

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт Уральский энергетический, Физико-технологический



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
А.В. Германенко
_____ 20__ г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность	Код ПА 2.4.9
Группа специальностей Энергетика и электротехника	Код 2.4
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Ташлыков Олег Леонидович	Кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра атомных станций и возобновляемых источников энергии	
2	Щеклеин Сергей Евгеньевич	Доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	Кафедра атомных станций и возобновляемых источников энергии	

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Председатель учебно-методического совета
УралЭНИИ



Н.В. Гредасова

Протокол № 3 от 16.05.2022 г.

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Председатель учебно-методического совета
ФТИ



С.В. Никифоров

Протокол № 9 от 13.05.2022 г.

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина включена в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Дисциплина «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность» направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума по специальности 2.4.9. «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность», осуществление научно-исследовательской деятельности аспиранта и подготовку диссертации.

В ходе освоения дисциплины аспиранты изучают особенности нейтронно-физических и теплофизических процессов, происходящих в ядерных реакторах и оборудовании объектов использования ядерной энергии, основы безопасной эксплуатации, получают умения и навыки, необходимые для решения технических задач, связанных с проектированием, эксплуатацией, техническим обслуживанием, модернизацией и выводом из эксплуатации объектов использования ядерной энергии. Рассматриваются технологии топливного цикла ядерной энергетики. Особое внимание уделяется вопросам обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- требования законодательства Российской Федерации в области использования атомной энергии, радиационной безопасности, санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- особенности физики различных типов реакторов на тепловых и быстрых нейтронах;
- особенности тепловых схем и технологического оборудования атомных станций с разными типами реакторов;
- законы сохранения энергии, количества движения и массы и основные модели, описывающие течение и теплообмен в системах и оборудовании объектов использования атомной энергии;
- термодинамические методы исследования процессов и циклов преобразования энергии, протекающих в оборудовании атомных станций;
- порядок расчета тепловой схемы и принципы выбора основного оборудования атомной станции;
- требования, предъявляемые к теплоносителю и рабочему телу атомных станций;
- порядок и методы теплового, гидравлического и прочностного расчета парогенераторов и теплообменников атомных станций;
- конструкции и технические характеристики основных типов реакторных установок, парогенераторов и главных циркуляционных насосов атомных станций;
- конструкции и технические характеристики теплообменного и насосного оборудования, особенности конструкции и эксплуатации арматуры и трубопроводов атомных станций;
- принципы обеспечения безопасности атомных станций;
- основные конструктивные характеристики и принципы работы защитных, локализирующих, обеспечивающих и управляющих систем безопасности атомных станций;
- основные возможные аварийные ситуации на атомных станциях, причины их возникновения, пути развития и способы их предотвращения, локализации и ликвидации последствий;
- особенности этапов жизненного цикла атомной станции: проектирования, сооружения, пусконаладочных работ, физического и энергетического пуска, освоения мощности, эксплуатации, продления срока эксплуатации, вывода из эксплуатации;

- правила организации технического обслуживания и ремонта основных установок, систем и оборудования АС с реакторами типа РБМК, ВВЭР и БН;
- источники появления дефектов металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов атомных станций, влияние дефектов на надежность и безопасность работы оборудования, средства и методы эксплуатационного контроля металла;
- классификацию, источники ионизирующих излучений, методы защиты персонала и населения от воздействия ионизирующих излучений;
- основные методы дезактивации оборудования и помещений атомных станций, технологии переработки и хранения радиоактивных отходов;
- методы математического анализа и моделирования, используемые в сфере ядерной энергетики и технологий.

