

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

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Оборудование АЭС

название дисциплины

для направления подготовки

12.03.01 Приборостроение

код и название направления подготовки

образовательная программа

Приборы и методы контроля качества и диагностики

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-4	Способен разрабатывать технологические процессы и техническую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей приборов и комплексов	Знать: порядок осуществления всех видов операций, входящих в технологический процесс; знать основные задачи и стадии проектирования, состав конструкторских и технологических документов; знать принципы и механизм разработки технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов Уметь: разрабатывать все виды операций, входящих в технологический процесс изготовления блоков, узлов и деталей приборов и комплексов; уметь разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов. Владеть: навыками разработки индивидуальных, типовых и групповых технологических процессов изготовления блоков, узлов и деталей приборов и комплексов; владеть навыками разработки технологической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов.
ПК-9.1	Способен организовать работу по контролю состояния оборудования и технологической оснастки	Знать: различные подходы по обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию экспериментальных, эксплуатационных и экспертных данных. Уметь: представлять информацию в иерархическом виде (outline) и в виде карт памяти, технологических карт Владеть: инструментами представления информации в виде визуальных схем с использованием компьютерных программ
ПК-9.2	Готовность испытать Изготавливаемые изделия	Знать: основы планирования и проведения исследований и испытаний изготавливаемых приборов и изделий Уметь: ставить цели и задачи испытаний, разрабатывать планы проведения испытаний

		Владеть: компьютерными программными средствами и инструментами планирования и проведения испытаний
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля.

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

- Ядерные технологии.
- Детали машин и основы конструирования.

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

- Промышленный дизайн и прототипирование.
- Производственная практика: производственно-технологическая практика.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

3. 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	Заочная
	Семестр	Курс
	№ 6	№3
	Количество часов на вид работы:	
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия (всего)	48	
В том числе:		
<i>лекции</i>	16	
<i>практические занятия</i>	32	
<i>лабораторные занятия</i>	0	
Промежуточная аттестация		
В том числе:		
<i>зачет</i>	-	
<i>экзамен</i>	36	

Самостоятельная работа обучающихся		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	24	
В том числе:		
проработка учебного материала	10	
подготовка к коллоквиуму	5	
подготовка к тесту	5	
подготовка экзамену	4	
Всего (часы):	108	
Всего (зачетные единицы):	3	

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

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

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)									
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Конструктивное исполнение АЭС	3	6			15					
1.1.	Общая архитектура и классификация ЯЭУ	0.5	1			3					
1.2.	Тепловые схемы АЭС	0.5	1			3					
1.3.	Состав АЭС	1	2			3					
1.4.	Конструктивное исполнение ВВЭР	0.5	1			3					
1.5.	Конструктивное исполнение РБМК	0.5	1			3					
2.	Оборудование АЭС	11	22			39					
2.1.	Насосы	0.5	1			1					
2.2.	Уплотнения	0.5	1			1					
2.3.	Компенсатор давления	1	2			1					
2.4.	Трубопроводы АЭС	0.5	1			1					
2.5.	Арматура	0.5	1			1					
2.6.	Очистка теплоносителя на АЭС	0.5	1			1					
2.7.	Деактивация на АЭС	0.5	1			1					
2.8.	Теплообменные аппараты	0.5	1			1					
2.9.	Парогенераторы	1	2			1					
2.10.	Регенеративный подогрев	1	2			1					
2.11.	Система питательной воды	0.5	1			2					
2.12.	Сепаратор-пароперегреватель	1	2			2					

2.13.	Турбوماшины АЭС	1	2			2					
2.14.	Конденсационные установки	1	2			1					
2.15.	Техническое водоснабжение АЭС	1	2			1					
3.	Размещение АЭС	2	4			6					
3.1.	Размещение АЭС	1	2			3					
3.2.	Проектные аварии на АЭС	1	2			3					
	Итого за 6 семестр:	16	32			24					
	Всего:	16	32			24					

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

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Конструктивное исполнение АЭС	
1.1.	Общая архитектура и классификация ЯЭУ	Вводная лекция. Цели и задачи курса «Оборудование АЭС». Ядерная энергетика России. Общая архитектура и классификация ЯЭУ.
1.2.	Тепловые схемы АЭС	Тепловые схемы АЭС. Энергетические циклы установок и коэффициент полезного действия.
1.3.	Состав АЭС	Состав АЭС, основные компоненты и их назначение. АЭС с ВВЭР-1000. АЭС с РБМК-1000.
1.4.	Конструктивное исполнение ВВЭР	Корпус и внутрикорпусное оборудование, ТВС, основные характеристики корпуса и активной зоны ВВЭР-1000.
1.5.	Конструктивное исполнение РБМК	Реактор, внутриреакторное пространство, КМПЦ, ТВС.
2.	Оборудование АЭС	
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.
2.2.	Уплотнения	Уплотнение силового оборудования. Конструктивное выполнение уплотнений различного типа.
2.3.	Компенсатор давления	Компенсатор давления – назначение, состав, принцип действия. Паровой компенсатор давления реактора ВВЭР-440.
2.4.	Трубопроводы АЭС	Материалы, особенности конструктивного исполнения, соединения трубопроводов.
2.5.	Арматура	Арматура: назначение, разновидности, устройство и принцип действия. Правила установки и эксплуатации. Задвижки, вентили, клапаны.
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.

