

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



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

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	
3	Климова Виктория Андреевна	–	Старший преподаватель	Кафедра атомных станций и возобновляемых источников энергии	

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Председатель учебно-методического совета
Протокол № 3 от 16.05.2022 г.



Н.В. Гредасова

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Модуль (дисциплина) «Технологии атомной энергетики» является факультативным. В круг вопросов, изучаемых при освоении модуля, входят выбор проектных и технических решений при создании ядерных энергетических установок, ознакомление с исследовательскими ядерными реакторами и их вкладом в развитие атомной науки и техники. Рассматриваются основные типы и конструкции ядерных энергетических реакторов, функционирующих в России и в мире, их теплофизические особенности, достоинства и недостатки. Изучаются тепловые схемы современных атомных станций и ядерных энергетических установок, методики их расчета и физические основы технологических процессов, протекающих в оборудовании объектов использования атомной энергии.

Модуль дополняет изучение дисциплины «Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность», расширяя подготовку аспирантов к сдаче кандидатского минимума по специальности.

1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- основные понятия и законы термодинамики, термодинамические методы исследования циклов паротурбинных и газотурбинных установок;
- основы методов теплового и гидродинамического расчетов активной зоны ядерного реактора, теплообменных аппаратов, парогенераторов и других элементов энергетических установок;
- основные закономерности взаимодействия нейтронов с веществом и переноса нейтронов;
- условия, необходимые для осуществления ядерных реакций, в том числе самоподдерживающейся цепной реакции деления ядер;
- основные модели, применяемые для описания и расчета нейтронно-физических процессов в ядерных реакторах;
- нейтронно-физические особенности различных типов ядерных реакторов;
- схемы производства электрической и тепловой энергии на атомных станциях (АС);
- основные конструктивные особенности ядерных реакторов с водным и жидкометаллическим теплоносителем;
- особенности этапов жизненного цикла АС;
- методы дезактивации оборудования, систем, строительных конструкций, помещений и зданий блока АС;
- требования международных и российских нормативных документов, законодательных актов в области использования атомной энергии и обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Уметь:

- пользоваться справочными данными по термодинамическим, теплофизическим и нейтронно-физическим свойствам;
- анализировать термодинамические циклы паротурбинных и газотурбинных установок с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации коэффициента полезного действия, используя методы технической термодинамики;
- формулировать задачи теплообмена и выбирать критериальные зависимости для их решения из справочной литературы;

- оценивать нейтронно-физические характеристики, критические размеры и критическую массу размножающей среды;
- определять изотопный состав и остаточное тепловыделение облученного ядерного топлива.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыком выполнения теплогидравлических расчетов процессов, происходящих в оборудовании объектов использования атомной энергии;
- навыком расчета тепловой схемы атомной станции;
- навыком выполнения нейтронно-физических расчетов ядерных реакторов;
- навыком выполнения расчетов радиационно-защитных свойств материалов.

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	100	0,6	100
5.	Промежуточная аттестация	4	0,25	Зачет, 4
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
Р1	Физические основы атомной энергетики (Лекции, 1 час)	<p>Техническая термодинамика. Основные понятия и законы термодинамики. Свойства газов и жидкостей. Термодинамические процессы и циклы. Термодинамические основы анализа и оптимизации процессов преобразования энергии.</p> <p>Теплообмен в энергетическом оборудовании. Конвективный теплообмен. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Критериальные зависимости для расчета теплоотдачи. Теплообмен при кипении и конденсации.</p> <p>Основы гидравлики. Ламинарные и турбулентные</p>

		<p>течения. Модели турбулентности. Течение однофазной жидкости, газожидкостные смеси. Потери давления при течении в трубах и каналах.</p> <p>Основы физики ядерных реакторов. Ядерные реакции и их особенности. Нейтронный цикл в ядерном реакторе. Условия критичности. Закономерности формирования пространственно-энергетического распределения нейтронов и удельного энерговыделения. Кинетика ядерного реактора. Эффекты реактивности. Выгорание и воспроизводство ядерного топлива. Отравление и шлакование ядерного реактора.</p>
P2	Ядерные энергетические установки (Лекции, 2 часа)	<p>Принципиальные схемы производства электрической и тепловой энергии на АЭС. Одноконтурные АЭС с реактором кипящего типа. Двухконтурные АЭС с водяным реактором под давлением. Трехконтурные АЭС с реактором на быстрых нейтронах (РБН). Схемы многоцелевых АС (опреснение воды, теплофикация).</p> <p>Основные элементы ядерного реактора – топливо, замедлитель, теплоноситель, конструкционные материалы. Классификация ядерных реакторов. Основные типы ядерных реакторов, эксплуатируемые в России. Эволюция ВВЭР. Преимущества и недостатки. Эволюция РБМК. Реакторы на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Проекты РБН с другими теплоносителями.</p> <p>Ядерные реакторы нового поколения – с водой под давлением, бассейновые, канальные, с жидкометаллическим теплоносителем (натрием, свинцом-висмутом, свинцом), модульные, охлаждаемые газом с использованием газовой турбины, жидкосолевые. Ядерно-энергетические системы для производства водорода.</p> <p>Судовые и космические ядерные энергетические установки. Передвижные и блочно-транспортные ядерные энергетические установки. ПАТЭС.</p> <p>Исследовательские реакторы. Физические и конструктивные особенности. Экспериментальные устройства исследовательских реакторов.</p>
P3	Жизненный цикл ЯЭУ (Лекции, 1 час)	<p>Основные этапы жизненного цикла ЯЭУ. Проектирование, сооружение, пуско-наладочные работы, физпуск, энергопуск, освоение мощности, эксплуатация, продление срока эксплуатации, вывод из эксплуатации.</p> <p>Проектирование и сооружение: выбор площадок, компоновка зданий и сооружений, строительно-монтажные работы. Эксплуатация ЯЭУ: пределы и условия безопасной эксплуатации. Техническое обслуживание и ремонт. Показатели работы АЭС.</p> <p>Основные критерии и требования к продлению срока эксплуатации блока АЭС. Нормативная база продления срока эксплуатации блоков АЭС. Подготовка к продлению срока эксплуатации, обеспечение безопасной эксплуатации блока в период дополнительного срока: модернизация, обоснование остаточного ресурса оборудования, углубленная оценка безопасности.</p> <p>Правовое регулирование вывода из эксплуатации. Подготовка к выводу из эксплуатации. Обращение с отработавшим ядерным топливом после окончательного останова блока АС. Удаление радиоактивных и опасных технологических сред из реакторной установки и связанных с ней систем. Технологии производства работ при выводе</p>