Уметь:

- выбирать методы математического анализа и моделирования для решения поставленных задач;
- описывать технологический процесс производства тепловой и электрической энергии на атомных станциях;
- описывать процессы диффузии и замедления нейтронов, нестационарные процессы, происходящие в ядерном реакторе;
- оценивать критические размеры и критическую массу размножающей среды
- оценивать выгорание ядерного топлива и потребность в ядерном топливе;
- описывать термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплоэнергетических установках;
- выполнять расчет тепловой схемы атомной станции;
- выбирать методы решения задач тепломассообмена применительно к процессам, происходящим в оборудовании объектов использования атомной энергии;
- выполнять нейтронно-физический и теплогидравлический расчеты ядерной энергетической установки;
- выполнять теплогидравлические и прочностные расчеты узлов и элементов теплообменного оборудования, в том числе с использованием современных компьютерных технологий и средств автоматизированного проектирования;
- проводить физические, теплофизические и теплогидравлические расчеты для обоснования и контроля режимов эксплуатации ядерных энергоблоков;
- сформулировать основные положения концепции глубоководной защиты;
- определять оптимальные методы дезактивации, переработки и хранения радиоактивных отходов;
- выбирать адекватные методы и средства защиты от ионизирующих излучений.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыком подготовки данных и выполнения нейтронно-физических расчетов ядерных реакторов, в том числе с применением расчетных кодов;
- навыком выполнения термодинамических и теплогидравлических расчетов процессов, происходящих в оборудовании объектов использования атомной энергии;
- навыком разработки математических моделей процессов, протекающих в оборудовании объектов использования атомной энергии;
- навыком расчета тепловой схемы атомной станции;
- навыком применения программных комплексов вычислительной гидродинамики и инженерного анализа;
- навыком расчета радиационного поля и выбора радиационной защиты по заданным характеристикам источника ионизирующего излучения.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	86	0,6	86
5.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен, 18
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	6,93	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3, - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.4 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие вопросы применения ядерной энергии	<p>Ядерная энергетика в энергетическом балансе. Требования к энергетическим технологиям. Перспективы развития ядерной энергетики.</p> <p>Топливный цикл ядерной энергетики. Технологии и предприятия ядерного топливного цикла.</p> <p>Экологическая и радиационная безопасность. Проблема нераспространения ядерных материалов.</p> <p>МАГАТЭ и системы международных гарантий. Технические проблемы нераспространения ядерных материалов.</p> <p>Экономические аспекты использования ядерной энергии.</p> <p>Социальные аспекты развития ядерной энергетики.</p>
P2	Основы проектирования и конструирования ядерных энергетических установок	<p>Основы ядерной и нейтронной физики. Состав и характеристики ядер. Закон и характеристики радиоактивного распада. Ядерные реакции и их особенности.</p> <p>Нейтронный цикл в ядерном реакторе. Эффективный коэффициент размножения нейтронов. Условия критичности. Закономерности формирования пространственно-энергетического распределения нейтронов и удельного выделения энергии.</p> <p>Кинетика реактора. Роль запаздывающих нейтронов. Критическое и подкритическое состояние реактора. Динамические характеристики, обратные связи, устойчивость и способы регулирования реактора. Эффекты реактивности. Выгорание и воспроизводство ядерного топлива. Топливные циклы. Перегрузки топлива. Ядерная безопасность.</p> <p>Источники и методы регистрации нейтронов, экспериментальные методы измерения сечений нейтронных реакций, размножающих свойств среды и нуклидного состава топлива.</p> <p>Источники ионизирующих излучений в ядерных энергетических</p>

