

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Оренбургский государственный университет»  
(Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ)

Кафедра электроэнергетики и теплоэнергетики

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
по учебно-методической  
работе Н.И. Тришкина  
«26» сентября 2018



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Д.В.3 Физическая химия. Основы водоподготовки»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
(код и наименование направления подготовки)

Энергообеспечение предприятий

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год начала реализации программы (набора)

2019

г. Орск 2018

**Рабочая программа дисциплины «Б.1.Д.В.3 Физическая химия. Основы водоподготовки» / сост. О.С. Ануфриенко – Орск: Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, 2018.. – 12 с.**

Рабочая программа предназначена студентам заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

© Ануфриенко О.С., 2018  
© Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, 2018.

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель освоения дисциплины:

Целью дисциплины является формирование теоретической базы и практических навыков в выборе методов обработки воды для различных условий работы теплоэнергетического оборудования, составлению общей схемы технологического процесса при применении различных методов обработки воды.

### Задачи:

– освоить систему параметров по качеству воды и их влияние на теплоэнергетическое оборудование, вскрывать причины загрязнения воды в природе и в теплоэнергетических установках (ТЭУ);

– познакомиться с современными методами физико-химической очистки сырой воды;

– освоить методики нормативных расчётов по производительности водоподготовительной установки, производить подбор оборудования, определению времени межрегенерационного периода, расход реагентов на проведение регенераций.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.11 Основы трансформации тепла и процессов охлаждения*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-8 Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК-8-В-1 Формирует культуру безопасного и ответственного поведения, обеспечивая безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты УК-8-В-4 В случае возникновения чрезвычайных ситуаций применяет методы защиты жизнедеятельности человека, принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	<b>Знать</b> – безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте; – условия чрезвычайных ситуаций <b>Уметь</b> – применять методы защиты жизнедеятельности человека <b>Владеть</b> – методами защиты жизнедеятельности человека, принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях
ПК*-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их	ПК*-1-В-2 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов	<b>Знать:</b> – параметры качества воды и их влияние на теплоэнергетическое оборудование, причины загрязнения воды в природе и

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
элементов в соответствии с нормативной документацией	профессиональной деятельности	<p>в теплоэнергетических установках (ТЭУ);</p> <p>– требования к качеству воды для различных элементов ТЭУ;</p> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <p>– собирать и анализировать исходные данные для проектирования водоподготовительных установок;</p> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <p>– терминологией в области водоподготовки</p>
ПК*-8 Способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	ПК*-8-В-1 Владеет организацией работы по изучению и внедрению научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения	<p><b><u>Знать:</u></b></p> <p>– научно-технические достижения, передовой отечественный и зарубежный опыт в сфере теплоснабжения</p> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <p>– организовывать работу водоподготовки;</p> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <p>– методами оценки технического состояния и остаточного ресурса оборудования,</p> <p>– методами организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования системы водоподготовки</p>
ПК*-9 Способен к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт	ПК*-9-В-1 Демонстрирует знание технологического оборудования, особенностей его монтажа и эксплуатации	<p><b><u>Знать:</u></b></p> <p>– методы и схемы предварительной очистки воды (осаждение, коагуляция, осветление);</p> <p>– технологию ионного обмена;</p> <p>– общие положения мембранных методов очистки воды, технологию обратного осмоса (гиперфильтрации) и ультрафильтрации, технологию электродиализа;</p> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <p>– производить выбор методов обработки воды для различных условий работы теплоэнергетического оборудования, уметь составлять принципиальные схемы технологического процесса водоочистки при применении различных методов обработки воды;</p>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>– определять производительность водоподготовительной установки, производить подбор оборудования, рассчитывать время межрегенерационного периода и расход реагентов на проведение регенераций.</p> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <p>– методиками расчета процессов и подбора оборудования</p>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>15,25</b>	<b>15,25</b>
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>128,75</b>	<b>128,75</b>
- самостоятельное изучение разделов дисциплины;	90	90
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	25	25
- подготовка к лабораторным занятиям;	5	5
- подготовка к практическим занятиям;	3	3
- подготовка к рубежному контролю и т.п.)	5,75	5,75
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Использование воды в теплоэнергетике	14,5	0,5			14
2	Водно-химические режимы ТГУ. Показатели качества воды.	16,5	0,5		2	14
3	Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения	16,5	0,5		2	14
4	Сорбция. Общие положения. Сорбенты.	14,5	0,5			14

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Осветление воды методами фильтрования	15,5	1	0,5		14
6	Физические основы водоочистки	16,5	1	0,5		15
7	Химические основы водоочистки	17	1	1		15
8	Мембранная технология водоподготовки	16,5	0,5	1		15
9	Очистка воды от растворенных газов	16,5	0,5	1		15
	Итого:	144	6	4	4	130
	Всего:	144	6	4	4	130

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### 1 Использование воды в теплоэнергетике.

