомного ядра и частиц, конденсированного состояния вещества, радиоэкологии</p> <p>У-1 - Моделировать и прогнозировать физико-химические процессы ядерно-топливного цикла в рамках научно-исследовательской и проектной деятельности</p> <p>П-1 - Планировать и организовать работу коллектива исполнителей по тестированию, обслуживанию и ремонту технологического оборудования, физико-технических установок и современных электронных устройств с обеспечением необходимыми материалами и инструментом и соблюдением требований безопасности</p>
	<p>ПК-4 - Способен контролировать параметры содержания радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе производственных помещений и в атмосферном воздухе</p>	<p>З-1 - Привести примеры областей применения сплошнoсредного описания</p> <p>У-1 - Определять возможность применения гидродинамического описания</p> <p>П-1 - Сопровождать системы контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками</p>
	<p>ПК-5 - Способен организовать и провести работы, связанные с учетом ядерных материалов и обеспечением ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на атомных станциях</p>	<p>З-2 - Привести примеры методов теоретических оценок, расчетов и проектирования в области ядерной физики и ядерных технологий, основного технологического оборудования ядерно-физического комплекса и принципов его работы</p> <p>У-1 - Анализировать нормативные документы в области ядерной безопасности и ядерного нераспространения, в т.ч. для хранения, продажи, передачи ядерных материалов и технологий</p>

		<p>У-4 - Обосновывать методы решения задач анализа и расчета характеристик механических, электромагнитных и ядерных энергетических систем, использовать основные приемы обработки экспериментальных данных</p> <p>У-5 - Выполнять физическое и математическое моделирование конструкторских разработок и технических режимов</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки создания нормативно-правовой базы для использования, продажи, передачи ядерных материалов и технологий</p> <p>П-3 - Предлагать приемы обработки экспериментальных данных, основные методы работы на ПЭВМ, в том числе методы работы с прикладными программными продуктами</p>
	<p>ПК-6 - Способен эксплуатировать и обслуживать оборудование и трубопроводы, основных фондов реакторного отделения атомных электростанций</p>	<p>З-1 - Изложить исторические предпосылки и современную картину мира на основе целостной системы естественно-научных знаний о проблеме использования ядерной энергии</p> <p>У-1 - Проводить расчеты гомогенных реакторов простых геометрий</p> <p>П-2 - Применять методики оценки характеристик радиационных дефектов и основных механических характеристик реакторных материалов</p> <p>П-3 - Осуществлять управление технологическими процессами, участвовать в работах по их освоению и модернизации</p>
	<p>ПК-7 - Способен получать и обрабатывать информацию о контролируемых параметрах, характеризующих радиационное состояние АЭС и окружающей среды при всех режимах работы АЭС, включая аварии, а также</p>	<p>З-2 - Перечислить современные программные продукты, используемые для расчета и анализа результатов моделирования</p> <p>У-1 - Идентифицировать различные виды физических, в том числе ионизирующих, излучений для получения информационных сигналов о свойствах исследуемых материалов и объектов</p> <p>П-1 - Создавать теоретические и математические модели, описывающие</p>

	состояние АЭС при выводе из эксплуатации	теплогидравлические процессы в ядерных реакторах, ускорителях, а также системах ядерной безопасности на производстве
	ПК-8 - Способен разрабатывать профилактические мероприятия по снижению радиационного воздействия на персонал АЭС	<p>З-1 - Привести примеры структурных схем современных приборов, физических установок и методик анализа веществ, построенных на использовании ионизирующих излучений</p> <p>У-1 - Обосновывать выбор дозиметров при работе с источниками</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать расчеты радиационных полей, создаваемых источниками ионизирующих излучений</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки поиска научно-технической информации в различных источниках, базах данных, справочниках</p> <p>П-2 - Проводить радиационный контроль в рабочих помещениях и определять формирование дозовых нагрузок персонала и населения</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Материаловедение: материалы ядерных
реакторов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Купряжкин Николай Анатольевич	кандидат экономических наук, доцент	Доцент	теории и практики управления
2	Сутормина Мария Игоревна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	технической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 5 от 12.01.2024 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Купряжкин Николай Анатольевич, Доцент, теории и практики управления

