

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

Утверждено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 28.08.2023 № 23.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Оборудование АЭС

название дисциплины

для направления подготовки

14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

код и название направления подготовки

образовательная программа

Ядерные реакторы и энергетические установки

Форма обучения: заочная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задачи 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) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений и относится к профессиональному модулю (дисциплина по выбору).

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Ядерный топливный цикл;
- Физика ядерных реакторов.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Ввод, вывод и эксплуатация АЭС;
- Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика.

Дисциплина изучается на 1 курсе в установочной, зимней и летней сессиях.

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

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

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	Способен владеть основами проектирования и конструирования оборудования	З-ПК-1 Знать: основы компьютерных и информационных технологий. У-ПК-1 Уметь: работать с документацией по эксплуатации систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники.

		В-ПК-1 Владеть: навыками оформления результатов проведенных измерений, расчетов и других работ при проектировании и конструировании оборудования.
--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках освоения ОП магистратуры программа воспитания не реализуется.

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	Количество часов на вид работы по семестрам:			
	1 курс, установочная сессия	1 курс, зимняя сессия	1 курс, летняя сессия	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем				
Аудиторные занятия (всего)	16	16		32
В том числе:				
лекции	8	8		16
практические занятия	8	8		16
лабораторные занятия				
Промежуточная аттестация				
В том числе:				
зачет		4		4
экзамен			9	9
Самостоятельная работа обучающихся	56	52	27	135
Всего (часы):	72	72	36	180
Всего (зачетные единицы):	2	2	1	5

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)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
	1. Конструктивное исполнение АЭС	4	4			25
	1.1. Общая архитектура и классификация ЯЭУ	0,5	0,5			3

	1.2. Тепловые схемы АЭС	0,5	0,5			3
	1.3. Состав АЭС	0,5	0,5			3
	1.4. Конструктивное исполнение ВВЭР	1	1			4
	1.5. Конструктивное исполнение РБМК	1	1			6
	1.6. Конструктивное исполнение БН	0,5	0,5			6
	2. Оборудование АЭС	4	4			31
	2.1. Насосы	0,5	0,5			4
	2.2. Уплотнения	0,5	0,5			3
	2.3. Компенсатор давления	0,5	0,5			5
	2.4. Трубопроводы АЭС	0,5	0,5			3
	2.5. Арматура	0,5	0,5			3
	2.6. Очистка теплоносителя на АЭС	0,5	0,5			5
	2.7. Дезактивация на АЭС	0,5	0,5			3
	2.8. Теплообменные аппараты	0,5	0,5			5
	Итого за 1 сессию:	8	8			56
	2. Оборудование АЭС	7	7			38
	2.9. Парогенераторы	1	1			5
	2.10. Регенеративный подогрев	1	1			5
	2.11. Система питательной воды	1	1			5
	2.12. Сепаратор-пароперегреватель	1	1			5
	2.13. Турбомашины АЭС	1	1			6
	2.14. Конденсационные установки	1	1			6
	2.15. Техническое водоснабжение АЭС	1	2			6
	3. Размещение АЭС	1	1			14
	3.1. Размещение АЭС	0,5	0,5			7
	3.2. Проектные аварии на АЭС	0,5	0,5			7
	Итого за 2 сессию:	8	8			52
	Всего:	16	16			108

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-8	1. Конструктивное исполнение АЭС	
1	1.1. Общая архитектура и классификация ЯЭУ	Вводная лекция. Цели и задачи курса «Оборудование АЭС». Ядерная энергетика России. Общая архитектура и классификация ЯЭУ.
2	1.2. Тепловые схемы АЭС	Тепловые схемы АЭС. Энергетические циклы