Общая характеристика дисциплины. Основные понятия. Использование воды в теплоэнергетике. Типичные схемы обращения воды в котельных и на ТЭЦ.

### 2 Водно-химические режимы ТГУ. Показатели качества воды.

Причины загрязнения воды, циркулирующей в теплоэнергетических установках. Классификация и характеристика примесей природных вод. Характеристика качества контурных вод. Показатели качества воды.

### 3 Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения.

Общая характеристика методов осаждения. Обработка воды реагентами-осадителями. Оборудование предварительной очистки с осветлителями и его эксплуатация.

### 4 Сорбция. Общие положения. Сорбенты.

Гранулированный и порошкообразный уголь. Сорбционная способность угля. Неуглеродные сорбенты.

### 5 Осветление воды методами фильтрования.

Общие положения. Технология осветления воды на насыпных фильтрах. Очистка конденсатов электромагнитными фильтрами.

### 6 Физические основы водоочистки.

Экстракция. Эвапорация. Коагуляция. Флотация (вакуумная, напорная, импеллерная). Электрофлотация. Ультразвуковые методы обработки воды.

### 7 Химические основы водоочистки.

Ионный обмен. Неорганические иониты. Органические иониты. Общие сведения об ионитах и закономерностях ионообменных процессов. Технологические характеристики ионитов. Технология ионного обмена. Оборудование ионитной части водоподготовительных установок.

### 8 Мембранная технология водоподготовки.

Общие положения мембранных методов очистки воды, сравнение с другими методами водообработки. Диализ.

## 9 Очистка воды от растворенных газов.

Общие положения процессов выделения газов из воды. Технология удаления диоксида углерода в декарбонизаторе. Технология удаления газов из воды в деаэраторах.

### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Исследование водно-химического режима ТГУ. Показатели качества воды.	2
2	3	Исследование предварительной очистки воды методами коагуляции и осаждения	2
		Итого:	4

### 4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Определение жесткости сырой воды,	0,5
2	2	Определение жесткости сырой воды, питательной воды котлов, подпиточной воды тепловых сетей методом титрования	0,5
3	3	Щелочность воды и конденсата. Определение щелочности.	0,5
4	4	Исследование режимов работы ионообменных Na-катионитовых установок	0,5
5	5	Изучение принципа действия и исследование режимов работы деаэраторов	0,5
6	6	Изучение принципа действия электродиализатора	0,5
7	7	Определение жесткости сырой воды, питательной воды котлов, подпиточной воды тепловых сетей методом титрования	0,5
8	8	Щелочность воды и конденсата. Определение щелочности.	0,25
9	9	Исследование режимов работы ионообменных Na-катионитовых установок	0,25
		Итого:	4

### 4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ занятия	№ раздела	Наименование самостоятельной работы	Кол-во часов
1	1	Использование воды в теплоэнергетике. Типичные схемы обращения воды в котельных и на ТЭЦ.	10
2	2	Примеры оценки показателей качества воды в промышленности, в теплоэнергетике. Классификация и характеристика примесей природных вод. Характеристика качества контурных вод. Показатели качества воды.	10
3	3	Инновационные методы фильтрования воды в химводоподготовке.	10
4	4	Сорбенты. Гранулированный и порошкообразный уголь.	10

№ занятия	№ раздела	Наименование самостоятельной работы	Кол-во часов
		Сорбционная способность угля. Неуглеродные сорбенты.	
5	5	Технология осветления воды на насыпных фильтрах. Очистка конденсатов электромагнитными фильтрами.	10
6	6	Коагуляция. Флотация (вакуумная, напорная, импеллерная). Электрофлотация. Ультразвуковые методы обработки воды.	10
7	7	Технологические характеристики ионитов. Технология ионного обмена. Оборудование ионитной части водоподготовительных установок.	10
8	8	Мембранная технология водоподготовки. Общие положения мембранных методов очистки воды, сравнение с другими методами водообработки. Диализ.	10
9	9	Технология удаления диоксида углерода в декарбонизаторе. Технология удаления газов из воды в деаэраторах.	10
	Итого		90

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Аксенов В. И., Аналитическое обеспечение лабораторного практикума Химия воды: учебное пособие Аксенов В. И., Ушакова Л. И., Ничкова И. И.: Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014 – 140 с., ISBN: 978-5-7996-1236-8, [Электронный ресурс].