		<p>установках. Система теплоносителя как источник излучений. Закономерности ослабления ионизирующих излучений в веществе. Радиационное повреждение реакторных материалов.</p> <p>Тепловые и гидравлические процессы в ядерных энергетических установках. Особенности контура отвода тепла. Теплогидравлический расчет активных зон, охлаждаемых однофазным, двухфазным водным, жидкометаллическим, газовым теплоносителем. Кризис теплообмена. Запасы до кризиса. Максимальные температуры оболочки и топлива. Переходные и аварийные режимы.</p> <p>Циклы паротурбинных и газотурбинных установок. Энергетический баланс и КПД ядерных энергетических установок.</p> <p>Прочность оборудования и трубопроводов ядерных энергетических установок. Статическая прочность. Устойчивость. Циклическая прочность. Хрупкая прочность. Вибропрочность. Расчет на прочность при сейсмических воздействиях.</p> <p>Контроль, управление и защита ядерных энергетических установок. Системы контроля нейтронно-физических и теплотехнических параметров. Защиты по уровню мощности и разгону. Управляющие системы нормальной эксплуатации и безопасности.</p> <p>Основные принципы и критерии обеспечения безопасности. Нормативно-регулирующие документы. Принципы защиты в глубину. Уровни глубоко эшелонированной защиты. Фундаментальные функции безопасности. Принцип единичного отказа. Критерии и условия обеспечения безопасной эксплуатации.</p> <p>Анализ аварий. Проектные и запроектные аварии. Анализ надежности систем безопасности. Управление аварией. Вероятностный анализ.</p> <p>Программные комплексы для нейтронно-физических расчетов, проектных и эксплуатационных расчетов динамики и безопасности, радиационной защиты, для расчетного обоснования прочности, моделирования тяжелых аварий и их последствий.</p>
РЗ	Ядерные энергетические установки	<p>Атомные станции. Типы атомных станций. Основные компоненты и системы энергоблоков АЭС. Судовые и космические ядерные энергетические установки. Передвижные и блочно-транспортабельные ядерные энергетические установки. Радионуклидные генераторы. Термоядерные реакторы. Классификация ядерных реакторов.</p> <p>Теплоносители ядерных реакторов. Требования, особенности применения. Водно-химические режимы первого (второго) контура. Технологии жидкометаллических, органических, газовых теплоносителей.</p> <p>Материалы в реакторостроении. Условия работы и критерии выбора. Теплоустойчивые стали, коррозионно-стойкие стали, циркониевые сплавы, нержавеющие стали, никелевые сплавы, сплавы на основе титана, высокотемпературные сплавы, графит, керамические материалы. Материалы органов управления реактивностью. Материалы замедлителей и отражателей. Материалы радиационной защиты.</p> <p>Ядерное топливо. Тепловыделяющие элементы и ТВС ядерных реакторов. Основные требования. Конструкционные материалы. Типы конструктивных решений. Физико-химические процессы, протекающие в твэлах и ТВС в условиях эксплуатации.</p> <p>Органы регулирования ядерных реакторов. Назначение, состав, конструкции и функциональное использование. Особенности органов регулирования реакторов различных типов.</p> <p>Корпусные легководные реакторы с водой под давлением и кипящие. Развитие реакторов. Реакторы типа ВВЭР, PWR, BWR. Конструкции. Компонировка оборудования. Системы нормальной эксплуатации. Системы безопасности.</p> <p>Реакторы на быстрых нейтронах с жидкометаллическим</p>

		<p>теплоносителем. Развитие реакторов. Реакторы БН-600, БН-800, БН-1200, БРЕСТ, СВБР. Активная зона и зона воспроизводства. Основное оборудование натриевых контуров и его компоновка. Системы безопасности.</p> <p>Канальные водографитовые и тяжеловодные реакторы. Развитие канальных реакторов. Реакторы типа РБМК. Конструкция и основное оборудование. Контур многократной принудительной циркуляции. Системы нормальной эксплуатации и системы безопасности.</p> <p>Реакторы, охлаждаемые газом. Развитие реакторов. Реакторы с гелиевым теплоносителем. Активные зоны реакторов.</p> <p>Исследовательские реакторы. Физические и конструктивные особенности. Экспериментальные устройства исследовательских реакторов.</p> <p>Теплообменное и сепарационное оборудование АЭС. Парогенераторы для АЭС с ВВЭР, БН.</p> <p>Насосы ядерных энергетических установок. Главные циркуляционные насосы. Питательные насосы. Основные характеристики.</p> <p>Системы перегрузки топлива. Способы перегрузки. Хранилища отработавшего ядерного топлива. Транспортно-технологическое оборудование. Перегрузочные устройства.</p> <p>Трубопроводы, опоры и опорные конструкции оборудования и трубопроводов. Гидроамортизаторы. Трубопроводная и регулирующая арматура.</p>
P4	Сооружение, монтаж и эксплуатация АЭС	<p>Особенности проектирования и сооружения АЭС. Выбор площадок. Компоновка зданий и сооружений.</p> <p>Строительно-монтажные работы. Особенности организации монтажа. Управление качеством.</p> <p>Эксплуатация АЭС. Пределы и условия безопасной эксплуатации. Регламент эксплуатации. Техническое обслуживание и ремонт. Действия при авариях. Показатели работы АЭС.</p> <p>Диагностика состояния металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов АЭС. Периодичность эксплуатационного контроля. Системы оперативной диагностики.</p> <p>Дезактивация технологического оборудования, зданий и сооружений. Основные методы дезактивации. Обращение с твердыми, жидкими и газообразными радиоактивными отходами на АЭС.</p>
P5	Управление сроком службы ядерных энергетических установок	<p>Жизненный цикл ядерной энергетической установки и принципы управления сроком службы.</p> <p>Продление срока службы. Обеспечение и повышение безопасности при продлении эксплуатации.</p> <p>Вывод из эксплуатации. Радиоактивные материалы при снятии с эксплуатации ядерных энергетических установок.</p>

