

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

План одобрен
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Эксплуатация АЭС

название дисциплины

Специальность

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Образовательная программа

Ядерные реакторы

Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

– дать базовые сведения по назначению, составу и принципам работы основного энергетического оборудования АЭС.

Задачи изучения дисциплины:

- познакомить студентов с технологическими циклами, используемыми на АЭС для производства электроэнергии и утилизации тепла;
- дать представление о составе оборудования и механизмов, задействованных в этих циклах;
- показать, каким образом фундаментальные сведения о физических и теплогидравлических процессах влияют на устройство реактора, на управление и эксплуатацию реактором и атомной станции в целом.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП)

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Атомные электростанции», «Физика ядерных реакторов», «Техническая термодинамика», «Механика жидкости и газа», «Тепломассообмен в ЯЭУ»

Дисциплина изучается в 4 курсе в 8 семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-5.1	Способен управлять содержанием проекта (программы) в области атомной энергетики	З-ПК-5.1 Знать основные этапы ввод, вывод и эксплуатация атомных электрических станций с реакторными установки различных проектов. У-ПК-5.1 Уметь проводить оценку безопасности АЭС на этапе ввода, вывода и эксплуатации. В-ПК-5.1 Владеть основными подходами и методами анализа безопасности АЭС с реакторными установками различных проектов, владеть навыками использования передовых программных комплексов в области реакторостроения.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное воспитание	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин, профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)		
	Очная		
	Семестр		
	№ 8	№	Всего
	Количество часов на вид работы:		
Контактная работа обучающихся с преподавателем			
Аудиторные занятия (всего)	16		
В том числе:			
<i>Лекции</i>			
<i>практические занятия</i>	16		
<i>лабораторные занятия</i>			
Промежуточная аттестация			
В том числе:			
<i>зачет</i>	+		
Самостоятельная работа обучающихся	20		
Всего (часы):	36		
Всего (зачетные единицы):	1		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Аудиторные учебные занятия			СРО
		Лек	Сем/Пр	Лаб	
1.	Управление эксплуатацией АЭС				
1.1.	Введение. Управление эксплуатацией АЭС		1		1
1.2.	Нормативно-правовая база эксплуатации АЭС		1		1
2.	Ввод энергоблока АЭС в эксплуатацию				
2.1.	Управление процессом ввода в эксплуатацию (ВЭ) АЭС		1		1
2.2.	Предпусковые наладочные работы (ПНР)		1		1
2.3.	Физический пуск		1		1
2.4.	Энергетический пуск		1		1
2.5.	Опытно-промышленная эксплуатация		1		1
3.	Промышленная эксплуатация АЭС				
3.1.	Основные определения		1		1
3.2.	Документационное обеспечение эксплуатации		1		1
3.3.	Нормальная эксплуатация. Стационарные режимы энергоблока АЭС		1		1
3.4.	Нормальная эксплуатация. Переходные режимы энергоблока АЭС		1		1
3.5.	Нормальная эксплуатация. Работа АЭС в энергосистемах.		1		1
3.6.	Нормальная эксплуатация. ТОиР на АЭС		1		2
3.7.	Нормальная эксплуатация. Перегрузка топлива и обращение с ядерным топливом		1		2
3.8.	Отдельные вопросы нормальной эксплуатации		1		2
3.9.	Нарушения нормальной эксплуатации		1		2

Прим.: Лек – лекции, Сем/Пр – семинары, практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Практические занятия