URL:[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=275796&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275796&sr=1) - книгообеспеченность 1экз. на 1 студента.

2. Почекаева, Е.И. Безопасность окружающей среды и здоровье населения: учебное пособие / Е.И. Почекаева, Т.В. Попова. - Ростов-н/Д : Феникс, 2013. - 448 с. : табл. - (Высшее образование). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-222-20051-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=271507](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=271507). – книгообеспеченность 1экз. на 1 студента.

3. Маряхина В., Теплогенерирующие установки: учебное пособие, Маряхина В., Мансуров Р./ [Электронный ресурс], Оренбург: ОГУ, 2014 –:104с., . - URL:

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=259259&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259259&sr=1) - книгообеспеченность 1экз. на 1 студента.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Общая и неорганическая химия : учебное пособие / В.В. Денисов, В.М. Таланов, И.А. Денисова, Т.И. Дровозова ; под ред. В.В. Денисова, В.М. Таланова. - Ростов-н/Д : Феникс, 2013. - 576 с. : ил., схем., табл. - (Высшее образование). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-222-20674-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=271598](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=271598). – книгообеспеченность 1экз. на 1 студента.

2. Аппараты магнитной обработки воды. Проектирование, моделирование и исследование : монография / С.Н. Антонов, А.И. Адошев, И.К. Шарипов, В.Н. Шемякин. - Ставрополь : Агрус, 2014. - 220 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9596-0969-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=277451](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277451). – книгообеспеченность 1экз. на 1 студента.

3. Водоподготовка : справочник / под ред. С.Е. Беликова. - М. : Издательский Дом «Акватерм», 2007. - 241 с. - ISBN 978-5-902561-09-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=97864](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=97864). – книгообеспеченность 1экз. на 1 студента.



### 5.3 Периодические издания

«Промышленная энергетика» - журнал; «Охрана труда и пожарная безопасность в образовательных учреждениях» - журнал.

### 5.4 Интернет-ресурсы

#### 5.4.1. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Библиотека Гумер - <https://www.gumer.info/> Доступ свободный.
2. Научная библиотека - <http://niv.ru/> Доступ свободный
3. eLIBRARY.RU - [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/> Доступ свободный
5. Infolio - Университетская электронная библиотека – <http://www.infoliolib.info/>

#### 5.4.2. Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Фундаментальная электронная библиотека – <https://www.teplota.org.ua/>
2. Теплота, всё для теплоэнергетика – <https://www.teplota.org.ua/>
3. Информационный портал РосТепло.ру - всё о теплоснабжении в России – <https://www.rosteplo.ru/>
4. Ассоциация инженеров АВОК – <https://www.abok.ru/>
5. Справочник теплоэнергетика – <https://www.c-o-k.ru/library/document/13100>
6. Энергетический интернет-портал – <https://rusenergetics.ru/avtomatika/askue>

#### 5.4.3. Электронные библиотечные системы

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – <http://www.biblioclub.ru/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

ЭБС «Лань» – <http://e.lanbook.com/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

#### 5.4.4. Дополнительные интернет-ресурсы

- <http://www.tepen.ru/> - журнал «Теплоэнергетика»;
- <http://www.rosteplo.ru/> - информационная система по теплоснабжению.
- <https://www.coursera.org/> - «Coursera»;
- <https://openedu.ru/> - «Открытое образование»;
- <https://universarium.org/> - «Универсариум»;
- <https://www.edx.org/> - «EdX»;
- <https://www.lektorium.tv/> - «Лекториум»;
- <https://www.tacis-dipol.ru/presentations/> – Диполь, профессиональный разработчик электронных курсов
- <http://bookre.org/reader?file=719441> – Расчет и математическое моделирование процессов водоподготовки (В.В. Солодяников)
- <https://studfile.net/preview/1114942/> – Лабораторная работа «Предварительная обработка воды в осветлителе методами осаждения»
- <https://studfile.net/preview/1114943/> – Лабораторная работа «Работа обессоливающих установок с блочным включением фильтров»
- <https://studfile.net/preview/1114944/> – Справочник для профессионалов. Водоподготовка.