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

- Нейтронно-физические особенности реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.

- Замкнутый топливный цикл.
- Система теплоносителя первого контура как источник ионизирующих излучений.
- Радиационное повреждение реакторных материалов.
- Циклы паротурбинных и газотурбинных установок. Энергетический баланс и КПД ядерных энергетических установок.
- Прочность оборудования и трубопроводов ядерных энергетических установок. Статическая прочность. Устойчивость. Циклическая прочность. Хрупкая прочность. Вибропрочность. Расчет на прочность при сейсмических воздействиях.
- Проектные и запроектные аварии. Анализ надежности систем безопасности. Управление аварией. Вероятностный анализ.
- Программные комплексы для нейтронно-физических расчетов, проектных и эксплуатационных расчетов динамики и безопасности, радиационной защиты.
- Физико-химические процессы, протекающие в твэлах и ТВС в условиях эксплуатации.
- Назначение, состав, конструкции и функциональное использование органов регулирования реакторов различных типов.
- АЭС-2006. Системы нормальной эксплуатации. Системы безопасности.
- АЭС с реактором БН-800. Основное оборудование натриевых контуров и его компоновка. Системы безопасности.
- Конструкция и основное оборудование реакторов типа РБМК. Контур многократной принудительной циркуляции. Системы нормальной эксплуатации и системы безопасности.
- Парогенераторы для АЭС с ВВЭР, БН.
- Главные циркуляционные насосы.
- Системы перегрузки топлива атомных станций с реакторами типа БН, РБМК, ВВЭР.
- Требования нормативной документации и законодательных актов в области проектирования атомных станций.
- Особенности пуско-наладочных работ на атомных станциях.
- Особенности проведения ремонтных работ на энергоблоках с натриевым теплоносителем.
- Диагностика состояния металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов АЭС.
- Методы дезактивации технологического оборудования атомных станций.
- Вывод из эксплуатации АЭС с реакторами разных типов.

