

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

Атомные электрические станции

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Код и название направления подготовки

профиля

Ядерные реакторы и энергетические установки

название профиля

Форма обучения: заочная

г. Обнинск, 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

дать студентам систематическое изложение основ эксплуатации атомных электрических станций с различным оборудованием, включенным в состав первого и второго контуров

Задачи изучения дисциплины:

дать знания о типах атомных электрических станций (АЭС), выборе параметров АЭС, тепловой экономичности АЭС, места АЭС в энергосистеме и их основное оборудование, генерации на АЭС, водно-химический режим в контурах ЯЭУ, а также в главном реакторном контуре и его вспомогательных системах.

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

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к профессиональному модулю; изучается на 2 курсе в летнюю сессию.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Физика ядерных реакторов; Оборудование АЭС.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Расчетное обоснование эксплуатации реакторов.

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:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	8
В том числе:	
лекции	
практические занятия	8
лабораторные занятия	
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
зачет	
зачет с оценкой	4
экзамен	
Самостоятельная работа обучающихся	24
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 учебной работы в часах			
		Аудиторные учебные занятия			СРО
		Лек	Сем/Пр	Лаб	
1	Введение. Типы АЭС и их основное оборудование.		0,5	-	2
2.	Выбор параметров. Тепловая экономичность АЭС. Место АЭС в энергосистеме		1	-	2
3	Регенерация на АЭС		0,5	-	2
4	Водно-химический режим в контурах ЯЭУ		1	-	2
5	Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы.		1	-	2
6	Турбинные установки. Внутренняя и промежуточная сепарация.		1	-	2
7	Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. Схемы конденсатоочистки		0,5	-	2
8	Техническое водоснабжение		0,5	-	2
9	Испарительные установки и схемы их включения в тепловую схему АЭС		0,5	-	2
10	Активация и дезактивация на АЭС. Радиоактивные отходы на АЭС. Обращение с радиоактивными отходами.		0,5	-	2
11	Вентиляционные установки на АЭС.		0,5	-	2
12	Расчет тепловых схем АС.		0,5	-	2

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование темы/раздела дисциплины	Содержание
1.	Введение. Типы АЭС и их основное оборудование. Литература. (1), введение, гл. 1; (2), гл.1,2; (3), гл.1.	Содержание и построение курса. Рекомендуемая литература. Типы ЯЭУ, назначение, перспективы. Основное технологическое оборудование ЯЭУ. Назначение, основные требования, предъявляемые к основному оборудованию ЯЭУ. Теплоносители и рабочие тела ЯЭУ. Требования, предъявляемые к теплоносителям и рабочим телам, их свойства.
2.	Выбор параметров. Тепловая экономичность АЭС. Место АЭС в энергосистеме Литература. (3), гл. 2,9	Термодинамические циклы ЯЭУ. Основные параметры термодинамического цикла. Определение термического коэффициента полезного действия. Обоснование начальных параметров рабочего тела одноконтурных ЯЭУ с реакторами, охлаждаемыми кипящей водой. Особенности выбора начальных параметров рабочего цикла двух- и трехконтурных ЯЭУ. Выбор и обоснование конечных параметров рабочего тела. Показатели тепловой экономичности АС. Коэффициенты полезного действия, удельные расходы тепла и пара. Пути повышения тепловой экономичности АС. Графики электрической и тепловой нагрузки. Место АЭС в покрытии графиков нагрузок. КИУМ.
3	Регенерация на АЭС Литература. (3), гл. 5,15	Влияние регенеративного подогрева питательной воды на тепловую экономичность АС. Оптимальное распределение регенеративного подогрева по ступеням на АС. Выбор оптимальной температуры питательной воды и числа регенеративных подогревателей
4	Водно-химический режим в контурах ЯЭУ Литература. (2), гл. 4; (3), гл.24 (24.2, 24.3)	Общая характеристика физико-химических процессов, протекающих в контурах ЯЭУ. Влияние чистоты теплоносителя и рабочего тела на надежность работы оборудования. Физико-химические процессы и ВХР в РБМК. Отличие ВХР РБМК и ВВЭР. Физико-химические процессы и ВХР рабочих контуров АС.
5	Реакторные установки. Главный реакторный контур и его	Состав реакторной установки. Принципиальные схемы главных