2.7.	Дезактивация на АЭС	Классификация видов загрязнений. Основные методы дезактивации оборудования и помещений: химический, химико-механический, электрохимический, пароземульсионный, гидродинамический. Обезвреживание радиоактивных отходов. Основные источники образования радиоактивных отходов на АЭС.
2.8.	Теплообменные аппараты	Теплообменные аппараты: физические основы, конструкции, классификация, характеристики, режимы использования. Коррозия в теплообменных аппаратах. Основные способы борьбы с коррозией.
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 трубок теплообмена и главного паропровода.
2.10.	Регенеративный подогрев	Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения. Конструкции регенеративных подогревателей. Подогреватели низкого и высокого давления. Охладители дренажа и конденсата.
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.
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.
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.

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

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Конструктивное исполнение АЭС	
1.1.	Общая архитектура и классификация ЯЭУ	Ядерная энергетика мира.
1.2.	Тепловые схемы АЭС	Тепловые схемы АЭС
1.3.	Состав АЭС	АЭС с БН. АЭС с CANDU.
1.4.	Конструктивное исполнение ВВЭР	Основные характеристики ВВЭР-1000
1.5.	Конструктивное исполнение РБМК	Основные характеристики РБМК-1000
2.	Оборудование АЭС	

2.1.	Насосы	ГЦЭН-310, ГЦН-195, ЦВН-8: конструкция, технические характеристики.
2.2.	Уплотнения	Конструктивное выполнение уплотнений различного типа.
2.3.	Компенсатор давления	Компенсатор давления – назначение, состав, принцип действия.
2.4.	Трубопроводы АЭС	Материалы, особенности конструктивного исполнения, соединения трубопроводов.
2.5.	Арматура	Арматура: назначение, разновидности, устройство и принцип действия. Задвижки, вентили, клапаны.
2.6.	Очистка теплоносителя на АЭС	Аппараты для очистки воды, принципы их работы и условия эксплуатации. Дезактивация теплоносителя на АЭС.
2.7.	Дезактивация на АЭС	Классификация видов загрязнений. Основные методы дезактивации оборудования и помещений: химический, химико-механический, электрохимический, пароземлюсионный, гидродинамический. Обезвреживание радиоактивных отходов. Основные источники образования радиоактивных отходов на АЭС.
2.8.	Теплообменные аппараты	Основные способы борьбы с коррозией.
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.
2.10.	Регенеративный подогрев	Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения. Конструкции регенеративных подогревателей.
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.
2.12.	Сепаратор-пароперегреватель	Промежуточная сепарация пара. Сепаратор-пароперегреватель: назначение и устройство. Назначение и устройство сепаратосборника. Назначение и устройство конденсатосборников.

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.
2.14.	Конденсационные установки	Конденсационные установки: назначение и состав конденсатной установки. Принцип работы.
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
3.	Размещение АЭС	
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.
3.2.	Проектные аварии на АЭС	Аварии на АЭС (ТМІ, Чернобыльская АЭС, Фукусима).

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

1. Презентация курса;

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 6 семестр			
1.	Конструктивное исполнение АЭС	ПК-4 знать	коллоквиум
2.	Оборудование АЭС	ПК-4	коллоквиум, тест
3.	Размещение АЭС	ПСК-1	тест
Промежуточный контроль, 6 семестр			
	Экзамен	ПСК-1, ПК-4	Экзаменационный билет
Всего:			

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,

характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

6.2.1. Экзамен

а) типовые вопросы:

1. Принципиальная схема и основное оборудование одноконтурной АЭС.
2. Принципиальная схема и основное оборудование двухконтурной АЭС.
3. Принципиальная схема и основное оборудование трехконтурной АЭС.
4. Состав и назначение принципиальной тепловой схемы АЭС.
5. Основные компоненты АЭС с реактором ВВЭР-1000.
6. Основные компоненты АЭС с реактором РБМК-1000.
7. Конструктивное исполнение реактора ВВЭР-1000.
8. Классификация насосов. Принцип действия и конструкция объемных насосов.
9. Классификация насосов. Принцип действия и конструкция лопаточных насосов.
10. Классификация насосов. Принцип действия и конструкция струйных насосов.
11. Специальные насосы АЭС.
12. Конструкция ГЦН первого контура.
13. Уплотнение силового оборудования. Сальниковые уплотнения.
14. Уплотнение силового оборудования. Дроссельные уплотнения.
15. Уплотнение силового оборудования. Торцевые уплотнения.
16. Назначение и конструкция компенсатора давления.
17. Материалы трубопроводов.
18. Особенности конструктивного исполнения трубопроводов.
19. Классификация арматуры.
20. Назначение и конструкция задвижек.
21. Назначение и конструкция вентиля.
22. Назначение и конструкция клапанов.
23. Радиационные процессы в первом контуре.
24. Радиоллиз водного теплоносителя.
25. Химические процессы в первом контуре.
26. Причины загрязнения теплоносителя.
27. Водный режим реакторов.
28. Очистка водного теплоносителя.
29. Классификация радиоактивных загрязнений.
30. Методы дезактивации.
31. Химический метод дезактивации.
32. Химико-механический метод дезактивации.
33. Электрохимический метод дезактивации.
34. Пароэмульсионный метод дезактивации.
35. Гидродинамический метод дезактивации.
36. Классификация радиоактивных отходов и способы их обезвреживания.
37. Классификация теплообменных аппаратов.
38. Основные конструктивные элементы теплообменных аппаратов.
39. Классификация видов коррозии в теплообменных аппаратах.
40. Общая коррозия в теплообменных аппаратах.
41. Коррозия под напряжением в теплообменных аппаратах.

42. Межкристаллитная коррозия в теплообменных аппаратах.
43. Основные способы борьбы с коррозией в теплообменных аппаратах.
44. Назначение и конструкция парогенератора.
45. Регенеративный подогрев теплоносителя.
46. Назначение и конструкция регенеративных подогревателей низкого давления.
47. Назначение и конструкция регенеративных подогревателей высокого давления.
48. Типы регенеративных подогревателей и схемы их включения.
49. Требования к конструкции регенеративных подогревателей.
50. Назначение и конструкция охладителя дренажа.
51. Классификация способов деаэрации. Назначение и конструкция деаэратора.
52. Принцип работы деаэратора.
53. Способы деаэрации воды и конструктивное исполнение деаэраторов.
54. Общие требования, предъявляемые к деаэраторам.
55. Назначение и конструкция сепаратора-перегревателя.
56. Назначение и конструкция сепаратосборника.
57. Назначение и конструкция конденсатосборников.
58. Принцип работы сепараторов-перегревателей.
59. Многоступенчатые турбины. Общие требования к конструкции.
60. Принцип действия турбины.
61. Особенности турбин на насыщенном паре.
62. Особенности турбин на радиоактивном паре.
63. Конструкция турбины. ЦВД.
64. Конструкция турбины. ЦНД.
65. Назначение и необходимость конденсатора.
66. Влияние конденсатора на КПД паросилового цикла.
67. Обеспечение необходимого вакуума в конденсаторе.
68. Деаэрация в конденсаторе.
69. Методы борьбы с присосами в конденсаторе.
70. Состав конденсационной установки.
71. Назначение и конструкция эжектора.
72. Возможные схемы технического водоснабжения АЭС.
73. Причины загрязнения конденсаторов и способы борьбы с загрязнениями.
74. Основные типы охладительных устройств технического водоснабжения.
75. Назначение и конструкция брызгальных бассейнов.
76. Назначение и конструкция прудов-охладителей.
77. Назначение и конструкция градирен.
78. Общие требования к площадке АЭС и генеральному плану.
79. Общие требования к компоновке оборудования в главном корпусе АЭС.
80. Типы компоновок АЭС.
81. Назначение и конструкция защитной оболочки.
82. Компоновка оборудования 1-го контура в гермооболочке.
83. Способы обеспечения естественной циркуляции в первом контуре.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):
В критерии оценки знаний по экзамену входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

В экзаменационный билет входит 2 вопроса. Максимальная сумма баллов за ответ на один вопрос билета - 20 баллов.

15-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который :

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета.

8-14 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- ответил на один из двух вопросов билета.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

6.2.2. Коллоквиум

а) типовые вопросы - образец:

1. Общая архитектура и классификация ЯЭУ.
2. Основные технические параметры АЭС с реактором БН-600.
3. Явление кавитации.
4. Обезвреживание радиоактивных отходов.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний по коллоквиуму входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

Каждому студенту задается 3 вопроса в произвольном порядке из списка вопросов к коллоквиуму. Каждый вопрос оценивается от 0 до 10 баллов.

7-10 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который :

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических основ вопроса.

4-6 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-3 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических основ вопроса;

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не обладает достаточным объемом знаний.

6.2.3. Тест

а) типовые вопросы - образец:

1. К какому типу насосов относится ГЦН?

- объемный
- лопаточный
- струйный
- электромагнитный

2. Конечная влажность за турбиной в реакторе ВВЭР-1000?

- 7%
- 5%
- 14%
- 21%

б) критерии и шкала оценивания

Баллы	Шкала
30	Количество верных ответов в интервале: 90-100%
24	Количество верных ответов в интервале: 75-89%
18	Количество верных ответов в интервале: 60-74%
12	Количество верных ответов в интервале: 0-50%

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

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Коллоквиум	18	30
	Контрольная точка № 2		
	Тест	18	30
Промежуточный	Экзамен		
	Экзамен	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Устный опрос проводится на каждом практическом занятии и затрагивает как тематику прошедшего занятия, так и лекционный материал. Применяется групповое оценивание ответа или оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, выполнение практических работ), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на экзамене.

7. 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. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР-1000 : учеб. пособие для студ. вузов / С. Т. Лескин, А. С. Шелегов, В. И. Слободчук. - М. : НИЯУ МИФИ , 2011. - 116 с. : ил. 135 экз.
4. Физические особенности и конструкция реактора РБМК-1000 : учеб. пособие для студ. вузов / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. - М. : НИЯУ МИФИ , 2011. - 64 с. : ил. 135 экз.
5. НП-001-15. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций.
6. Лебедев, В. А. Ядерные энергетические установки [Электронный ресурс] [Текст] : учебное пособие / Лебедев В. А. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 192 с. <https://e.lanbook.com/book/67466>

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. Насосное оборудование АЭС : учеб. пособие для студ. вузов / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. - М. : НИЯУ МИФИ , 2011. - 348 с. : ил.
3. Ядерные технологии: история, состояние, перспективы: Учебное пособие. / Андрианов А.А., Воропаев А.И., Коровин Ю.А., Муругов В.М. – М: НИЯУ МИФИ, 2012. – 180 с.
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. Андрушечко, А.М. Афров, Б.Ю. Васильев и др. М.: Логос, 2010.

8. 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).

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. 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	Группе задаётся определенная проблема для обсуждения и студенты по очереди высказывают предложения. Затем проходит обсуждение высказанных предложений с целью определить наиболее сильные и слабые решения. По результатам работы по конкретной проблеме группа представляет презентацию по заранее определённому формату.
Тест	При подготовке к тесту необходимо ориентироваться на конспекты лекций, материал практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Важно добиться понимания изучаемой дисциплины.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам. При подготовке к коллоквиуму необходимо разобрать определения всех понятий и основных элементов конструкции АЭС.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, материал практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень информационных технологий

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Интерактивное общение с помощью программы skype, zoom, google meet.

– Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

10.2. Перечень программного обеспечения

– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

11. 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.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. 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	семинары	1	лекция-беседа
2.	Тепловые схемы АЭС	семинары	1	лекция-беседа
3.	Состав АЭС	семинары	2	лекция-беседа
4.	Конструктивное исполнение ВВЭР	семинары	1	метод работы в малых группах
5.	Конструктивное исполнение РБМК	семинары	1	метод работы в малых группах
6.	Насосы	семинары	1	лекция-беседа
7.	Уплотнения	семинары	1	лекция-беседа
8.	Компенсатор давления	семинары	2	лекция-беседа
9.	Трубопроводы АЭС	семинары	1	лекция-беседа
10.	Арматура	семинары	1	лекция-беседа
11.	Очистка теплоносителя на АЭС	семинары	1	лекция-беседа, метод работы в малых группах
12.	Деактивация на АЭС	семинары	1	лекция-беседа, метод работы в малых группах
13.	Теплообменные аппараты	семинары	1	лекция-беседа

14.	Парогенераторы	семинары	2	лекция-беседа
15.	Регенеративный подогрев	семинары	2	лекция-беседа
16.	Система питательной воды	семинары	1	лекция-беседа
17.	Сепаратор-пароперегреватель	семинары	2	лекция-беседа
18.	Турбомашины АЭС	семинары	2	лекция-беседа
19.	Конденсационные установки	семинары	2	лекция-беседа
20.	Техническое водоснабжение АЭС	семинары	2	лекция-беседа
21.	Размещение АЭС	семинары	2	лекция-беседа
22.	Проектные аварии на АЭС	семинары	2	лекция-беседа

12.2. 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

Программа составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение.

Программу составил:

_____ Р.В. Фомин, ст. преподаватель отд. ЯФиТ

Рецензент:

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