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
Р1	Введение. Основные проблемы реакторостроения.	Цели и задачи курса. Роль материаловедения в развитии атомной энергетики. Пути решения основных проблем реакторостроения. Повышение надежности конструкционных материалов и безопасности реакторов. Разработка новых типов реакторов и способов получения энергии. Проблемы ремонта и захоронения реакторов.
Р2	Требования к характеристикам реакторных материалов.	Ядерно-физические характеристики реакторных материалов. Основные требования к механическим характеристикам реакторных материалов. Диффузионный и дислокационный механизмы пластической деформации. Прочность и механизмы разрушения материалов. Формула Холла-Петча.
Р3	Проблемы реакторного материаловедения для	Проблемы реакторного материаловедения для разных

	атомных и термоядерных реакторов.	типов реакторов. Реакторы, охлаждаемые обычной водой под давлением. Реакторы на быстрых типах нейтронов. Термоядерные реакторы.
P4	Взаимодействие реакторного излучения с веществом.	<p>Составляющие реакторного излучения термоядерных реакторов, реакторов на быстрых и тепловых нейтронах. Первичные процессы взаимодействия излучения с веществом. Типы радиационных нарушений в твёрдом теле. Схема взаимосвязи первичных нарушений с изменениями макрохарактеристик твёрдого тела. Упругие и неупругие соударения в облучаемом твёрдом теле.</p> <p>Потери энергии частицами при прохождении через вещество. Оценки сечения взаимодействия, пробега частиц. Элементы теории каскада столкновений.</p> <p>Модель Кинчина и Пиза, достоинства и недостатки модели. Возможность расчёта каскадных функций на основе решения кинетических уравнений. Тепловые пики и пики смещения. Образование дефектов при движении осколков деления.</p>
P5	Моделирования радиационных повреждений в кристаллах.	<p>Методы и принципы моделирования. Потенциалы взаимодействия частиц в машинных экспериментах.</p> <p>Метод молекулярной динамики.</p>
P6	Кинетика отжига радиационных дефектов.	<p>Атермический и термический отжиг дефектов в кристаллах. Связь дефектов со свойствами кристаллов. Исследование сопротивления металлов как метод изучения отжига дефектов. Закалочные эксперименты. Уравнение кинетики отжига дефектов. Анализ кривых отжига радиационных дефектов в кристаллах. Метод сечения. Отношение угловых коэффициентов. Постоянная скорость нагрева. Комбинированный изохронноизотермический отжиг дефектов. Учет порядка</p>

		реакции в кинетике отжига дефектов в кристаллах. Неравные начальные концентрации реагентов.
P7	Фазовая стабильность и радиационно стимулированные процессы в реакторных материалах.	Постановка задачи, основные экспериментальные факты, требования реакторостроения. Уравнения для концентрации вакансий и междоузельных атомов, скорости зарождения пор и дислокационных петель. Кинетика роста вакансионных пор в металлах. Нижняя и верхняя границы вакансионной пористости. Пространственная решётка полостей. Фазовая стабильность реакторных материалов под облучением. Радиационный рост кристаллов, радиационно-стимулированная диффузия и адсорбция. Газовыделение при облучении. Действие облучения на свойства металлов, на физические свойства полупроводников и ионных кристаллов.
P8	Вопросы выбора материалов для ТВЭЛов реактора.	Вопросы выбора материалов для ТВЭЛов реактора.
P9	Экспериментальные методы исследования радиационных дефектов.	Измерение сопротивления облучённых металлов. Калориметрия облучённых материалов. Автоионная микроскопия. Нейтронография и рентгеноструктурный анализ. Возможности методов электрон-позитронной аннигиляции и сканирующей туннельной микроскопии. Особенности внутриреакторных экспериментов.