	вспомогательные системы. Литература. (1), гл. 11,16; (2), гл. 4; (3), гл.11,12; (4), гл. 3.	циркуляционных контуров. Реакторные установки канального типа, их основные характеристики. Сравнение реакторных установок канального и корпусного типов. Вспомогательные системы реакторных установок и принципы их проектирования. Газовый контур реактора типа РБМК. Система очистки продувочной воды; система подпитки контура, первоначального заполнения; система дренажей, воздушников и газовых сдувок. Система компенсации давления АС с реакторами типа ВВЭР. Система аварийного охлаждения реактора (активной зоны). Способы удержания и системы локализации радиоактивных продуктов на АЭС. Локализация аварий на реакторных установках типа РБМК, ВВЭР.
6	Турбинные установки. Внутренняя и промежуточная сепарация. Литература. (3), гл. 18,19; (4), гл. 4.	Конструкционные схемы парогенераторных установок. Особенности парогенераторов энергоблоков с реакторами типа ВВЭР и БН. Классификация турбоустановок. Требования, предъявляемые к турбинам АЭС. Понятие формулы турбины. Примеры турбин для энергоблоков с разными типами реакторов. Влияние параметров пара на надежность работы турбины. Способы сепарации и промежуточного перегрева пара.
7	Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. Схемы конденсатоочистки. Литература.(3), гл.14,15.	Задачи и основные элементы конденсационных установок АС. Зависимость вакуума в конденсаторе от входной температуры охлаждающей воды и кратности охлаждения. Пути поступления газов в цикл. Организация деаэрации в конденсаторе. Схемы отсоса парогазовой смеси. Выбор места отсоса. Схемы включения пусковых и основных эжекторов. Конденсатоочистка. Блочные обессоливающие установки (БОУ). Схемы включения БОУ в тепловую схему АС. Выбор типа, числа и производительности конденсатных насосов (КН). Схемы включения КН, требования к КН. Состав и назначение деаэрационно-питательных установок. Способы дегазации питательной воды. Типы деаэраторов. Дегазация питательной воды в термических деаэраторах, их конструкции, схемы организации выпара в

		деаэраторе. Включение деаэраторов в тепловую схему АС. Выбор параметров деаэратора. Поддержание давления в деаэраторе, запас питательной воды в деаэраторном баке. Питательные установки. Схемы включения питательных насосов (ПН). Привод ПН, выбор типа и резервирование.
8	Техническое водоснабжение Литература. (3), гл. 14.	Назначение технического водоснабжения и основные потребители техводы на АЭС. Классификация систем технического водоснабжения. Прямоточная и обратная системы технического водоснабжения. Выбор системы. Схема подключения конденсаторов турбин и других потребителей к системе технического водоснабжения. Определение общего расхода воды в системе технического водоснабжения. Выбор типа, числа и производительности циркуляционных насосов.
9	Испарительные установки и схемы их включения в тепловую схему АЭС Литература.(3), гл. 16,17.	Состав и назначение испарительных установок. Конструктивное исполнение испарительных установок в зависимости от солесодержания исходной воды. Схемы подключения испарительных установок в тракт АС. Назначение теплофикационных установок. Схемы теплоснабжения. Расчет мощности тепловых потребителей. Температурный график теплосети.
10	Активация и дезактивация на АЭС. Радиоактивные отходы на АЭС. Обращение с радиоактивными отходами. Литература. (1), гл. 14	Назначение дезактивационных установок. Активация на АС. Радиоактивные отложения в контурах АС и методы периодического удаления этих отложений. Спецводоочистка на АС. Дезактивация жидких радиоактивных отходов. Дезактивация твердых радиоактивных отходов. Способы дезактивации газообразных радиоактивных отходов.
11	Вентиляционные установки на АЭС Литература. (2), гл. 4; (3), гл. 21,29.	Вентиляционные установки АС. Классификация помещений по степени активности. Основы проектирования специальной и технологической вентиляции. Примеры схем вентиляционных установок АС. Вентиляционные центры АС. Основные трубопроводы, их назначение. Арматура АЭС, классификация. Редукционные и редукционно-охладительные установки.

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, выполнение письменных работ).

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, 2 курс, летняя сессия			
1.	Типы АЭС и их основное оборудование. Выбор параметров. Тепловая экономичность АЭС. Место АЭС в энергосистеме. Регенерация на АЭС. Водно-химический режим в контурах ЯЭУ	З-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1	Коллоквиум
2	Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы. Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. Схемы конденсатоочистки. Техническое водоснабжение. Испарительные установки и схемы их включения в тепловую схему АЭС.	З-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1	Коллоквиум
3	Выбор параметров. Тепловая экономичность АЭС. Регенерация на АЭС. Реакторные установки. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы. Техническое снабжение. Конденсационные и деаэрационно-питательные	З-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1	Коллоквиум

	установки АС. Схемы конденсато-очистки.		
4	Турбинные установки. Внутренняя и промежуточная сепарация. Главный реакторный контур и его вспомогательные системы. Конденсационные и деаэрационно-питательные установки АС. Схемы конденсатоочистки. Техническое водоснабжение.		Коллоквиум
Промежуточный контроль, 2 курс, летняя сессия			
	Зачет	З-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1	Комплект вопросов к зачету
Всего:			

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

8.2.1. зачет

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Принципиальные технологические схемы ЯЭУ. Назначение основного технологического оборудования ЯЭУ.
2. Выбор и обоснование начальных параметров рабочего цикла для ЯЭУ с реактором типа РБМК.
3. Выбор и обоснование начальных параметров рабочего цикла для ЯЭУ с реактором типа ВВЭР.
4. Что такое регенерация теплоты в рабочих циклах? Как она осуществляется технически?
5. Оптимальные параметры регенеративного подогрева при произвольном числе регенеративных подогревателей в технологической схеме ЯЭУ.
6. Реакторная установка ВВЭР-1000. Состав, основные технические
7. характеристики.
8. Система компенсации давления блока с реактором типа ВВЭР-1000; назначение, состав, принцип работы.
9. Назначение и состав системы продувки-подпитки ВВЭР-1000. Схема системы.
10. Схема системы продувки-подпитки. Работа системы в режиме продувки.
11. Схема системы продувки-подпитки. Работа системы в режиме поддержания ВХР первого контура.
12. Назначение системы аварийного охлаждения активной зоны (САОЗ) ВВЭР-1000. Состав САОЗ – пассивная часть.
13. Какая система называется пассивной? Состав и назначение пассивной части САОЗ ВВЭР-1000.
14. Назначение системы аварийного охлаждения активной зоны (САОЗ) ВВЭР-1000. Состав САОЗ – активная часть.
15. Какая система называется активной? Как учтен принцип единичного отказа при проектировании активной части САОЗ ВВЭР-1000?

16. Какая система называется активной и какая пассивной? Почему активная часть САОЗ ВВЭР-1000 построена по трехканальному принципу?
17. Что называется каналом САОЗ? Из каких соображений выбрано три канала активной части САОЗ ВВЭР-1000?
18. Система аварийного ввода бора ВВЭР-1000: назначение, состав, принцип работы.
19. Спринклерная система ВВЭР-1000: назначение, состав, принцип работы.
20. Система локализации аварий ВВЭР-1000.
21. Выбор и обоснование начальных и конечных параметров рабочего цикла для АЭС с разными типами реакторов.
22. Обоснование необходимости использования регенеративного подогрева в схемах АЭС. Влияние степени регенерации и числа регенеративных подогревателей на к.п.д. цикла с регенерацией.
23. Оптимальное число регенеративных подогревателей в схемах ЯЭУ. Оптимальные параметры регенеративного подогрева при произвольном числе подогревателей в тепловой схеме.
24. Реакторная установка ВВЭР-1000. Состав, основные технические
25. характеристики.
26. Система компенсации давления блока с реактором типа ВВЭР-1000; назначение, состав, принцип работы.
27. Система подпитки-продувки блока ВВЭР-1000; назначение, состав, принцип работы.
28. Система аварийного охлаждения активной зоны ВВЭР-1000 – пассивная часть. Назначение, состав, принцип работы.
29. Система аварийного и планового расхолаживания ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
30. Система аварийного ввода бора ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
31. Спринклерная система ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
32. Система аварийной питательной воды парогенераторов блока ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
33. Система продувки и дренажей парогенератора ВВЭР-1000. Назначение, состав, принцип работы.
34. Паропроводы острого пара двухконтурной ЯЭУ и защита ПГ и второго контура от превышения давления.
35. Реакторная установка РБМК-1000. Состав, основные технические характеристики. Схема КМПЦ.
36. Схема металлоконструкций реактора типа РБМК-1000.
37. Газовый контур РБМК-1000. Назначение, состав, принцип работы.
38. Система продувки и расхолаживания РБМК-1000. Назначение, состав, принцип работы.
39. Система аварийного охлаждения реактора РБМК-1000. Назначение, состав, принцип работы.
40. Система локализации аварий РБМК-1000. Назначение, состав, принцип работы.
41. Конденсационная установка. Назначение, состав и принципиальная схема.
42. Необходимость отсоса неконденсирующихся газов из конденсатора.
43. Схема включения основных эжекторов.
44. Система технического водоснабжения. Типы систем технического водоснабжения. Основные потребители технической воды.
45. Влияние температуры охлаждающей воды и кратности охлаждения на давление в конденсаторе.
46. Включение конденсатных насосов и БОУ в схему ЯЭУ.
47. Система основного конденсата. Схемы слива конденсата греющего пара, их сравнение между собой.
48. Деаэратор, назначение, типы деаэраторов, принцип термической деаэрации. Схема обвязки деаэратора.
49. Система питательной воды.
50. Испарители в схемах АЭС.

51. Вентиляционные установки. Основы проектирования вентиляции.
52. Теплофикационная установка АЭС.
53. Обращение с твердыми радиоактивными отходами на АЭС.
54. Обращение с жидкими радиоактивными отходами на АЭС.
55. Обращение с газообразными радиоактивными отходами на АЭС.

Критерии и шкала оценивания (зачет)

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	– не раскрыто основное содержание программного материала;

Менее 60	– 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. Наименование оценочного средства

Типовые задачи для рассмотрения на семинарских/практических занятиях.

Задача №1.

В результате изменения условий эксплуатации реактора типа ВВЭР-1000 средняя температура теплоносителя на выходе из реактора уменьшилась на 5°C при неизменной тепловой мощности. Как изменится термический К.П.Д. цикла, если:

- расход теплоносителя не изменился;
- расход теплоносителя увеличился в 1,5 раза.

Принять, что в исходном состоянии средний подогрев теплоносителя по а.з. составлял 30°C .

Задача №2.

Оцените изменение расхода пара на турбоустановку энергоблока с реактором ВВЭР-1000 при уменьшении степени регенерации на 29%. Тепловая мощность не меняется.

Принять: давление в деаэраторе $P_d = 0,7 \text{ МПа} = \text{const}$, давление в ПГ $P_0 = 6,5 \text{ МПа} = \text{const}$, давление в конденсаторе $P_k = 0,004 \text{ МПа} = \text{const}$, температура конденсата после конденсатора $t_k = 30^{\circ}\text{C}$ продувка ПГ $p = 0,01$, температура питательной воды в номинальном режиме $T_{пв} = 220^{\circ}\text{C}$, температура острого пара $t_0 = 280^{\circ}\text{C}$.

Задача №3.

Оценить качественно изменение паропроизводительности энергоблока с реактором типа РБМК-1000 при изменении давления в барабан-сепараторах $\frac{D}{D_0} = f(P_{bc})$.

Принять постоянными: расход циркуляции $D_{ц}$ в контуре многократной принудительной циркуляции (КМПЦ), относительный расход продувки КМПЦ в системе продувки и расхолаживания (СПИР) $p = \frac{D_{СПИР}}{D}$, Тепловую мощность реактора Q_m . Считать также постоянными энтальпии питательной воды $h_{пв}$ и возвращаемой в КМПЦ воды продувки $h_{пр}$. Считать любой рассматриваемый режим с измененным давлением стационарным.

Задача №4.

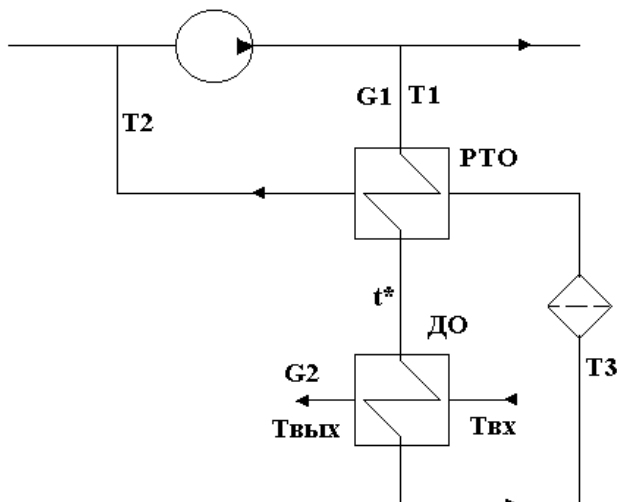
Оцените изменение температуры воды во всасывающем коллекторе ГЦН контура МПЦ АЭС с реактором типа РБМК, а также давления в основном конденсаторе турбоустановки:

- при скачкообразном изменении влажности окружающего воздуха от 60% до 80%. Относительный предел испарительного охлаждения воды считать равным 7°C . Считать справедливой зависимость температуры смоченного термометра от влажности воздуха φ :

$$t_{см} = t_{возд} - \frac{100 - \varphi}{240} (t_{возд} + 10), ^{\circ}\text{C}$$

Принять температуру окружающего воздуха $t_{возд} = 15^{\circ}\text{C}$.

Принять: Исходное давление в деаэраторе равно 0.7МПа, среднее паросодержание на выходе ТК равно 14.5%.



теплоносителя па а.з.). Гидравлическое профилирование осуществляется по критерию одинакового подогрева во всех кассетах активной зоны. Необходимые параметры взять как для серийного блока В-320.

Задача №8.

Оцените изменение термического КПД цикла на АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 в предположении затрат на собственные нужды энергоблока при замене циркониевых оболочек твэлов $\lambda_{zr} = 20,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{гр})$, на оболочки с $\lambda = 10 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{гр})$ (при прочих равных условиях и сохранении критичности зоны). Считать при этом, что лимитирующим мощность реактора параметром является температура топлива. Температуру внутренней поверхности циркониевой оболочки на уровне середины активной зоны принять равной $t_1 = 370^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи равен $2 \cdot 10^4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, Температура теплоносителя на входе в а.з. 290°C .

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 контрольных работ в соответствии с планом проведения промежуточной аттестации, собеседование (при необходимости) по результатам выполнения контрольных работ.

За успешное выполнение заданий (не менее 90%) студент получает оценку «отлично», за выполнение 75-89% - оценку «хорошо», 60-74% - оценку «удовлетворительно», при выполнении до 60% заданий – «неудовлетворительно».

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 -		Оценка «удовлетворительно» выставляется

60-64	«удовлетворительно»/ «зачтено»	<i>E</i>	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
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	<i>F</i>	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

Основная литература.

1. С.А. Андрущечко, А.М. Афров, ... В.Ф. Украинцев. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта. М. Логос. 2010, 604 с. (145 экз.).
2. Канальный ядерный энергетический реактор РБМК. Под общей редакцией Ю.М. Черкашова, М. ГУП НИКИЭТ, 2006, (15 экз.).
3. Зорин В.М. Атомные электростанции. Учебное пособие для студентов вузов. М. МИЭ, 2012 г. 672с. (45 экз.).
4. Дмитриев С.М. и др. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах. М. Машиностроение. 2013 г., 415 с. (15 экз.).
5. Тевлин С.А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000. Учебное пособие. М. МЭИ, 2008, 358с., 45 экз.

Дополнительная литература.

1. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. М. ИЗДАТ, 1994 г. (30 экз.).
2. 4 Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. М. Высшая школа. 1984 г., 304 с. (95 экз.).
3. 5. Ядерные энергетические установки. Ганчев Б.Г. и др. под общей ред. акад. Н.А. Доллежала. Учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1983г., 1990 г. (19 экз.).
4. Нигматулин И. Н., Нигматулин Б. И. Ядерные энергетические установки. М. Энергоатомиздат, 1986, 168с. (2 экз.)
5. 2. Будов В.М., Фарафонов В.А. Конструирование основного оборудования АЭС. М. Энергоатомиздат, 1985, 264с. (95 экз.).
6. 3. Митенков Ф.М., Новинский Э.Г., Будов В.М. Главные циркуляционные насосы АЭС. М. Энергоатомиздат, 1984, 320с (45 экз.).
7. 4. Монахов А.С. Атомные электрические станции и их технологическое оборудование. М. Энергоатомиздат, 1986, 224с. (2 экз.)
8. 5. Паротурбинные установки АЭС. Под ред. Косяка М.Ф. М. Энергия, 1978 (45 экз.).

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

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; помечать 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)

1. Проведение практических занятий с использованием мультимедийных презентаций.
2. Просмотр видео материалов.
3. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
5. 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-аналитических тренажеров блоков с реакторами ВВЭР-1000, РБМК-1000, БН-800

12. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

12.1. 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 «Атомные электрические станции», 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.

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

Перечень основных вопросов по темам учебного курса (для самопроверки и подготовки к контрольным работам).

Тема 1.

1. Назначение основного технологического оборудования ЯЭУ.
2. Какие типы теплоносителей используются в ЯЭУ?
3. Основные требования, предъявляемые к теплоносителям ЯЭУ.
4. Опишите основные свойства водного, газообразных и жидкометаллических теплоносителей.

Тема 2.

1. Изобразите в Т-s диаграмме термодинамический цикл с турбиной на перегретом и насыщенном паре.
2. Что такое термический к.п.д.? В каких случаях можно записать его выражение через начальную и конечную температуры цикла?
3. Выбор и обоснование начальных параметров рабочего цикла для ЯЭУ с различными типами реакторов.
4. Обоснование конечных параметров рабочего цикла ЯЭУ.
5. Какие требования накладывает на режим работы АЭС вид суточного графика электрической нагрузки?
6. На какие части делится график нагрузки по уровню потребления энергии? Как «заполняется» график нагрузки различного рода электростанциями?

Тема 3.

1. Что такое регенерация теплоты? Как она осуществляется физически и технически?
2. Как определить расход пара на турбину с регенеративными отборами? Каково предельное число регенеративных отборов и чем оно определяется?
3. До какой температуры можно нагреть питательную воду за счет регенеративного подогрева? Как выбирают ее оптимальную величину? Что такое степень регенерации?
4. Запишите выражение термического к.п.д. цикла с регенерацией через термический к.п.д. цикла без регенерации. Что такое энергетический коэффициент?

Тема 4.

1. Что такое водно-химический режим? Основные задачи ВХР.
2. Какой ВХР называется коррекционным? Какие корректирующие добавки используются на блоках с реакторами типа ВВЭР?
3. Почему ВХР блоков с реакторами типа РБМК бескоррекционный?
4. Водно-химический режим рабочий контуров ЯЭУ.

Тема 5.

1. Что входит в состав реакторной установки с реактором типа ВВЭР-1000?
2. Что входит в состав реакторной установки с реактором типа РБМК-1000?
3. Укажите основные технические характеристики реакторной установки с реактором типа ВВЭР-1000.
4. Укажите основные технические характеристики реакторной установки с реактором типа РБМК-1000.
5. Назначение систем нормальной эксплуатации, систем безопасности.
6. Из каких соображений выбирается производительность и количество каналов систем безопасности?
7. Назначение систем локализации аварий на АЭС.

8. Почему в составе реакторной установки с реактором типа РБМК-1000 нет системы компенсации давления?
9. Какое исходное событие является максимальной проектной аварией для реакторной установки с реактором типа ВВЭР-1000?
10. Какое исходное событие является максимальной проектной аварией для реакторной установки с реактором типа ВРБМК-1000?

Тема 6.

1. Каково назначение парогенераторных установок в схемах АЭС?
2. Основные отличия парогенераторных установок блоков с реакторами типа ВВЭР и БН.
3. Перечислите основные требования, предъявляемые к турбоустановкам АЭС.
4. Что такое «формула турбины»? Что она отражает?
5. Для чего нужна сепарация и промежуточный перегрев пара?

Тема 7.

1. Назначение и состав конденсационных установок. Принципиальная схема конденсационной установки.
2. От чего зависит вакуум в конденсаторе турбины? Для чего необходимо поддерживать вакуум в конденсаторе?
3. Какую функцию выполняет эжекторная установка?
4. Назначение и состав блочной обессоливающей установки.
5. Выбор числа и производительности конденсатных насосов. Включение конденсатных насосов в тепловую схему АЭС.
6. Назначение и состав деаэрационной установки. Способы дегазации воды. Типы деаэраторов.
7. Питательные установки. Типы питательных насосов, их сравнительный анализ.

Тема 8.

1. Назначение систем технического водоснабжения. Типы систем технического водоснабжения, их сравнение между собой.
2. Основные потребители технической воды на АЭС.
3. Оценка необходимого расхода воды в системе технического водоснабжения.

Тема 9.

1. Для чего нужны испарительные установки?
2. Каковы конструкционные особенности испарителей для переработки высокоминерализованной воды?
3. Состав теплофикационной установки и ее назначение.

Тема 10.

1. За счет каких факторов в циркулирующих на АЭС средах возникает радиоактивность?
2. Какие последствия, опасные для эксплуатационных режимов, могут вызвать твердые отложения в первом контуре? Какие технологические установки АЭС обеспечивают снижение этих отложений?

3. Как происходит периодическое удаление твердых отложений из первого контура и как затем утилизируются эти отходы?
4. Приведите принципиальную систему спецгазоочистки.
5. Приведите примеры систем спецводочистки.

Тема 11.

1. Назначение вентиляционных установок на АЭС.
2. Классификация помещений АЭС по степени активности.
3. Основы проектирования вентиляционных установок.

14.3. Краткий терминологический словарь

АЗ – аварийная защита реактора
 АПЭН – аварийный питательный электронасос
 АС – атомная станция
 АЭС – атомная электростанция
 ББ – бассейн-барботёр (бак-барботёр)
 БВ – бассейн выдержки
 БЗОК – быстродействующий запорно-отсечной клапан
 БРУ-А – быстродействующая редукционная установка сброса пара в атмосферу
 БРУ-Д - быстродействующая редукционная установка сброса пара в деаэратор
 БРУ-К - быстродействующая редукционная установка сброса пара в конденсатор турбины
 БРУ-СН - быстродействующая редукционная установка сброса пара в коллектор собственных нужд
 БРУ-ТК - быстродействующая редукционная установка сброса пара в технологический конденсатор
 БС – барабан-сепаратор
 БЩУ – блочный щит управления
 ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор
 ВКУ – внутрикорпусные устройства
 ВПЭН – вспомогательный питательный электронасос
 ВХР – водно-химический режим
 ГЕ – гидроаккумулирующая ёмкость системы аварийного охлаждения активной зоны
 ГПК – главный предохранительный клапан
 ГО – герметичная оболочка (гермооболочка)
 ГЦК – главный циркуляционный контур
 ГЦН – главный циркуляционный насос
 ГЦТ – главный циркуляционный трубопровод
 ДГ – дизель-генератор
 ЖРО – жидкие радиоактивные отходы
 ЗРК – запорно-регулирующий клапан
 ИПУ – импульсное предохранительное устройство
 КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика
 КД – компенсатор давления
 КМПЦ – контур многократной принудительной циркуляции
 МПА – максимальная проектная авария
 НВК – нижние водяные коммуникации
 НД – нормативная документация
 ОК – обратный клапан
 ОПБ – общие положения обеспечения безопасности атомной станции
 ОТВС – отработавшая тепловыделяющая сборка
 ОЯТ – отработавшее ядерное топливо
 ПВК – пароводяные коммуникации

ПГ – парогенератор
 ПК – предохранительный клапан
 ППР – планово-предупредительный ремонт
 ПЭЛ – поглощающий элемент
 РАО – радиоактивные отходы
 РБМК – реактор большой мощности канальный
 РГК – раздаточный групповой коллектор
 РО – реакторное отделение
 РУ – реакторная установка
 РЩУ – резервный щит управления
 САОЗ – система аварийного охлаждения активной зоны
 СБ – система безопасности
 СВО – специальная водоочистка
 СГО – специальная газоочистка
 СУЗ – система управления и защиты реактора
 ТВС – тепловыделяющая сборка
 ТВЭГ – тепловыделяющий элемент с гадoliniем
 ТВЭЛ – тепловыделяющий элемент
 ТГ – турбогенератор
 ТПН – турбопитательный насос
 ТРО – твердые радиоактивные отходы
 ТЭН – трубчатый электронагреватель
 УТП – учебно-тренировочное подразделение
 УТЦ – учебно-тренировочный центр
 ЭБ – энергоблок
 ЯР – ядерный реактор
 ЯЭР – ядерный энергетический реактор
 ЯЭУ – ядерная энергетическая установка

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 литература 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:

_____ В.И. Слободчук, к.т.н., доцент

Рецензент:

_____ А.С. Шелегов, к.т.н. доцент