		установок и коэффициент полезного действия.
3	1.3. Состав АЭС	Состав АЭС, основные компоненты и их назначение. АЭС с ВВЭР-1000. АЭС с РБМК-1000.
4-5	1.4. Конструктивное исполнение ВВЭР	Корпус и внутрикорпусное оборудование, ТВС, основные характеристики корпуса и активной зоны ВВЭР-1000.
5-6	1.5. Конструктивное исполнение РБМК	Реактор, внутриреакторное пространство, КМПЦ, ТВС.
7-8	1.6. Конструктивное исполнение БН	Корпус и внутрикорпусное оборудование, ТВС, основные характеристики корпуса и активной зоны БН-600.
9-16	2. Оборудование АЭС	
9	2.1. Насосы	Насосы – общие сведения: основные характеристики, классификация (объемные, лопаточные, струйные), явление кавитации. Специальные насосы АЭС. Устройство и принцип действия. ГЦЭН-310, ГЦН-195, ЦВН-8: конструкция, технические характеристики.
10	2.2. Уплотнения	Уплотнение силового оборудования. Конструктивное выполнение уплотнений различного типа.
11	2.3. Компенсатор давления	Компенсатор давления – назначение, состав, принцип действия. Паровой компенсатор давления реактора ВВЭР-440.
12	2.4. Трубопроводы АЭС	Материалы, особенности конструктивного исполнения, соединения трубопроводов.
13	2.5. Арматура	Арматура: назначение, разновидности, устройство и принцип действия. Правила установки и эксплуатации. Задвижки, вентили, клапаны.
14	2.6. Очистка теплоносителя на АЭС	Радиационные процессы в контуре. Химические процессы в контуре. Причины загрязнения теплоносителя. Водный режим реакторов. Очистка водного теплоносителя. Аппараты для очистки воды, принципы их работы и условия эксплуатации. Дезактивация теплоносителя на АЭС.
15	2.7. Дезактивация на АЭС	Классификация видов загрязнений. Основные методы дезактивации оборудования и помещений: химический, химико-механический, электрохимический, пароземulsionный, гидродинамический. Обезвреживание радиоактивных отходов. Основные источники образования радиоактивных отходов на АЭС.
16	2.8. Теплообменные аппараты	Теплообменные аппараты: физические основы, конструкции, классификация, характеристики, режимы использования. Коррозия в теплообменных аппаратах. Основные способы борьбы с коррозией.

1-2	2.9. Парогенераторы	Парогенераторы: место парогенератора в тепловой схеме АЭС. Требования, предъявляемые к парогенераторам; типы, конструктивные особенности, режимы использования, принципы работы, теплотехнические характеристики. Гидродинамическое совершенствование парогенераторной установки АЭС с ВВЭР. Рассмотрение проектных аварий: разрыв труб теплообмена и главного паропровода.
3-4	2.10. Регенеративный подогрев	Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения. Конструкции регенеративных подогревателей. Подогреватели низкого и высокого давления. Охладители дренажа и конденсата.
5-6	2.11. Система питательной воды	Система питательной воды: деаэратор и вспомогательное оборудование. Способы деаэрации воды и конструктивное выполнение деаэраторов. Общие требования, предъявляемые к деаэраторам. Конструкция деаэрационной колонны. Описание процесса деаэрации.
7-8	2.12. Сепаратор-пароперегреватель	Промежуточная сепарация пара. Сепаратор-пароперегреватель: назначение и устройство. Назначение и устройство сепаратосборника. Назначение и устройство конденсатосборников. Краткое описание работы СПП. Включение СПП в схему установки.
9-10	2.13. Турбомашины АЭС	Турбомашины АЭС: место турбины и турбоустановки в энергоблоке, элементы паротурбинной установки, основы безопасной эксплуатации. Многоступенчатые турбины. Принцип действия. Особенности турбинных установок на насыщенном паре. Особенности работы турбинной установки на радиоактивном паре. Турбина К-500-65/3000: цилиндр высокого давления, цилиндр низкого давления.
11-12	2.14. Конденсационные установки	Конденсационные установки: назначение и состав конденсатной установки. Принцип работы. Система основного конденсата: главный конденсатор и вспомогательное оборудование - краткое техническое описание. Деаэрация в конденсаторе. Методы борьбы с присосами охлаждающей воды в конденсаторах. Развитие современных конденсаторов. Конденсатор К-10120. Эжектор основной ЭП-3-5/150.
13-14	2.15. Техническое водоснабжение АЭС	Техническое водоснабжение АЭС: назначение, типы систем технического водоснабжения. Прямоточная система технического водоснабжения. Охлаждение