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	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-7 - Способен получать и обрабатывать информацию о	У-1 - Идентифицировать различные виды физических, в том

	ая		контролируемых параметрах, характеризующих радиационное состояние АЭС и окружающей среды при всех режимах работы АЭС, включая аварии, а также состояние АЭС при выводе из эксплуатации	числе ионизирующих, излучений для получения информационных сигналов о свойствах исследуемых материалов и объектов
--	----	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение: материалы ядерных реакторов

Электронные ресурсы (издания)

1. Барсуков, О. А.; Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии : монография.; Физматлит, Москва; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457408> (Электронное издание)
2. Алексеев, С. В.; Торий в ядерной энергетике : монография.; Техносфера, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443315> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Андреев, Б. М., Арефьев, Д. Г., Баранов, В. Ю., Бедняков, В. А., Бейгер, Г.; Изотопы: свойства, получение, применение : [монография : в 2 т.]. Т. 1. ; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2005 (2 экз.)
2. , Баранов, В. Ю., Белов, И. А., Бондаренко, В. Г., Васильчук, А. К., Верещагин, Ю. И.; Изотопы: свойства, получение, применение; ИздАТ, Москва; 2000 (1 экз.)
3. , Бабаев, Н. С., Демин, В. Ф., Ильин, Л. А., Александров, А. П.; Ядерная энергетика, человек и окружающая среда; Энергоиздат, Москва; 1981 (3 экз.)
4. Архангельский, В. И., Кириллов, В. Ф., Коренков, И. П.; Радиационная гигиена. Практикум : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 06010465 - Мед.-профилактик. дело.; ГЭОТАР-Медиа, Москва; 2009 (1 экз.)
5. Ильин, Л. А., Кириллов, В. Ф., Коренков, И. П.; Радиационная безопасность и защита : Справочник.; Медицина, Москва; 1996 (5 экз.)
6. Машкович, В. П.; Основы радиационной безопасности : Учеб. пособие.; Энергоатомиздат, Москва; 1990 (30 экз.)
7. Кутьков, В. А., Ткаченко, В. В., Романцов, В. П.; Радиационная безопасность персонала атомных станций : учеб. пособие.; Атомтехэнерго : ИАТЭ, Москва; 2003 (4 экз.)
8. Скоров, Д. М., Бычков, Ю. Ф., Дашковский, А. И.; Реакторное материаловедение; Атомиздат, Москва; 1979 (10 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. <http://window.edu.ru/library> Электронная библиотека Федерального портала по российскому образованию.
2. <http://lib2.urfu.ru/rus/news/> Зональная научная библиотека УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина.
3. <http://www.informika.ru/projects/infotech/window/> Федеральный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
4. <http://elementy.ru/law/vuz.htm> Научно-популярный проект «Элементы»
5. <http://atomicexpert.com> Журнал «Атомный эксперт», электронный ресурс

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение: материалы ядерных 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 Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Ядерные технологии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

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

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 5 от 12.01.2024 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
 - Продвинутый 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	Равновесное состояние вращающейся смеси газов.	Силы давления и равновесие вращающегося однокомпонентного газа. Состояние квазитвердого вращения однокомпонентного газа. Степень сжатия. Оценка радиуса границы вакуума в роторе. Доля (концентрация) ценного компонента и коэффициент разделения. Состояние квазитвердого вращения бинарной смеси газов. Фундаментальный коэффициент разделения газовой центрифуги. Элементарный коэффициент разделения газовой центрифуги.
P2	Метод описания неравновесных процессов в смеси газов.	Умножение элементарного эффекта разделения в противотоке. Полный коэффициент разделения газовой центрифуги. Уравнения сохранения массы и компонента. Вектор плотности потока компонента. Конвективный и диффузионный потоки компонента. Бародиффузия. Концентрационная диффузия. Радиальные диффузионные потоки в состоянии квазитвердого вращения.
P3	Разделительная мощность газовой центрифуги	Разделительный потенциал бинарной смеси газов. Понятие ценности определенного количества бинарной смеси заданного состава. Разделительная мощность (способность). Аксиомы Дирака. Уравнение баланса ценности. Источник ценности в центрифуге и его максимальное значение. Теоретически оптимальные градиенты концентрации. Максимальная