№	Наименование раздела/темы дисциплины	Содержание
1.	Управление эксплуатацией АЭС	
1.1.	Введение. Управление эксплуатацией АЭС	Состояние и перспективы атомной энергетики в России и за рубежом. Понятие эксплуатации и ее составляющие. Содержание, цели и задачи курса. Основные процессы деятельности АЭС. Основные процессы эксплуатации АЭС. Функции управления. Иерархия управления и основные организационные структуры отрасли. Понятие и роль эксплуатирующей организации. Организация эксплуатации на АЭС. Международное сотрудничество в области обеспечения безопасной эксплуатации АЭС. Этапы жизненного цикла АЭС. Обеспечение качества на АЭС. Общая программа обеспечения качества ПОКАС(О).
1.2.	Нормативно-правовая база эксплуатации АЭС	Нормативный правовой акт. Международные договоры и соглашения РФ. Законы. Подзаконные правовые акты. Федеральные нормы и правила. Надзорные органы исполнительной власти в РФ. Ростехнадзор. Международные договоры и соглашения РФ. Нормы безопасности МАГАТЭ.
2.	Ввод энергоблока АЭС в эксплуатацию	
2.1.	Управление процессом ввода в эксплуатацию (ВЭ) АЭС	Планирование ВЭ. Организация ВЭ. Координация ВЭ. Контроль ВЭ. Программа обеспечения качества при вводе в эксплуатацию ПОКАС (ВЭ).
2.2.	Предпусковые наладочные работы (ПНР)	Подготовка к предпусковым наладочным работам: монтаж временных оборудования и трубопроводов, послемонтажные промывки, циркуляционная промывка ГЦК. Функциональная наладка систем и элементов. ПНР на основных и вспомогательных системах блока с ВВЭР. Холодная обкатка РУ ВВЭР. Горячая обкатка РУ ВВЭР.
2.3.	Физический пуск	Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности при физпуске. Борные промывки. Антидистиллятные мероприятия. Технологические особенности первой загрузки реактора. Программа физпуска. Выход на МКУ. Физические эксперименты.
2.4.	Энергетический пуск	Основные этапы энергетического пуска. Программа энергетического пуска. Физические эксперименты. Теплогидравлические испытания.
2.5.	Опытно-промышленная эксплуатация	Комплексное опробование оборудования и систем энергоблока: этапы увеличения мощности энергоблока, испытания оборудования и систем для подтверждения проектных параметров. Динамические испытания. Прием в промышленную эксплуатацию.
3.	Промышленная эксплуатация АЭС	

№	Наименование раздела/темы дисциплины	Содержание
3.1.	Основные определения	Эксплуатационные состояния. Проектные пределы. Эксплуатационные пределы. Эксплуатационные условия. Пределы безопасной эксплуатации. Условия безопасной эксплуатации. Максимальные проектные пределы. Переходный режим. Нормальная эксплуатация РУ. Нарушение нормальной эксплуатации РУ. Авария. Проектная авария. Запроектная авария.
3.2.	Документационное обеспечение эксплуатации	Система технической документации на АЭС. Производственно-техническая (эксплуатационная) документация и ее место в системе менеджмента качества (СМК) АЭС. Виды эксплуатационной документации. Программа обеспечения качества при эксплуатации ПОКАС(Э).
3.3.	Нормальная эксплуатация. Стационарные режимы энергоблока АЭС	Эксплуатационные состояния. Эксплуатационные пределы и условия. Режимы энергоблока (РУ) при нормальной эксплуатации. Работа на мощности (в энергетических режимах). Стояночные режимы: останов для ремонта, останов для перегрузки. Состояния турбоагрегатов.
3.4.	Нормальная эксплуатация. Переходные режимы энергоблока АЭС	Пуск энергоблока после ремонта (ППР, КПР): основные этапы. Пуск энергоблока после кратковременного останова. Программа пуска. График пуска. Останов энергоблока на ППР (КПР). Непланный останов энергоблока. Программа останова. График останова. Разгрузка энергоблока: причины, переключения на оборудовании, ограничения. Нагружение энергоблока: переключения на оборудовании, ограничения.
3.5.	Нормальная эксплуатация. Работа АЭС в энергосистеме.	Условия работы энергосистем. Требования к АЭС со стороны энергосистем. Привлечение АЭС к регулированию нагрузки энергосистемы. Переходные процессы в энергосистеме. Маневренность энергоблока АЭС: показатели, характеристики оборудования и блока в целом, пути повышения маневренности энергоблоков АЭС.
3.6.	Нормальная эксплуатация. ТОиР на АЭС	Система ППР. Виды ремонтов. Ремонтные циклы. Планирование, организация, координация и контроль ТОиР на АЭС. Содержание капитальных, средних и текущих ремонтов.
3.7.	Нормальная эксплуатация. Перегрузка топлива и обращение с ядерным топливом	Перегрузка топлива. Программа перегрузки. Состояние технологических систем. Картограмма загрузки. Порядок операций. Обеспечение ядерной и радиационной безопасности.
3.8.	Отдельные вопросы нормальной эксплуатации	Энерговыведение в активной зоне и его регулирование. Водно-химические режимы. Контроль герметичности ТВЭЛов. Технологический контроль. Методы контроля состояния металла. Методы диагностики состояния оборудования и трубопроводов. Инженерно-техническая поддержка эксплуатации. Обращение с жидкими, твердыми и газообразными радиоактивными отходами.
3.9.	Нарушения нормальной эксплуатации	Отказы. Проектные аварии. Запроектные аварии. Концепция глубокоэшелонированной защиты. Аварийные процедуры: «реакция на сигнал», «реакция на отказ», процедуры оптимального восстановления. Подходы к разработке аварийных процедур: событийно-ориентированный, симптомно-ориентированный. Критические функции безопасности.