3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

- Ядерная энергетика в энергетическом балансе. Перспективы развития ядерной энергетики.
- Топливный цикл ядерной энергетики.
- Экологическая и радиационная безопасность объектов использования атомной энергии.
- Проблема нераспространения ядерных материалов.
- Экономические аспекты использования ядерной энергии. Социальные аспекты развития ядерной энергетики.
- Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
- Ядерные реакции: особенности, возможность осуществления.
- Эффективный коэффициент размножения нейтронов. Условия критичности. Формула четырех сомножителей.
- Простейшее уравнение кинетики реактора. Роль запаздывающих нейтронов.
- Эффекты реактивности.
- Выгорание и воспроизводство ядерного топлива.
- Отравление и шлакование ядерного реактора.
- Источники и методы регистрации нейтронов.
- Экспериментальные методы измерения сечений нейтронных реакций, размножающих свойств среды и нуклидного состава топлива.
- Источники ионизирующих излучений в ядерных энергетических установках.
- Закономерности ослабления ионизирующих излучений в веществе.
- Тепловые и гидравлические процессы в ядерных энергетических установках.
- Циклы паротурбинных установок. Термический КПД цикла с регенерацией теплоты.
- Циклы газотурбинных установок. Термический КПД цикла с регенерацией теплоты.
- Основные принципы и критерии обеспечения безопасности. Уровни глубоко эшелонированной защиты. Принцип единичного отказа.
- Проектные и запроектные аварии.
- Теплоносители ядерных реакторов. Требования, особенности применения.
- Конструкционные материалы ядерных реакторов.
- Ядерное топливо. Тепловыделяющие элементы и ТВС ядерных реакторов.
- ВВЭР-1200, ВВЭР-ТОИ: особенности конструкции, компоновка оборудования, тепловая схема АЭС.
- Системы безопасности АЭС-2006.
- Реакторы БН-600, БН-800. Основное оборудование натриевых контуров и его компоновка. Тепловая схема АЭС.
- Конструкция и основное оборудование РБМК-1000. Контур многократной принудительной циркуляции.
- Парогенераторы для АЭС с реакторами типа ВВЭР.
- Парогенераторы для АЭС с натриевым теплоносителем.
- Главные циркуляционные насосы АЭС: конструкция, характеристики, особенности эксплуатации.
- Особенности проектирования АЭС. Нормативные требования. Выбор площадок.
- Техническое обслуживание и ремонт на атомных станциях: особенности организации.
- Диагностика состояния металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов АЭС.
- Основные методы дезактивации оборудования, зданий и сооружений атомных станций.
- Обращение с твердыми, жидкими и газообразными радиоактивными отходами.
- Особенности вывода из эксплуатации АЭС с реакторами разных типов.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Ташлыков, Олег Леонидович. Ядерные технологии : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" / О. Л. Ташлыков ; [под науч. ред. С. Е. Щеклеина] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Москва ; Екатеринбург : Юрайт : Издательство Уральского университета, 2017 .— 198 с. : ил. — (Университеты России) .— Библиогр.: с. 194-196 (24 назв.) .— ISBN 978-5-534-02898-0. (6 экз.)
2. Новиков, Геннадий Абрамович. Обеспечение безопасности в области использования атомной энергии : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" / Г. А. Новиков, О. Л. Ташлыков, С. Е. Щеклеин ; под общ. ред. Г. А. Новикова ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017 .— 552 с. : ил. — (Учебник УрФУ / [редкол: И. Ю. Плотникова (отв. ред.) и др.]) .— Библиогр.: с. 540-547, библиогр. в тексте .— ISBN 978-5-7996-2125-4. (11 экз.)
3. Ташлыков, Олег Леонидович. Парогенераторы АЭС : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" / О. Л. Ташлыков, А. И. Бельтюков ; науч. ред. С. Е. Щеклеин; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019 .— 302, [1] с. : ил. — (Учебник УрФУ / [редкол.: И. Ю. Плотникова (отв. ред.) и др.]) .— Библиогр.: с. 301-302 (17 назв.), библиогр. в примеч. — ISBN 978-5-7996-2675-4 (15 экз.)
4. Ташлыков, Олег Леонидович. Ремонт оборудования атомных станций : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 14.05.02 - Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг / О. Л. Ташлыков ; [науч. ред. С. Е. Щеклеин] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018 .— 352 с. : ил. — (Учебник УрФУ / редкол.: Е. В. Вострецова, Е. В. Черепанова, И. Ю. Плотникова (отв. ред.)) .— Библиогр.: с. 346-348 (35 назв.), библиогр. в примеч. — ISBN 978-5-7996-2381-4. (15 экз.)
5. Ташлыков, Олег Леонидович. АЭС: продление ресурса и снятие с эксплуатации : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 14.05.02 - Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг / О. Л. Ташлыков ; науч. ред. С. Е. Щеклеин ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020 .— 214, [1] с. : ил. — (Учебник УрФУ / редкол.: Е. В. Вострецова, Е. В. Черепанова, И. Ю. Плотникова (отв. ред.)) .— Библиогр.: с. 210-214 (38 назв.), библиогр. в подстроч. примеч. — ISBN 978-5-7996-3142-0. (10 экз.)