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Тип программного обеспечения	Наименование	Схема лицензирования, режим доступа
Операционная система	Microsoft Windows	Подписка Enrollment for Education Solutions (EES) по государственному контракту № 5Д/18 от 13.06.2018 г.
Офисный пакет	Microsoft Office	Подписка Enrollment for Education Solutions (EES) по государственному контракту № 5Д/18 от 13.06.2018 г.
Интернет-браузер	Google Chrome	Бесплатное ПО, <a href="http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/">http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/</a>
	Яндекс.Браузер	Бесплатное ПО, <a href="https://yandex.ru/legal/browser_agreement/">https://yandex.ru/legal/browser_agreement/</a>
Мультимедийный плеер	Windows Media Player	Является компонентом операционной системы Microsoft Windows
Комплекс программ для создания тестов, организации онлайн тестирования и предоставления доступа к учебным материалам	SunRav WEB Class	Лицензионный сертификат от 12.02.2014 г., сетевой доступ через интернет-браузер к корпоративному portalу <a href="http://sunrav.og-ti.ru/">http://sunrav.og-ti.ru/</a>
Просмотр и печать файлов в формате PDF	Adobe Reader	Бесплатное ПО, <a href="http://www.adobe.com/ru/legal/terms.html">http://www.adobe.com/ru/legal/terms.html</a>
Система автоматизированного проектирования	КОМПАС-3D	Лицензия по государственному контракту № 20/11 от 07.06.2011 г., сетевой конкурентный доступ
Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений	MATLAB	Образовательная лицензия по государственному контракту № 20/10 от 29.06.2010 г., сетевой конкурентный доступ

## 6 Материально-техническое обеспечение практики

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ. (ауд.№4-307)

Для проведения занятий лекционного типа используются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядные пособия:

- презентации к курсу лекций;
- комплект обучающих видеофильмов.

Наименование помещения	Материально-техническое обеспечение
Учебные аудитории: - для групповых и индивидуальных консультаций; - для текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель, классная доска, мультимедийное оборудование (проектор, экран, ноутбук с выходом в сеть «Интернет»)

Наименование помещения	Материальное-техническое обеспечение
Учебная аудитории для проведения лабораторных работ	Компьютеры (3) с выходом в сеть «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, программное обеспечение
Компьютерный класс	Учебная мебель, компьютеры (9) с выходом в сеть «Интернет», проектор, экран, лицензионное программное обеспечение
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.№ 4-307)	Учебная мебель, компьютеры (3) с выходом в сеть «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, программное обеспечение

**ЛИСТ**  
**согласования рабочей программы**

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
код и наименование

Профиль: Энергообеспечение предприятий

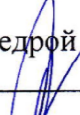
Дисциплина: Б1.Д.В.3 Физическая химия. Основы водоподготовки


Форма обучения: заочная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год набора 2019

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры  
электроэнергетики и теплоэнергетики  
наименование кафедры

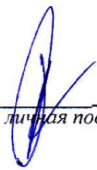
протокол № 1 от "05" сентября 2018 г.


Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
электроэнергетики и теплоэнергетики  
наименование кафедры  В.Д. Задорожный  
подпись расшифровка подписи

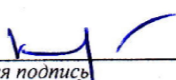
Исполнители:  
доцент  О.С. Ануфриенко  
должность подпись расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
должность подпись расшифровка подписи

**СОГЛАСОВАНО:**


Заведующий кафедрой электроэнергетики и теплоэнергетики  В.Д. Задорожный  
наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи

Председатель методической комиссии по направлению подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  В.Д. Задорожный 10.09.2018  
код наименование личная подпись расшифровка подписи

Заведующий библиотекой  М.В. Камышанова  
личная подпись расшифровка подписи

Начальник ИКЦ  М.В. Сапрыкин  
личная подпись расшифровка подписи

Рабочая программа зарегистрирована в ИКЦ 13.03.01. ЗП/26/09.2018  
учетный номер

Начальник ИКЦ  М.В. Сапрыкин  
личная подпись расшифровка подписи