№	Наименование раздела/темы дисциплины	Содержание
1.	Нормальная эксплуатация. Стационарные режимы энергоблока АЭС	
1.1.	Борное регулирование	Изменение расходов подпитки-продувки 1 контура. Ввод РБК в 1 контур. Ввод дистиллята в 1 контур
1.2.	Переходы по оборудованию. АВР	Переход по насосам подпитки первого контура. Переход по ниткам СВО-2
1.3.	Переключения на оборудовании	Плановая разгрузка энергоблока. Перевод питания паром КСН с 3 отбора на БРУ-СН. Отключение ПВД. Нагружение энергоблока. Перевод питания КСН с БРУ-СН на третий отбор Подключение ПВД
1.4.	Управление мощностью энергоблока	Управление ОР СУЗ реактора. Основные регуляторы энергоблока. Режимы работы ЭЧСР.
1.5.	Стояночные режимы.	«Холодное» состояние энергоблока. Останов для ремонта. Перегрузка топлива. Полная выгрузка активной зоны реактора.
2.	Нормальная эксплуатация. Переходные режимы энергоблока АЭС	
2.1.	Пуск энергоблока	Разогрев РУ. Разогрев оборудования ТО. Вывод реактора на МКУ. Перевод РУ в состояние "Работа на мощности".
2.2.	Останов энергоблока	Разгрузка энергоблока. Перевод энергоблока в «горячее» состояние. Расхолаживание РУ.
3.	Нарушения нормальной эксплуатации	
3.1.	Отказы оборудования.	Отключение турбогенератора. Отключение КЭН-1, КЭН-2. Отключение 1-го, 2-х ТПН. Отключение 1-го, 2-х, 3-х, 4-х ГЦН
3.2.	Проектные аварии.	Обесточивание собственных нужд энергоблока
3.3.	Запроектные аварии.	Полное обесточивание энергоблока