		конденсаторов турбины. Виды загрязнений конденсаторов турбин. Причины загрязнений конденсаторов. Основные типы охлаждающих устройств оборотных систем водоснабжения. О возможности использования морской воды для охлаждения конденсаторов турбин АЭС.
15-16	3. Размещение АЭС	
15	3.1. Размещение АЭС	Размещение АЭС и оборудования в здании. Выбор места и генеральный план АЭС. Компонировка оборудования в главном корпусе АЭС. Эволюция конструкции главного корпуса. Защитная оболочка: назначение и конструкция. Компонировка оборудования 1 контура в гермооболочке. О возможности установления естественной циркуляции.
16	3.2. Проектные аварии на АЭС	Проектные аварии на АЭС с ВВЭР-1000: затопление площадки, ударная волна, землетрясение, падение самолета.

Практические/семинарские занятия

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-8	1. Конструктивное исполнение АЭС	
1	1.1. Общая архитектура и классификация ЯЭУ	Ядерная энергетика мира.
2	1.2. Тепловые схемы АЭС	Тепловые схемы АЭС
3	1.3. Состав АЭС	АЭС с БН. АЭС с CANDU.
4-5	1.4. Конструктивное исполнение ВВЭР	Основные характеристики ВВЭР-1000.
5-6	1.5. Конструктивное исполнение РБМК	Основные характеристики РБМК-1000.
7-8	1.6. Конструктивное исполнение БН	Основные характеристики БН-600.
9-16	2. Оборудование АЭС	
9	2.1. Насосы	ГЦЭН-310, ГЦН-195, ЦВН-8: конструкция, технические характеристики.
10	2.2. Уплотнения	Конструктивное выполнение уплотнений различного типа.
11	2.3. Компенсатор давления	Компенсатор давления – назначение, состав, принцип действия.
12	2.4. Трубопроводы АЭС	Материалы, особенности конструктивного исполнения, соединения трубопроводов.
13	2.5. Арматура	Арматура: назначение, разновидности, устройство и принцип действия. Задвижки, вентили, клапаны.
14	2.6. Очистка теплоносителя на АЭС	Аппараты для очистки воды, принципы их работы и условия эксплуатации. Дезактивация теплоносителя на АЭС.
15	2.7. Дезактивация на АЭС	Классификация видов загрязнений. Основные методы дезактивации оборудования и помещений: химический, химико-механический, электрохимический,

		пароэмульсионный, гидродинамический. Обезвреживание радиоактивных отходов. Основные источники образования радиоактивных отходов на АЭС.
16	2.8. Теплообменные аппараты	Основные способы борьбы с коррозией.
1-2	2.9. Парогенераторы	Требования, предъявляемые к парогенераторам; типы, конструктивные особенности, режимы использования, принципы работы, теплотехнические характеристики. Рассмотрение проектных аварий: разрыв трубок теплообмена и главного паропровода.
3-4	2.10. Регенеративный подогрев	Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения. Конструкции регенеративных подогревателей.
5-6	2.11. Система питательной воды	Система питательной воды: деаэратор и вспомогательное оборудование. Способы деаэрации воды и конструктивное выполнение деаэраторов. Общие требования, предъявляемые к деаэраторам. Описание процесса деаэрации.
7-8	2.12. Сепаратор-пароперегреватель	Промежуточная сепарация пара. Сепаратор-пароперегреватель: назначение и устройство. Назначение и устройство сепаратосборника. Назначение и устройство конденсатосборников.
9-10	2.13. Турбомашины АЭС	Турбомашины АЭС: место турбины и турбоустановки в энергоблоке, элементы паротурбинной установки, основы безопасной эксплуатации. Многоступенчатые турбины. Принцип действия. Особенности турбинных установок на насыщенном паре. Особенности работы турбинной установки на радиоактивном паре.
11-12	2.14. Конденсационные установки	Конденсационные установки: назначение и состав конденсатной установки. Принцип работы.
13-14	2.15. Техническое водоснабжение АЭС	Техническое водоснабжение АЭС: назначение, типы систем технического водоснабжения. Прямоточная система технического водоснабжения. Охлаждение конденсаторов турбины. Виды загрязнений конденсаторов турбин. Причины загрязнений конденсаторов. Основные типы охлаждающих устройств оборотных систем водоснабжения
15-16	3. Размещение АЭС	
15	3.1. Размещение АЭС	Размещение АЭС и оборудования в здании. Выбор места и генеральный план АЭС. Компонировка оборудования в главном корпусе АЭС. Эволюция конструкции главного корпуса. Защитная оболочка: назначение и конструкция.