		<p>из эксплуатации. Дезактивация оборудования, систем, строительных конструкций, помещений и зданий блока АС. Основные методы и организация дезактивации. Обращение с радиоактивными отходами на АЭС. Переработка радиоактивных вод. Отверждение жидких радиоактивных отходов. Переработка твердых радиоактивных отходов. Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Системы газоочистки при запроектных авариях.</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)

- Водо-водяной энергетический реактор: особенности конструкции.
- АЭС с реактором ВВЭР-1200, ВВЭР-ТОИ.
- Корпусной кипящий реактор типа ВWR: особенности конструкции.
- АЭС с реактором ВWR.
- Канальные водо-графитовые ядерные реакторы.
- Одноконтурные АЭС с реактором кипящего типа.
- Реакторы на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.
- Реакторы на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем.
- АЭС с реактором на быстрых нейтронах.
- Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы.
- Судовые ядерные энергетические установки.
- Передвижные и блочно-транспортные ядерные энергетические установки.
- Малые модульные ЯЭУ.
- Плавучая атомная теплоэлектростанция.
- Исследовательские ЯР с жидкометаллическим теплоносителем.
- Исследовательские ЯР с водным теплоносителем.
- Системы безопасности АЭС с ВВЭР-1200.
- Системы безопасности АЭС с ВВЭР-ТОИ.
- Системы безопасности АЭС с БН-800.
- Системы безопасности исследовательских ядерных установок.
- Выбор площадки сооружения АЭС.
- Особенности работ по сооружению АЭС.
- Обращение с отработавшим ядерным топливом.
- Методы обращения с жидкими радиоактивными отходами.
- Переработка твердых радиоактивных отходов.
- Обращение с газообразными радиоактивными отходами.
- Проблема реакторного графита при выводе из эксплуатации.

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

- Основные термодинамические процессы и циклы. Определение термического КПД цикла.
- Конвективный теплообмен. Критериальные зависимости для расчета теплоотдачи при вынужденном течении жидкости и свободной конвекции.
- Особенности конвективного теплообмена в жидких металлах.
- Теплообмен при кипении жидкости.
- Теплообмен при конденсации пара.
- Потери давления при течении в трубах и каналах.
- Эффективный коэффициент размножения. Формула четырех сомножителей. Условия критичности.
- Замедление и диффузия нейтронов.
- Основы кинетики ядерного реактора. Роль запаздывающих нейтронов.
- Эффекты реактивности. Нестационарные процессы в ядерном реакторе.
- Нейтронно-физические особенности реакторов на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.
- Принципиальные схемы производства электрической и тепловой энергии на АЭС.
- Основные элементы ядерного реактора. Классификация ядерных реакторов.
- Особенности конструкции ядерных реакторов типа ВВЭР.
- Особенности конструкции ядерных реакторов типа РБМК.
- Реакторы БН-600, БН-800, БН-1200. Особенности конструкции.
- Физические и конструктивные особенности исследовательских ядерных реакторов.
- Выбор площадки сооружения АЭС.
- Эксплуатация ЯЭУ: пределы и условия безопасной эксплуатации.
- Особенности технического обслуживания и ремонта АЭС.
- Основные критерии и требования к продлению срока эксплуатации блока АЭС.
- Обращение с отработавшим ядерным топливом.
- Концепция вывода АЭС из эксплуатации.
- Дезактивация оборудования, систем, строительных конструкций, помещений и зданий блока АС.
- Обращение с радиоактивными отходами.

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

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. Вострцова, 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. Вострцова, 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. 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.)

6. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С. А. Андрушечко, 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.)

7. 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=13v3heditf>
- 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.