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы студентам предлагаются не только репродуктивные (выполнение упражнений по образцу, пересказ учебного материала), но и информационно-добывающие (самостоятельная работа с учебными пособиями, аудио и видео материалами, с интернет-ресурсами), проблемно-поисковые (подготовка материалов для презентаций) и творчески-репродуктивные методы работы (подготовка к участию в семинарах). Рекомендуемые интернет ресурсы для самостоятельной работы: электронно-библиотечная система <http://elibrary.ru>, электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий <http://www.IQlib.ru>, электронно-библиотечная система «Издательство Лань» www.e.lanbook.com, электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль, 8 семестр			
1.	Эксплуатационные состояния. Эксплуатационные пределы и условия. Режимы энергоблока (РУ) при нормальной эксплуатации. Работа на мощности (в энергетических режимах). Стояночные режимы: останов для ремонта, останов для перегрузки. Состояния турбоагрегатов.	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Контрольная работа №1 (комплект вопросов).
2.	Система технической документации на АЭС. Производственно-техническая (эксплуатационная) документация и ее место в системе менеджмента качества (СМК) АЭС. Виды эксплуатационной документации. Программа обеспечения качества при эксплуатации ПОКАС(Э).	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Контрольная работа №2 (комплект вопросов).
Промежуточный контроль, 8 семестр			
	Зачёт	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Комплект вопросов к зачёту.
Всего:			

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

8.2.1. Вопросы к зачёту

1. Основные процессы деятельности АЭС. Основные процессы эксплуатации АЭС. Функции управления. Организация эксплуатации на АЭС. Понятие и роль эксплуатирующей организации.
2. Этапы жизненного цикла АЭС.
3. Ввод энергоблока АЭС в эксплуатацию: перечислите и кратко охарактеризуйте основные этапы.
4. Перечислите основные этапы ПНР. Дайте краткую характеристику каждому.
5. Физпуск: какие работы выполняются на этапе физпуска, программа физпуска.
6. Организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности при физпуске.
7. Энергопуск: основные этапы и их содержание, программа энергопуска.
8. Эксплуатация энергоблока на этапе опытно-промышленной эксплуатации. Динамические испытания.
9. Система технической документации на АЭС. Производственно-техническая (эксплуатационная) документация и ее место в системе менеджмента качества (СМК) АЭС. Виды эксплуатационной документации. Программа обеспечения качества при эксплуатации ПОКАС(э).
10. Эксплуатационные состояния. Эксплуатационные пределы и условия. Режимы энергоблока (РУ) при нормальной эксплуатации. Состояния турбоагрегатов.
11. Стояночные режимы. Состояния энергоблока (РУ) «холодное», «останов для ремонта», «останов для перегрузки». Дайте развёрнутую характеристику каждому.
12. Пуск энергоблока: основные этапы. Разогрев РУ до параметров «горячего» состояния.
13. Останов энергоблока: основные этапы. Расхолаживание РУ до «холодного» состояния.
14. Работа АЭС в энергосистеме. Маневренность энергоблока АЭС: показатели, характеристики оборудования и блока в целом, пути повышения маневренности энергоблоков АЭС.
15. Нормальная эксплуатация. Стационарные режимы энергоблока АЭС.
16. Нормальная эксплуатация. Переходные режимы энергоблока АЭС.

8.2.1.2. Критерии и шкала оценивания (зачёт)

Оценка	Критерии оценки
Зачтено 90-100	– полно раскрыто содержание материала вопросов зачета – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; – продемонстрировано глубокое знание материала программы курса (части курса) – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; – ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;

	– допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию
зачтено 75-89	– вопросы зачета изложены систематизированно и последовательно; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - допущены один – два недочета при освещении основного содержания вопроса, исправленные по замечанию преподавателя; - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении материала вопроса, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию преподавателя.
Зачтено 60-74	– неполно и непоследовательно раскрыто содержание материала вопроса, однако показано общее понимание вопросов и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы; – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; – выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Не зачтено Менее 60	– не раскрыто основное содержание программного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций курса АЭС; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов. – не сформированы компетенции, умения и навыки.