16	3.2. Проектные аварии на АЭС	Аварии на АЭС (ТМІ, Чернобыльская АЭС, Фукусима).
----	------------------------------	---

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Оборудование АЭС», утверждено на заседании отделения ЯФиТ (протокол № 1 от «30» августа 2021 г.).

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

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 1 сессия			
1.	Конструктивное исполнение АЭС	3-ПК-3	Кл1
2.	Оборудование АЭС	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Дкл.
Промежуточная аттестация, 1 сессия			
	зачет	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Вопросы к зачету
Текущая аттестация, 2 сессия			
1.	Оборудование АЭС	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Кл2
2.	Размещение АЭС	3-ПК-3	Т1
Промежуточная аттестация, 2 сессия			
	Экзамен	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Экзаменационный билет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

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

– Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

– Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация в семестре обучения по образовательным программам магистратуры, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость в конце учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

1 сессия

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация		36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1		36 (60% от 30)	60
Кл1		18	30
Дкл		18	30
Промежуточная аттестация		24 – (60% 40)	40
Зачет			
<i>Вопрос 1</i>		12	20
<i>Вопрос 2</i>		12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

2 сессия

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация		36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1		36 (60% от 30)	60
Кл2		18	30
Т1		18	30
Промежуточная аттестация		24 – (60% 40)	40
Экзамен			
<i>Вопрос 1</i>		12	20
<i>Вопрос 2</i>		12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся 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 обучающемуся, 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 обучающемуся, 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 обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64			
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

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

а) основная учебная литература:

1. Эксплуатационные режимы АЭС: учебное пособие / Р.П. Баклушин. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом МЭИ, 2012, - 532 с., ил.
2. Атомные электростанции: учебное пособие / В.М. Зорин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 672 с.: ил.
3. Лебедев В. А. Ядерные энергетические установки //Санкт-Петербург: Изд-во Лань. – 2015. – Т. 189.

4. Лескин, С. Т. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР-1000 : учебное пособие / С. Т. Лескин, А. С. Шелегов, В. И. Слободчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 116 с. — ISBN 978-5-7262-1492-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75760>.
5. Шелегов, А. С. Физические особенности и конструкция реактора РБМК-1000 : учебное пособие / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-1488-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75767>.
6. Рошкетаев Б. М. Водно-химический режим АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и РБМК-1000. — 2010.
7. НП-001-15. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций.

б) дополнительная учебная литература:

1. Владимиров В.И. Физика ядерных реакторов. Практические задачи по их эксплуатации. Изд. 5-е, переработанное и доп. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. — 480 с.
2. Шелегов, А. С. Насосное оборудование АЭС : учебное пособие / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 348 с. — ISBN 978-5-7262-1499-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75747>.
3. Ядерные технологии: история, состояние, перспективы : учебное пособие / А. А. Андрианов, А. И. Воропаев, Ю. А. Коровин, В. М. Мурогов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 180 с. — ISBN 978-5-7262-1594-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75776>.
4. Безопасность АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. / Под общей редакцией члена-корреспондента АН РФ В.И. Рачкова / Кузнецов И.А., Поплавский В.М. — М.: Издат, 2012. — 632 с.
5. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С.А. Андрущечко, А.М. Афров, Б.Ю. Васильев и др. М.: Логос, 2010.
6. Баклушин Р. П. Технология энергоблоков АЭС с натриевым теплоносителем. (История развития и опыт эксплуатации). — 2012.
7. Елохин А. П. Методы и средства систем радиационного контроля окружающей среды. — 2014.

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

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [Электронный ресурс] URL: <http://elibrary.ru> (Дата обращения: 10.05.2021).
2. Электронно-библиотечная система издательство "Лань": [Электронный ресурс] URL: www.e.lanbook.com (Дата обращения: 10.05.2021).
3. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ": [Электронный ресурс] URL: www.library.mephi.ru (Дата обращения: 10.05.2021).
4. E-learning for Nuclear Newcomers [Электронный ресурс] URL: <https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/e-learning-for-nuclear-newcomers> (Дата обращения: 10.05.2021).
5. Росатом [Электронный ресурс] URL: <http://www.rosatom.ru> (Дата обращения: 10.05.2021).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При

изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю
Лабораторные занятия	При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.
Доклад	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Индивидуальное домашнее задание	При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.

Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.
-----------------------	--

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

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- Интерактивное общение с помощью программы skype;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
- Понятийный тренажер реактора БН-350.
- Понятийный тренажер реактора ВВЭР-1000.

12.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
- 2) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 3) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, <https://.book.ru/>;
- 4) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary), <https://elibrary.ru>;
- 5) Базовая версия ЭБС IPRbooks, <https://.iprbooks.ru>;
- 6) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» <https://.studentlibrary.ru>;
- 7) Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru», <https://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>;
- 8) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <https://urait.ru/>.

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

Лекционные и практические занятия:

Учебная аудитория на 20 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Общая архитектура и классификация ЯЭУ	лекции	0.5	лекция-беседа
2.	Тепловые схемы АЭС	лекции	0.5	лекция-беседа
3.	Состав АЭС	лекции	0.5	лекция-беседа
4.	Конструктивное исполнение ВВЭР	лекции	1	лекция-беседа
5.	Конструктивное исполнение РБМК	лекции	1	лекция-беседа
6.	Конструктивное исполнение БН	лекции	0.5	лекция-беседа
7.	Насосы	лекции	0.5	лекция-беседа
8.	Уплотнения	лекции	0.5	лекция-беседа
9.	Компенсатор давления	лекции	0.5	лекция-беседа
10.	Трубопроводы АЭС	лекции	0.5	лекция-беседа
11.	Арматура	лекции	0.5	лекция-беседа

12.	Очистка теплоносителя на АЭС	лекции	0.5	лекция-беседа
13.	Дезактивация на АЭС	лекции	0.5	лекция-беседа
14.	Теплообменные аппараты	лекции	0.5	лекция-беседа, метод работы в малых группах
15.	Парогенераторы	семинары	1	лекция-беседа, метод работы в малых группах
16.	Регенеративный подогрев	семинары	1	мозговой штурм
17.	Система питательной воды	семинары	1	лекция-беседа
18.	Сепаратор-пароперегреватель	лекции	1	лекция-беседа
19.	Турбомашины АЭС	семинары	1	мозговой штурм
20.	Конденсационные установки	семинары	1	лекция-беседа
21.	Техническое водоснабжение АЭС	семинары	1	мозговой штурм
22.	Размещение АЭС	семинары	0.5	мозговой штурм
23.	Проектные аварии на АЭС	семинары	0.5	мозговой штурм

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Темы для самостоятельного изучения

1. Ядерный топливный цикл.
2. История развития и конструктивные особенности кипящих реакторов.
3. История развития и конструктивные особенности тяжеловодных реакторов.
4. История развития и конструктивные особенности газоохлаждаемых реакторов.
5. История развития и конструктивные особенности реакторов на быстрых нейтронах.
6. История развития и конструктивные особенности водо-водяных реакторов.
7. История развития и конструктивные особенности термоядерных реакторов.
8. Конструктивные особенности реакторов малой и сверхмалой мощности.
9. Конструктивные особенности реакторов космического назначения.
10. Перспективные виды ядерного топлива.
11. Конструкционные предпосылки и протекание аварии на ТМІ.
12. Конструкционные предпосылки и протекание аварии на ЧАЭС.
13. Конструкционные предпосылки и протекание аварии на АЭС Фукусима.
14. Проект GIF-IV.
15. Проект INPRO.
16. Технологии переработки ОЯТ.
17. Современные системы безопасности АЭС.
18. Ядерные реакторы АПЛ.
19. Ядерная медицина.

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 так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся 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 обучающийся 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 так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний, обучающихся на практических 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 обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся 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 обучающийся 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:

_____ Р.В. Фомин, к.т.н., доцент отд. ЯФиТ

Рецензент:

_____ Д.С. Самохин, к.т.н., доцент отд. ЯФиТ

_____/_____
....