5.1.2. Дополнительная литература

1. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем : учебное пособие : в 2 частях / [А. И. Бельтюков, А. И. Карпенко, С. А. Полуяктов и др.] ; под общ. ред. С. Е. Щеклеина, О. Л. Ташлыкова ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, [Урал. энергет. ин-т] .— Екатеринбург : УрФУ, 2013 .— Ч.1 .— 2013 .— 548 с. : ил. — Библиогр.: с. 541-544 .— ISBN 978-5-321-02324-2. (7 экз.)
2. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем : учебное пособие : в 2 ч. / [А. И. Бельтюков, А. И. Карпенко, С. А. Полуяктов и др.] ; под общ. ред. С. Е. Щеклеина, О. Л. Ташлыкова ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, [Урал. энергет. ин-т] .— Екатеринбург : УрФУ, 2013 .— Ч. 2 .— 2013 .— 420 с. : ил. — Библиогр.: с. 413-416 .— ISBN 978-5-321-02323-5. (7 экз.)

3. Маргулова, Тереза Христофоровна. Атомные электрические станции : Учебник для вузов .— 5-е изд., перераб. и доп. — М. : ИздАТ, 1994 .— 296 с. — ISBN 5-86656-008-9. (6 экз.)
4. Самойлов, Олег Борисович. Безопасность ядерных энергетических установок : Учеб. пособие для вузов по спец. "Атом. электростанции и установки" / О.Б. Самойлов, Г.Б. Усынин, А.М. Бахметьев .— М. : Энергоатомиздат, 1989 .— 279 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 275 (11 назв.). Алф. указ.: с. 276-277. — допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-283-03802-5 : (92 экз.).
5. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Р. М. Алексахин, Л. А. Булдаков, В. А. Губанов [и др.] под ред. Л. А. Ильина, В. А. Губанова .— Москва : ИздАТ, 2001 .— 752 с. : ил. ; 24 см .— Библиогр. в конце гл. — Загл. обл.: Радиационные аварии. — без грифа .— ISBN 5-86656-113-1. (1 экз.)
6. Тепловые и атомные электростанции : справочник / [М. С. Алтухов, А. Н. Безгрешнов, Р. Г. Богоявленский и др.] ; под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : МЭИ, 2003 .— 648 с. : ил. ; 26 см .— (Теплоэнергетика и теплотехника, Справ. сер. : в 4 кн. ; кн. 3) .— Предм. указ.: с. 641-644. — Загл. 2-го изд.: Тепловые и атомные электрические станции. — Библиогр. в конце разд. — без грифа .— ISBN 5-283-00032-X. (41 экз.)
7. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С. А. Андрущечко, А. М. Афров, Б. Ю. Васильев [и др.] .— Москва : Логос, 2010 .— 604 с., [11] л. цв. ил. : ил. ; 21 см .— Тираж 1000 экз. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-98704-496-4. (5 экз.)
8. Зорин, Вячеслав Михайлович. Атомные электростанции : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Атомные электрические станции и установки" направления подготовки "Техническая физика" / В. М. Зорин .— Москва : МЭИ, 2012 .— 672 с. : ил. — Библиогр.: с. 668-670 (51 назв.), библиогр. в тексте .— ISBN 978-5-383-00604-7. (1 экз.)

5.2. Методические разработки

Не используются.

5.3. Программное обеспечение

Не используется.

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- The Database on Nuclear Power Reactors – База данных по ядерным энергетическим реакторам. Режим доступа – свободный: <https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>
- Сайт МАГАТЭ. Режим доступа – свободный: <https://www.iaea.org/>
- Сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Режим доступа – свободный: <https://www.gosnadzor.ru/?ysclid=l3v3heditf>
- Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. Режим доступа – свободный: <https://docs.cntd.ru/>

5.5. Электронные образовательные ресурсы

- NuclearPower.com – англоязычный образовательный портал по атомной энергетике. Режим доступа – свободный: <https://www.nuclear-power.com/main-menu/>
- Атомные станции России (портал Росэнергоатома). Режим доступа – свободный: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/atomnye-elektrostantsii-rossii/

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекции читаются в аудитории, оснащенной мультимедийным проектором. Для самостоятельной работы используются аудитории, оснащенные персональными компьютерами по числу обучающихся с подключением к сети Интернет.