8.2.2.1. Вопросы и темы к экзамену

1. Система ППР. Виды ремонтов. Ремонтные циклы. Планирование, организация, координация и контроль ТОиР на АЭС.
2. Перегрузка топлива. Программа перегрузки. Состояние технологических систем. Картограмма загрузки. Порядок операций. Обеспечение ядерной и радиационной безопасности.
3. Энерговыделение в активной зоне и его регулирование.
4. Обеспечение ВХР 1-го и 2-го контуров.
5. Инженерно-техническая поддержка эксплуатации.
6. Обращение с жидкими, твердыми и газообразными радиоактивными отходами.
7. Концепция глубокоэшелонированной защиты.
8. Нарушения нормальной эксплуатации.
9. Отказы. Эксплуатация с отклонениями.
10. Проектные аварии. Управление проектными авариями.

11. Событийно-ориентированные аварийные процедуры: «реакция на сигнал», «реакция на отказ», процедуры оптимального восстановления.
12. Запроектные аварии. Управление запроектными авариями.
13. Симптомно-ориентированные аварийные процедуры. Критические функции безопасности.
14. Техничко-экономические показатели эксплуатации АЭС.
15. Продление срока эксплуатации энергоблока АЭС.
16. Вывод энергоблока АЭС из эксплуатации.

8.2.2.2. Критерии и шкала оценивания (экзамен)

Оценка	Критерии оценки
Отлично 90-100	– полно раскрыто содержание материала экзаменационного билета – материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; – продемонстрировано глубокое знание материала программы курса (части курса) – точно используется терминология; – показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; – ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; – продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию
Хорошо 75-89	– вопросы экзаменационного билета изложены систематизированно и последовательно; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: – в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; – допущены один – два недочета при освещении основного содержания вопроса, исправленные по замечанию преподавателя; – допущены ошибка или более двух недочетов при освещении материала вопроса, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию преподавателя.
Удовлетворительно 60-74	– неполно и непоследовательно раскрыто содержание материала вопроса (вопросов) билета, однако показано общее понимание вопросов и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы; – имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;

Оценка	Критерии оценки
	– выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Неудовлетворительно Менее 60	– не раскрыто основное содержание программного материала; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций курса АЭС; – допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов. – не сформированы компетенции, умения и навыки.

8.2.3. Контрольные работы

8.2.3.1. Комплект заданий для контрольных работ.

Контрольная работа №1

1. Эксплуатационные состояния.
2. Эксплуатационные пределы и условия.
3. Режимы энергоблока (РУ) при нормальной эксплуатации.
4. Работа на мощности (в энергетических режимах).
5. Стояночные режимы: останов для ремонта, останов для перегрузки.
6. Состояния турбоагрегатов.

Контрольная работа №2

1. Система технической документации на АЭС.
2. Производственно-техническая (эксплуатационная) документация и ее место в системе менеджмента качества (СМК) АЭС.
3. Виды эксплуатационной документации.
4. Программа обеспечения качества при эксплуатации
5. ПОКАС(Э).

Контрольная работа №3

1. Пуск энергоблока после ремонта (ППР, КПР): основные этапы.
2. Пуск энергоблока после кратковременного останова.
3. Программа пуска. График пуска.
4. Останов энергоблока на ППР (КПР).
5. Неплановый останов энергоблока.
6. Программа останова. График останова.
7. Разгрузка энергоблока: причины, переключения на оборудовании, ограничения.
8. Нагрузка энергоблока: переключения на оборудовании, ограничения.

Контрольная работа №4

1. Система ППР.
2. Виды ремонтов.
3. Ремонтные циклы.
4. Планирование, организация, координация и контроль ТОиР на АЭС.
5. Содержание капитальных, средних и текущих ремонтов.

Контрольная работа №5

1. Отказы.
2. Проектные аварии.

3. Запроектные аварии.
4. Концепция глубокоэшелонированной защиты.
5. Аварийные процедуры: «реакция на сигнал», «реакция на отказ», процедуры оптимального восстановления.
6. Подходы к разработке аварийных процедур: событийно-ориентированный, симптомно-ориентированный.
7. Критические функции безопасности.

Контрольная работа №6

1. КИУМ, КПД и расход энергии на собственные нужды
 2. Штатный коэффициент, коэффициент готовности, связанный с возможностью несения номинальной электрической нагрузки.
 3. Коэффициент неготовности, связанный с неплановой недовыработкой.
 4. Количество неплановых автоматических остановов реактора в критическом состоянии.
- Коллективная доза радиационного облучения персонала.
5. Показатель тепловой экономичности.
 6. Работоспособность систем безопасности.
 7. Показатель надежности ядерного топлива.
 8. Химический индекс.
 9. Показатель потерь рабочего времени в результате несчастных случаев.

8.2.2.2. Критерии и шкала оценивания (контрольные работы)

Оценка	Критерии оценки
Отлично 90-100	– материал рассматриваемого вопроса раскрыт полностью; – материал представлен грамотно, в ясной логической последовательности; – точно и профессионально используется терминология; – продемонстрировано умение описать работу основных технологических систем на примере энергоблоков с разными типами реакторов; – продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов; – работа подготовлена в отведенное время, с необходимыми пояснениями; – продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; – допущены одна – две неточности, не искажающие сути ответа на рассматриваемые вопросы.
Хорошо 75-89	– материал рассматриваемого вопроса изложен систематизированно и последовательно; - продемонстрировано умение в целом правильно описать работу основных технологических систем на примере энергоблоков с разными типами реакторов; – продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – продемонстрировано усвоение основной литературы; – работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в изложении допущены небольшие пробелы, не искавшие содержание работы; - допущены один – два недочета при освещении основного материала вопроса

Оценка	Критерии оценки
Удовлетворительно 60-74	– неполно или непоследовательно изложено содержание материала рассматриваемого вопроса, но продемонстрировано общее понимание вопросов, продемонстрированы навыки и умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; – допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии; – выявлены пробелы в знаниях по основным системам и оборудованию АЭС; – продемонстрировано усвоение основной литературы.
Неудовлетворительно Менее 60	– ответ представлен неполно или не по сути рассматриваемого вопроса; – обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании контролируемой компетенции учебного курса; – допущены грубые ошибки в описании работы основных технологических систем, или работа систем и оборудования АЭС описана неверно; – лекционный материал и материалы основной литературы по курсу не усвоены.

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание знаний студентов происходит в ходе текущей работы на практических (семинарских) занятиях. К формам работы студентов на занятиях относятся: обсуждение вопросов по теме семинарского занятия, постановка задачи, ее решение, анализ результатов полученного решения. Кроме этого, выполнение контрольной работы в соответствии с планом проведения промежуточной аттестации, собеседование (при необходимости) по результатам выполнения контрольной работы.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей,
60-64			

			допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Основная учебная литература.

- 7.1.1 Эксплуатация АЭС. Учебное пособие - Москва: МИФИ, 2011.- 304 с.
<http://www.iqlib.ru/book/preview/E3E944CA8A954ECA9C52002E52F55BA6>
- 7.1.2 Баклушин Р.П. Стационарные режимы нормальной эксплуатации АЭС. Обнинск.: ИАТЭ 1989.
- 7.1.3 Баклушин Р.П. Переходные режимы нормальной эксплуатации АЭС. Часть 1. (на обложке – Переходные процессы нормальной эксплуатации АЭС). Обнинск.: ИАТЭ. 1999г.
- 7.1.4 Баклушин Р.П. Переходные режимы нормальной эксплуатации АЭС. Часть 2. Энергоблоки с реакторами ВВЭР. Обнинск.: ИАТЭ 2001г.
- 7.1.5 Иванов В.А. Эксплуатация АЭС. – СПб.: Энергоатомиздат, 1994.
- 7.1.6 Игнатенко Е.И., Пыткин Ю.Н. Маневренность атомных энергоблоков с реакторами типа ВВЭР. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 7.1.7 Клемин А.И. Надежность ядерных энергетических установок. Основы расчета. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
- 7.1.8 Овчинников Ф.Я., Семенов В.В. Эксплуатационные режимы ВВЭР. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
- 7.1.9 Плютинский Р.И., Погорелов В.И. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1983.
- 7.1.10 Пуско-наладочные работы на АЭС с реакторами типа ВВЭР. Волков А.П. и др. – М. Атомиздат. 1980.
- 7.1.11 Сидоренко В.А. Вопросы безопасности реакторов ВВЭР. – М. Атомиздат. 1977.
- 7.1.12 Спассков В.П. и др. Расчетное обоснование теплогидравлических характеристик реактора и РУ ВВЭР. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004.
- Ташлыков О.Л. и др. Эксплуатация и ремонт ядерных паропроизводящих установок АЭС. (в 2-х томах) – М.: Энергоатомиздат, 1995.

9.2. Дополнительная учебная литература.

- 7.2.1 Основные принципы безопасности атомных электростанций. 75-INSAG-3. Доклад Международной консультативной группы по безопасности ядерных установок. – Вена: МАГАТЭ, 1988. (Русский перевод – в информационном бюллетене Госатомэнергонадзора СССР № 2(7) 1988г.)
- 7.2.2 Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants. 75-INSAG-3. Rev. 1. INSAG-12. – Vienna.: IAEA, 1999.
- 7.2.3 The safety of nuclear power. INSAG-5. – Vienna. IAEA.1992.
- 7.2.4 INSAG-7. Чернобыльская авария: дополнение к INSAG-1. Доклад Международной консультативной группы по безопасности ядерных установок. – Вена: МАГАТЭ, 1993.
- 7.2.5 Безопасность АЭС: эксплуатация. Требования. NS-R-2. – Вена.: МАГАТЭ, 2003.
- 7.2.6 Безопасность АЭС: эксплуатация. (Требования и Руководства). Комплект докумен-

тов.

7.2.7 Безопасность АЭС: проектирование. (Руководства). Комплект документов.

7.2.8 Безопасность АЭС: правительственная инфраструктура. (Требования и Руководства).
Комплект документов.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендуемые интернет ресурсы для освоения дисциплины: электронно-библиотечная система <http://elibrary.ru>, электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий <http://www.IQlib.ru>, электронно-библиотечная система «Издательство Лань» www.e.lanbook.com, электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс «Эксплуатация АЭС» рассчитан на два семестра –1 и 2. В 1 семестре учебным планом предусмотрены лекционные, семинарские и лабораторные занятия, промежуточная форма контроля – зачет. Во 2 семестре предусмотрены лекционные и лабораторные занятия. Форма контроля – экзамен.

При подготовке к лекционным занятиям студентам следует использовать материалы презентаций, которые должны выдаваться преподавателем на первой неделе текущего семестра. Кроме этого, для каждой темы лекционного курса указана литература, которую могут использовать студенты при подготовке к лекционным аудиторным занятиям. Для более эффективного использования времени, отведенного на лекционные занятия, целесообразно подготовить также конспект лекций. Он может быть как в распечатанном виде, так и в электронной форме. Электронная форма предпочтительнее, т.к. позволяет оперативно вносить изменения в соответствии с новыми материалами, появляющимися у преподавателя.

Дополнительно на кафедре имеется специализированный класс с макетами основного технологического оборудования и технологическими схемами основных систем, а также тренажерный класс с функционально-аналитическим тренажером блока с реакторами типа ВВЭР-1000. Этот тренажер, макеты и схемы являются дополнительным учебным материалом для освоения курса «Эксплуатация АЭС».

Для контроля освоения лекционного курса предусмотрен текущий контроль в виде контрольных работ.

Методические указания к проведению семинарских занятий.

Семинарские занятия призваны закрепить и дополнить материал лекционного курса. С темами семинаров целесообразно ознакомить студентов на первом занятии. Это позволит им планомерно готовиться к занятиям в соответствии с календарным графиком. Успешное выполнение плана семинарских занятий позволит студентам подготовиться к промежуточной аттестации – экзамену по курсу «Эксплуатация АЭС».

Общие методические рекомендации.

1. Студент должен отчетливо представлять, что курс «Эксплуатация АЭС» базируется на знаниях, ранее полученных в курсах «Атомные электростанции», «Техническая термодинамика», «Механика жидкости и газа», «Тепломассообмен в энергетическом оборудовании», «Физика ядерных реакторов», «Ядерные энергетические реакторы», «Парогенераторы и теплообменники АЭС».

2. При подготовке к семинарским занятиям студенты должны повторить материалы из соответствующих разделов дисциплин, указанных выше, а также материалы предыдущих разделов кур-

са «Эксплуатация АЭС».

Семинарские занятия целесообразно начинать с обсуждения темы занятия. При этом необходимо сформулировать цель и задачи данного занятия. Провести опрос студентов по теоретической части, связанной с рассматриваемой задачей.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

1. Проведение практических занятий с использованием мультимедийных презентаций.
2. Просмотр видео материалов.
3. Консультирование посредством электронной почты.
4. Использование Интернет-источников и поисковых систем Интернет для поиска примеров, поиска дополнительных к лекционным и семинарским занятиям материалов.

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для более удобного и наглядного представления лекционного материала используется компьютерная презентация по всем темам рабочей программы дисциплины. Кроме этого, используются макеты основного оборудования и схемы, имеющиеся в специализированных классах кафедры, компьютерный класс кафедры, тренажерный центр функционально-аналитического тренажера блока с реактором ВВЭР-1000.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для успешного освоения дисциплины сочетаются традиционные и инновационные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения по ООП. Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе интерактивных форм проведения занятий.

Основными образовательными технологиями, используемыми в обучении по дисциплине «Эксплуатация АЭС», являются:

- технологии активного и интерактивного обучения – дискуссии, просмотр и обсуждение видеофильмов, обсуждение материалов на семинарских занятиях;
- технологии проблемного обучения - практические задания и вопросы проблемного характера;
- технология дифференцированного обучения - обеспечение адресного построения учебного процесса, учет способностей студента к тому или иному роду деятельности.

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения)

Самостоятельная работа выполняется по темам, изложенным в подразделе 4.2.

14.3. Краткий терминологический словарь

АЭС – атомная электростанция

БРУ-СН - быстродействующая редуцирующая установка сброса пара в коллектор собственных нужд

ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор

ВХР – водно-химический режим

ВЭ – ввод в эксплуатацию

ГЦК – главный циркуляционный контур
ГЦН – главный циркуляционный насос
ЗПА – запроектная авария
ИС – исходное событие
КИУМ – коэффициент использования установленной мощности
КПД – коэффициент полезного действия
КПР – капитальный плановый ремонт
КЭН – конденсатный электронасос
МКУ – минимально-контролируемый уровень мощности
ОР – орган регулирования
ПВД – подогреватели высокого давления
ПНР – пуско-наладочные работы
ПОКАС(О) – программа обеспечения качества общая
ПОКАС (ВЭ) - программа обеспечения качества при вводе в эксплуатацию
ПОКАС (Э) - программа обеспечения качества общая при эксплуатации
ППР – планово-предупредительный ремонт
ПСЭ – продление срока эксплуатации
РО – реакторное отделение
РУ – реакторная установка
СВО – специальная водоочистка
СМК – система менеджмента качества
СУЗ – система управления и защиты реактора
ТО – турбинное отделение
ТОиР – техническое обслуживание и ремонт
ТПН – турбопитательный насос
ЭЧСР – электронная часть системы регулирования

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при

этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

к.т.н, доцент отделения ЯФиТ(О) Слободчук В.И.