		разделительная мощность газовой центрифуги. Формула Дирака. Единица измерения разделительной мощности.
P4	Построение математической модели газовой центрифуги	Суть метода усреднения по радиусу. Функция тока для обогатительной части. Функция тока для обеднительной части. Радиальный градиент концентрации в методе усреднения по радиусу. Уравнение для средней концентрации в обогатительной части. Первичный коэффициент радиального обогащения. Высота единица переноса. Зависимость концентрации от осевой координаты в обогатительной части. Полный коэффициент разделения в методе усреднения по радиусу.
P5	Оптимизация процесса разделения изотопов	Оптимизация точки подачи питания. Полный КПД центрифуги. КПД использования объема. КПД профиля потока. Оптимальный радиальный профиль противотока. КПД циркуляции. КПД внутреннего каскадирования.
P6	Особенности конвекции быстро вращающегося газа	Способы возбуждения конвекции в центрифуге. Баланс сил во вращающейся системе координат. Центробежная сила. Баланс сил во вращающейся системе координат. Сила Кориолиса. Баланс сил во вращающейся системе координат. Бароклиническая сила. Медленные крупномасштабные течения. Число Россби.
P7	Структура противоточного течения в роторе газовой центрифуги	Пограничный слой Экмана и его вклад в противоточную конвекцию. Пограничный слой Стюартсона и его вклад в противоточную конвекцию. Невязкое ядро течения и его вклад в противоточную конвекцию. Общая структура противоточного течения в роторе и процесс ее возникновения при тепловом возбуждении.
P8	Механика ротора центрифуги	Модель сосредоточенной массы. Эксцентриситет. Резонанс. Вынужденные колебания жесткого диска на гибком валу.

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 образования в сотрудничестве	ПК-3 - Способен выполнять прикладные научные исследования в атомной отрасли по	З-2 - Перечислить экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в

			<p>повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии</p>	<p>области физики атомного ядра и частиц, конденсированного состояния вещества, радиозкологии</p> <p>У-1 - Моделировать и прогнозировать физико-химические процессы ядерно-топливного цикла в рамках научной и проектной деятельности</p> <p>П-1 - Планировать и организовать работу коллектива исполнителей по тестированию, обслуживанию и ремонту технологического оборудования, физико-технических установок и современных электронных устройств с обеспечением необходимыми материалами и инструментом и соблюдением требований безопасности</p>
			<p>ПК-4 - Способен контролировать параметры содержания радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе производственных помещений и в</p>	<p>З-1 - Привести примеры областей применения сплошнородного описания</p> <p>У-1 - Определять возможность применения гидродинамическ</p>

			атмосферном воздухе	ого описания П-1 - Сопровождать системы контроля и автоматизированн ого управления ядерно- физическими установками
--	--	--	------------------------	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Ядерные технологии

Электронные ресурсы (издания)

1. Барсуков, О. А.; Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии : монография.; Физматлит, Москва; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457408> (Электронное издание)
2. Алексеев, С. В.; Торий в ядерной энергетике : монография.; Техносфера, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443315> (Электронное издание)
3. ; Критические параметры систем с делящимися веществами и ядерная безопасность; Атомиздат, Москва; 1966; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229572> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Шемля, Шемля М., Перье, Перье Ж., Петров, Э.С.; Разделение изотопов; Атомиздат, Москва; 1980 (11 экз.)
2. Рябчук, Г. В., Кисиль, М. Е., Мишанин, А. Ю.; Метод исследования совмещенных гидродинамических и тепломассообменных процессов. ; 2004 (0 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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Ядерные технологии

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 Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM