

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.ДВ.8.1 Система водоподготовки на тепловых и атомных
станциях**

(шифр дисциплины и название в строгом соответствии
с федеральным государственным образовательным стандартом и учебным планом)

**образовательной программы
по направлению подготовки бакалавриата**

**14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика
Профиль Теплофизика
Академический бакалавриат**

(код и наименование направления подготовки
с указанием профиля (наименования магистерской программы))

очная форма обучения

форма обучения

Составитель:

Шумилов О.И., д-р физ.-мат. наук,
профессор кафедры физики,
биологии и инженерных
технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,
биологии и инженерных технологий
(протокол № 1 от 24 января 2017 г.)

Зав. кафедрой



Николаев В.Г.

подпись

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ). Б1.В.ДВ.8.1 Система водоподготовки на тепловых и атомных станциях

2. АННОТАЦИЯ К ДИСЦИПЛИНЕ

Основной целью изучения дисциплины «Система водоподготовки на тепловых и атомных станциях» является изучение системы водоподготовки, оборудование системы водоподготовки, его принципы работы и устройство, энергосберегающие технологии в области системы водоподготовки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

принципы работы системы водоподготовки, оборудование системы водоподготовки, его принципы работы и устройство, энергосберегающие технологии в области системы водоподготовки, источники научно-технической информации (журналы, Интернет-сайты) по тематике системы водоподготовки

Уметь:

подбирать и рассчитывать оборудование для системы водоподготовки, выбирать и разрабатывать схемы системы водоподготовки

Владеть:

терминологией в области системы водоподготовки, навыками поиска информации о свойствах системы водоподготовки, информацией о технических параметрах оборудования для использования при конструировании системы водоподготовки.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик (ПК-1)

4. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина «Система водоподготовки на тепловых и атомных станциях» относится к вариативной части цикла дисциплин учебного плана.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Прикладная физика», «Теория теплофизических свойств веществ».

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы или 108 часов.

(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивных формах	Кол-во часов на СРС	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ				
4	7	3	108	32	32	-	64	-	44	Зачет

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

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1	Введение. Использование воды в теплоэнергетике.	4	-	-	4	-	4
2	Примеси природных и контурных вод. Показатели качества воды.	2	10	-	12	-	4
3	Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения.	2	10	-	12	-	4
4	Осветление воды методом фильтрования. Обработка воды методами ионного обмена.	6	-	-	6	-	6
5	Мембранная технология водообработки.	4	12	-	16	-	6
6	Очистка воды от растворенных газов.	6	-	-	6	-	6
7	Обработка охлаждающей воды. Стоки электростанций и технологии их обезвреживания.	4	-	-	4	-	8
8	Термическая водоподготовка.	4	-	-	4	-	6
	Итого:	32	32	-	64	-	44
	Зачет						

Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Использование воды в теплоэнергетике

Общие положения. Требования к качеству воды.

2. Примеси природных и контурных вод. Показатели качества воды. Нормативы и анализ качества воды.

Поступление примесей в воду. Классификация и характеристика примесей природных вод. Характеристика качества контурных вод. Показатели качества воды. Выбор источника и производительности водоподготовки.

3. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения. Методы водоподготовки.

Коагуляция коллоидных примесей воды. Обработка воды реагентами-осадителями. Оборудование предочистки с осветлителями и его эксплуатации.

4. Осветление воды методом фильтрования. Обработка воды методами ионного обмена.

Технология осветления воды на насыпных фильтрах. Очистка конденсатов электромагнитными фильтрами. Очистка конденсатов на намывных фильтрах. Технологические характеристики ионитов. Технология ионного обмена. Оборудование ионитной части водоподготовительных установок. Технологические схемы ионитных установок.

– Мембранная технология водообработки. Иониты.

Технология обратного осмоса и ультрафильтрации. Технология электродиализа.

6. Очистка воды от растворенных газов.

Технология удаления диоксида углерода в декарбонизаторе. Технология удаления газов в деаэраторах. Химические методы связывания кислорода и диоксида углерода

7. Обработка охлаждающей воды. Стоки электростанций и технологии их обезвреживания.

Системы охлаждения и стабильность охлаждающей воды. Предотвращение образования минеральных отложений. Предотвращение биологических обрастаний. Сточные воды систем охлаждения. Сточные воды водоподготовительных установок. Воды систем гидрозолоудаления. Обмывочные воды регенеративных воздухоподогревателей мазутных котлов. Поверхностные сточные воды.

8. Термическая водоподготовка.

Включение испарителей в тепловую схему электростанций. Определение производительности испарительных установок. Конструкции испарителей. Очистка пара в испарителях и паропреобразователях. Тепловой расчет испарителей. Малосточные технологии на ТЭС с термической водоподготовкой

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

1. Воронов В.Н. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебное пособие. - М.: МЭИ, 2009 – 240 с.
2. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике: Учебное пособие для вузов. – 2 изд. – М.: Издательский дом МЭИ, 2003. – 309с.

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

Общие сведения

1.	Кафедра	физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика профиль Теплофизика
3.	Дисциплина (модуль)	Б1.В.ДВ.8.1 Система водоподготовки на тепловых и атомных станциях

Перечень компетенций

способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик (ПК-1)

• **Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Введение. Использование воды в теплоэнергетике.	ПК-1	принципы работы системы водоподготовки, оборудование системы водоподготовки, его принципы работы и устройство, источники научно-технической информации (журналы, Интернет-сайты) по тематике системы водоподготовки			
Примеси природных и контурных вод. Показатели качества воды.	ПК-1			терминологией в области системы водоподготовки, навыками поиска информации о свойствах системы водоподготовки, информацией о технических параметрах оборудования для использования при конструировании системы водоподготовки	Реферат
Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения.	ПК-1	энергосберегающие технологии в области системы водоподготовки	подбирать и рассчитывать оборудование для системы водоподготовки		Реферат
Осветление воды методом фильтрования. Обработка воды методами ионного обмена.	ПК-1	энергосберегающие технологии в области системы водоподготовки	выбирать и разрабатывать схемы системы водоподготовки		Реферат
Мембранная технология водообработки.	ПК-1	энергосберегающие технологии в области системы водоподготовки			Реферат
Очистка воды от растворенных газов.	ПК-1	энергосберегающие технологии в области системы водоподготовки			Реферат

Обработка охлаждающей воды. Стоки электростанций и технологии их обезвреживания.	ПК-1	энергосберегающие технологии в области системы водоподготовки	подбирать и рассчитывать оборудование для системы водоподготовки		
Термическая водоподготовка.	ПК-1	энергосберегающие технологии в области системы водоподготовки		терминологией в области системы водоподготовки, навыками поиска информации о свойствах системы водоподготовки, информацией о технических параметрах оборудования для использования при конструировании системы водоподготовки	Реферат

Критерии и шкалы оценивания

1. Критерии оценки реферата

Баллы	Характеристики ответа студента
10	<ul style="list-style-type: none">- студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;- делает выводы и обобщения;- свободно владеет понятиями
7	<ul style="list-style-type: none">- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;- не допускает существенных неточностей;- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;- аргументирует научные положения;- делает выводы и обобщения;- владеет системой основных понятий
5	<ul style="list-style-type: none">- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент усвоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;- допускает несущественные ошибки и неточности;- испытывает затруднения в практическом применении знаний;- слабо аргументирует научные положения;- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;- частично владеет системой понятий
0	<ul style="list-style-type: none">- студент не усвоил значительной части проблемы;- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;- испытывает трудности в практическом применении знаний;- не может аргументировать научные положения;- не формулирует выводов и обобщений;- не владеет понятийным аппаратом

Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Технологические процессы, осуществляемые в теплоэнергетических установках.
2. Назначение различных потоков воды в рабочих циклах ТЭС.
3. Этапы круговорота природных и производственно-бытовых вод.
4. Различие поверхностных и подземных вод.
5. Классификация природных вод.
6. Стабильность коллоидных систем.
7. Основные химические реакции процесса известкования воды.
8. Факторы, влияющие на отличие производственных показателей качества известкованной воды от расчетной.
9. Хранение и приготовление растворов реагентов, используемых при работе с осветлителями.
10. Механизмы фильтрования при работе осветительных фильтров.
11. Требования к фильтрующим материалам.
12. Методы удаления примесей из насыпных фильтров.
13. Материалы, используемые при синтезе ионитов полимеризационного типа.
14. Преимущества и недостатки процесса Na-катионирования при его организации в одну и две ступени.
15. Уравнение регенерации для Na-катионитного фильтра.
16. Параллельно-точная и противоточная технологии ионного обмена и конструкции фильтров.
17. Фильтры типов ФИСДНр и ФИСДВр.
18. Малосточные схемы ионитной обработки воды.
19. Безреагентные процессы очистки воды.
20. Преимущества мембранных методов очистки воды.

Примерная тематика рефератов:

1. Показатели качества воды.
2. Технология осветления воды на насыпных фильтрах.
3. Выбор источника и производительности водоподготовки.
4. Технологические характеристики ионитов.
5. Эксплуатация ионитных фильтров.
6. Химические методы связывания кислорода и диоксида углерода.
7. Сточные воды систем охлаждения.
8. Стоки, загрязненные нефтепродуктами.
9. Типичные схемы обращения воды в циклах ТЭС
10. Типичные схемы обращения воды в циклах АЭС
11. Загрязнение водного теплоносителя в трактах ТЭС и АЭС
12. Поступление примесей в воду
13. Характеристика примесей природных вод
14. Коагуляция коллоидных примесей воды
15. Известкование
16. Содоизвесткование
17. Конструкция осветлителей
18. Коагулянтное хозяйство
19. Эксплуатация установок с осветлителями
20. Очистка конденсатов электромагнитными фильтрами

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

а) основная литература:

1. Водоподготовка: справочник [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=97864&sr=1

б) дополнительная литература:

2. Рошкетаев Б. М. Водно-химический режим АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и РБМК-1000: учебное пособие. - М.: МИФИ, 2010. - 131 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=author_red&id=80084
3. Общая энергетика: учебник: в 2 кн. / В.П. Горелов, С.В. Горелов, В.С. Горелов и др. ; под ред. В.П. Горелова, Е.В. Ивановой. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - Кн. 1. Альтернативные источники энергии. - 434 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693>

Электронно-образовательные ресурсы (ЭОР):

1. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>
2. Электронно-библиотечная система Юрайт <https://biblio-online.ru/>

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

1. Российская государственная библиотека - www.rsl.ru, www.leninka.ru

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.

В процессе изучения дисциплины «Система водоподготовки на тепловых и атомных станциях» используются следующие методы обучения и формы организации занятий:

- лекции;
- обсуждение подготовленных студентами рефератов;
- консультация преподавателя;
- самостоятельная работа студентов, которая включает освоение теоретического материала, подготовку к практическим занятиям.

При реализации программы «Система водоподготовки на тепловых и атомных станциях» используются следующие образовательные технологии:

- разбор конкретных ситуаций;
- внеаудиторная работа в форме обязательных консультаций и индивидуальных занятий со студентами (помощь в понимании тех или иных методов исследования материалов, в подготовке рефератов и тезисов для студенческих конференций и т.д.).

Планы практических занятий

1. Примеси природных и контурных вод. Показатели качества воды. Нормативы и анализ качества воды.

План:

1. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.
2. Нормы качества питательной и подпиточной воды паровых котлов низкого давления пара и водогрейных котлов с низкой температурой нагрева воды.
3. Нормативы качества воды паровых и водогрейных котлов импортного производства по требованиям заводов-изготовителей.
4. Контроль качества воды.
5. Водородный показатель (рН).

Литература: [1, с. 49-52, 62, 63-76].

Вопросы для самоконтроля:

- 1) Показатели качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов.
- 2) Способы определения качества воды.
- 3) Оборудование для определения качества воды.

2. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения. Методы водоподготовки.

План:

- Выбор методов
- Натрий-катионирование.
- Анионирование.

Литература: [1, с. 76-91].

Вопросы для самоконтроля:

- 1) Способы очистки воды.
- 2) Процессы, происходящие при натрий-катионировании.
- 3) Сравнительный анализ натрий-катионирования и анионирования.

3. Мембранная технология водообработки. Иониты.

План:

- Неорганические иониты
- Свойства ионитов.
- Выбор ионитов

Литература: [1, с. 171-186].

Вопросы для самоконтроля:

- 1) Характеристика ионитов.
- 2) Преимущества ионитов.
- 3) Недостатки ионитов.

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

Программное обеспечение:

1. MS Windows;
2. Офисный пакет LibreOffice;
3. Web-браузер.

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов и объектов, номер ауд.
1.	<i>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> Мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), мультимедийное оборудование (проектор, экран)	184209, Мурманская область, город Апатиты, улица Энергетическая, дом 19, здание Учебного корпуса № 3, ауд. 224
2.	<i>Помещение для самостоятельной работы студентов</i> Доска аудиторная, столы компьютерные, стулья «Контакт» Мультимедийный проектор Toshiba TLP-X2000 – 1 шт., экран проекционный матовый – 1 шт. 13 ПЭВМ Монитор Acer AL 1917 19" – 13 шт., клавиатура – 13 шт., мышь – 13 шт.	184209, Мурманская область, город Апатиты, улица Энергетическая, дом 19, здание Учебного корпуса № 5, ЛИТ 3

14. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ.

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

профиль Теплофизика

Академический бакалавриат

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП	Б1.В.ДВ.8.1						
Дисциплина	Система водоподготовки на тепловых и атомных станциях						
Курс	4	семестр	7				
Кафедра	физики, биологии и инженерных технологий						
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность	Шумилов О. И., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры физики, биологии и инженерных технологий						
Общ. трудоемкость _{час/ЗЕТ}	108/3	Кол-во семестров	1	Интерактивные формы _{общ./тек. сем.}	-/-		
ЛК _{общ./тек. сем.}	32/32	ПР/СМ _{общ./тек. сем.}	32/32	ЛБ _{общ./тек. сем.}	-/-	Форма контроля	Зачет

Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Вводный блок			
Не предусмотрен			
Основной блок			
Реферат	6	60	По согласованию с преподавателем
Всего:		60	
Зачет	Вопрос 1	20	В конце семестра
	Вопрос 1	20	В конце семестра
Всего:		40	
Итого:		100	
Дополнительный блок			
Не предусмотрен			

Шкала оценивая в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов.

15. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ.

Не предусмотрено.

16. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины *Б1.В.ДВ.8.1 «Система водоподготовки на тепловых и атомных станциях»* может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося