

**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**

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы  
по направлению подготовки**

**14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика  
направленность (профиль) «Теплофизика»**

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

**высшее образование – бакалавриат**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**бакалавр**

квалификация

**очная**

форма обучения

**2016**

год набора

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

Утверждено на кафедре физики, биологии и  
инженерных технологий  
(протокол № 1 от 24 января 2017 г.)  
Зав. кафедрой



подпись

Николаев В. Г.

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – 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.

**2. 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)

**3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Данная дисциплина относится к вариативной части образовательной программы по направлению подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика направленность (профиль) «Теплофизика» и является дисциплиной по выбору.

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».

**4. 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 (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интер-активной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						

4	7	3	108	32	32	-	64	-	44	-	-	Зачет
<b>Итого:</b>		<b>3</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>64</b>	<b>-</b>	<b>44</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

**5. 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	СРС Кол-во часов на	Контроль Кол-во часов на
		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	-
	<b>Итого:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>64</b>	<b>-</b>	<b>44</b>	<b>зачет</b>

**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.

#### **5. 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

### **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **а) основная литература:**

1. Рошкетав 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](http://biblioclub.ru/index.php?page=author_red&id=80084)

#### **б) дополнительная литература:**

2. Водоподготовка: справочник [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=97864&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=97864&sr=1)
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>

### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);

- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);

- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета).

## **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

- 1) Microsoft Windows.
- 2) Microsoft Office / LibreOffice.

## **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

## **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Электронная база данных Scopus.

## **7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>

2. Электронный справочник "Информо" для высших учебных заведений  
<http://www.informio.ru/>

## **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрено.

## **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом

специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.