

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.01 <small>(индекс дисциплины)</small>	Водоподготовка на источниках энергии теплоэнергетических систем <small>(Наименование дисциплины)</small>
--	--

Кафедра: **11** **Общей и неорганической химии**
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Профиль подготовки: **Промышленная теплоэнергетика**

Уровень образования: **Бакалавриат**

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		144
	Аудиторные занятия	34		14
	Лекции	17		6
	Лабораторные занятия	17		8
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	110		126
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	6		6
	Контрольная работа			6
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		4

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная						4				
Очно-заочная										
Заочная						4				

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

На основании учебных планов № b130301-3_20
z130301-3_20

Кафедра-разработчик: Общей и неорганической химии

Заведующий кафедрой: Луканина Т.Л.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей (ТСУ и ТД)
Промышленной теплоэнергетики (ПТЭ)

Заведующий кафедрой: ТСУ и ТД Злобин В.Г.
ПТЭ Смородин С.Н.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

- 1) Формирование у студентов системных знаний о свойствах природной и производственной воды, методах ее контроля и подготовки для проведения химических процессов по технологическому регламенту, обеспечивающему высокое качество продукции и эффективность технологического процесса;
- 2) Формирование знаний в области водоподготовки для энергообъектов различных типов;
- 3) Обучить студентов навыкам практического применения способов и методов подготовки воды

1.3. Задачи дисциплины

- Обучение студентов основам знаний химии воды;
- Обучение студентов обоснованному подходу к выбору способа обработки воды для получения продукта необходимого качества;
- Привитие навыков выбора систем и методов обработки воды и конденсатов, способов расчета и оптимизации основных установок, включенных в схемы водоподготовки

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 9	Способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	2

Планируемые результаты обучения

Знать: 1. Основные принципы организации химического производства, связанного с водопотреблением;
2. основные химические понятия и законы;
3. принципы и принимать участие в проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организации профилактических осмотров и текущего ремонта.

Уметь: 1. составлять заявки на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
2. осуществлять сбор и анализ исходных данных для оптимизации эксплуатации теплоэнергетического оборудования с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации;
3. принимать и обосновывать решения по применению технологий водоподготовки для различных энергообъектов.

Владеть: 1. методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов;
2. владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;
3. новыми технологиями, обеспечивающими повышение эффективности проектов, технологических процессов, эксплуатации и обслуживания новой техники в области теплоэнергетики;
4. контролировать соблюдение норм расхода топлива и всех видов энергии;
5. навыками расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельностью.

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-9)
- Охрана окружающей среды при работе теплоэнергетических систем (ПК-9)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Показатели качества и классификация методов обработки воды			
Тема 1. Предмет дисциплины «Водоподготовка на источниках теплоснабжения»; назначение воды в теплоэнергетике; классификация природных вод, показателей качества воды и методов её обработки.	10		11
Тема 2. Безреагентные методы обработки воды. Жесткость воды. Термическое умягчение – назначение метода, его основы.	11		12
Текущий контроль 1 Коллоквиум	2		
Учебный модуль 2. Предочистка воды. Реагентная обработка воды			
Тема 3. Реагентные методы умягчения воды: известкование, известково-содовый, натронно-содовый, фосфатный методы	17		14
Тема 4. Магнезиальное обескремнивание воды. Назначение и основы метода, расчёт необходимой дозы реагентов	17		14
Тема 5. Удаление примесей методом коагуляции. Назначение и основы метода, расчёт необходимой дозы реагентов. Строение коллоидной частицы, применяемые коагулянты	25		20
Текущий контроль 2 Коллоквиум	3		
Учебный модуль 3. Сорбционные и фильтрационные методы очистки воды			
Тема 6. Очистка воды от дисперсных частиц методом фильтрования. Обезжелезивание конденсатов	21		22
Тема 7. Сорбционная очистка воды с использованием ионитов. Определение обменной ёмкости ионита	28		27
Текущий контроль 3	Коллоквиум	2	
	Контрольная работа		20
Промежуточная аттестация по дисциплине Зачет	8		4
	ВСЕГО:	144	144

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	2			6	0,5
2	6	2			6	0,5
3	6	2			6	1
4	6	2			6	1
5	6	3			6	1
6	6	2			6	1
7	6	4			6	1
ВСЕГО:		17				6

3.2. Практические и семинарские занятия

Не предусмотрено

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Вводное занятие, техника	6	2			6	2

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	безопасности работы в лаборатории.						
2	Определение жесткости и термическое умягчение воды	6	2				
3	Известково-содовый метод умягчения	6	2				
4	Магнезиальное обескремнивание воды	6	2			6	2
5	Очистка воды методом коагуляции	6	3				
6	Сорбционное обезжелезивание воды целлюлозой	6	3				
7	Ионитное умягчение воды и определение ДОЕ ионита	6	3			6	4
ВСЕГО:			17				8

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	Коллоквиум	6	3				
3	Контрольная работа					6	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	6	49			6	93
Подготовка к лабораторным занятиям	6	53			6	13
Выполнение домашнего задания (контрольной работы)					6	20
Подготовка к зачету	6	8			6	4
ВСЕГО:		110				130

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лабораторные занятия	При выполнении и защите лабораторных работ студенты в малых группах рассматривают вопросы, связанные с выбором метода анализа для практического использования в предполагаемых обстоятельствах, заданных преподавателем.	12		4
ВСЕГО:		12		4

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Копылов А.С., Очков В.Ф., Лавыгин В.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 310 с
2. Копылов А.С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Копылов А.С., Очков В.Ф., Чудова Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2016.— 222 с

б) дополнительная учебная литература

3. Бахметьева Л.К. Подготовка воды для технического водоснабжения промышленных предприятий. Ионнообменные методы умягчения воды [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Бахметьева Л.К., Бахметьев А.В., Белых Д.Е.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 77 с
4. Шиян Л.Н. Химия воды. Водоподготовка [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шиян Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 83 с
5. Аппараты магнитной обработки воды. Проектирование, моделирование и исследование [Электронный ресурс]: монография/ С.Н. Антонов [и др.]— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2014.— 220 с

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

Комиссаренков, А.А. Основы водоподготовки в целлюлозно-бумажной промышленности и теплоэнергетике [Текст]: учеб.-мет. пособие / А.А. Комиссаренков [и др.]—СПб., 2012.—85 с. — Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/vodopodgot.htm>. - ЭБ ВШТЭ

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://twt.mpei.ac.ru/books/vve/>
2. http://www.gaps.tstu.ru/win-1251/lab/sreda/togaps/6/TO_lp/lek_7s.html
3. http://aquasorbent.ru/Articles/Pro_Info/vodopodgotovka_belikov_2007.pdf

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Аудитория с мультимедийным комплексом;
2. Специализированная учебная лаборатория ФХМА, водоподготовки и ХМОВ с необходимым оборудованием: спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301; установка для проведения процесса ионитного умягчения воды.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Комплект плакатов, демонстрирующих принцип работы приборов, имеющихся в лаборатории; наглядные пособия: принципиальная схема коагуляционной установки с осветлителем; напорный осветлительный фильтр; Н – катионные фильтры; ионитный фильтр смешанного действия; магниальное обескремнивание воды (реакции).

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретические основы дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое примерами отечественного и зарубежного опыта. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none">• проработка программы курса в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины;• работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе.
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные работы способствуют развитию навыков количественного химического анализа в области объектов окружающей среды, в частности при исследовании природных и сточных вод. На лабораторных работах студентам предложено пользоваться современным оборудованием, которым оснащено большинство современных лабораторий, а также методиками, актуальными в соответствии с действующими ГОСТами.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ, расположенных в разделе кафедры «Общей и неорганической химии» на сайте библиотеки ВШТЭ http://nizrp.narod.ru/.</p> <p>Ход работы и экспериментальные результаты должны быть подробно описаны, построены необходимые графики и таблицы.</p> <p>В конце каждого учебного модуля для оценки знаний проводится коллоквиум, на котором студентам необходимо представить выполненные и оформленные лабораторные работы, а также ответить на вопросы. Лабораторные занятия проводятся с применением групповых форм работы.</p>
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельного выполнения контрольной работы (з/о), проработки учебно-методических материалов по дисциплине и собственного конспекта при подготовке к лабораторным работам, коллоквиумам и зачету. Самостоятельная работа учащегося проводится индивидуально; при возникновении вопросов – совместно с преподавателем.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-9	1. Формулирует основные принципы организации водопотребления на соответствующих предприятиях. 2. Ориентируется в основных физических и химических законах, методах математической обработки данных для оптимизации технологии водоподготовки на различных энергообъектах 3. Подбирает методики проведения и результатов химического анализа, демонстрирует знания по выбору методики проведения обоснованного химического анализа и регулирования процессов водоподготовки	Вопросы для устного собеседования	Практическое задание Перечень вопросов к зачету (30 вопросов) Практические задачи, 30 задач

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных методов водоподготовки, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; может обоснованно подобрать схему процесса водоподготовки и анализа контроля качества воды; выполнил и оформил все лабораторные работы	Правильно подобрал алгоритм решения предлагаемой в билете задачи, провел все необходимые вычислительные действия, корректно интерпретировал результаты.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные принципы организации водопотребления на химическом предприятии; плохо ориентируется в основных понятиях, определениях и методах контроля качества воды; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Не смог корректно решить предложенную в билете задачу, не может воспользоваться предложенными формулами, не в состоянии устранить помарки даже под руководством преподавателя

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Классификация природных и сточных вод	1
2	Показатели качества воды: технологические, физические, химические, санитарно-бактериологические. Способы их определения, размерности	1
3	Особенности органических примесей природных вод	1
4	Классификация примесей природных вод по фазово-дисперсной характеристике, по химическому и дисперсному составу	1
5	Методы удаления примесей из воды (общие принципы)	1
6	Задачи химических методов обработки воды в различных производствах	1
7	Влияние примесей природной воды на процесс накипеобразования	1
8	Углекислотное равновесие	1
9	Влияние примесей природной воды на процесс коррозии, методы борьбы	1
10	Методы снижения агрессивности воды и жесткости термическим методом	2
11	Умягчение воды реагентными методами – известкование. Расчёт дозы извести при известковании воды	3
12	Известково-содовый, натронно-содовый и фосфатный методы умягчения воды	3
13	Сущность процесса магниезального обескремнивания	4
14	Расчёт дозы реагента для магниезального обескремнивания	4
15	Механизм обесцвечивания воды. Условия разрушения коллоидных систем – коагуляция. Особенности коллоидного состояния вещества. Строение коллоидной частицы	5
16	Условия проведения практической коагуляции. Коагулянты, используемые в водоподготовке. Применение флокулянтов для интенсификации коагуляции	5
17	Совмещение процессов коагуляции, известкования и магниезального обескремнивания. Контактная коагуляция, особенности. Принцип работы осветлителя	5
18	Теоретические основы процесса фильтрования – поверхностное и объёмное фильтрование. Классификация фильтров	6
19	Конструкция фильтров насыпного типа. Технологические показатели работы насыпного фильтра. Регенерация насыпных фильтров. Назначение дренажного устройства в фильтрах насыпного типа	6
20	Конструкция фильтров намывного типа. Основы обезжелезивания	6
21	Фильтрующие материалы: требования, предъявляемые к ним и показатели качества	6
22	Технологические показатели работы фильтра. Факторы, влияющие на процесс фильтрования	6
23	Ультрафильтрация и нанофильтрация. Назначение и особенности метода, аппаратное оформление	6
24	Принцип метода ионирования воды. Сущность умягчения воды ионитным способом	7
25	Классификация ионообменных материалов. Иониты, их строение и свойства	7
26	Технологические показатели ионитов. Факторы, влияющие на величину ДОЕ ионита. Регенерация отработанного ионита (общие принципы)	7
27	Методы катионирования воды. Na-катионирование, особенности процесса. Технология двухступенчатого Na-катионирования. Регенерация Na-катионитных фильтров	7
28	H-катионирование, особенности процесса. Регенерация H-катионитовых фильтров. Схемы H-Na-катионирования	7
29	Анионирование воды, назначение процесса	7
30	Процесс совместного H-OH-ионирования – обессоливание	7

10.2.2. Перечень типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Определите общую ($Щ_0$) и гидратную ($Щ_{фф}$) щёлочность, а также содержание CO_3^{2-} , OH^- , HCO_3^- (ммоль/дм ³), если известно, что на титрование пробы объёмом 20 см ³ с индикатором метилоранж было израсходовано 1,19 см ³ соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм ³ .	$Щ_0=5,95$ $Щ_{фф}=0$ $[HCO_3^-]=5,95$ $[CO_3^{2-}]=0$ $[OH^-]=0$
2	Определите содержание CO_3^{2-} , OH^- , HCO_3^- (ммоль/дм ³), а также объём раствора	$V_0=1,24$

	соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/дм ³ необходимый для определения общей (V_0) и гидратной ($V_{фф}$) щёлочности, если известно, что в пробе воды объёмом 20 см ³ величина общей и гидратной щёлочности составляет 6,22 и 2,70 ммоль _э /дм ³ соответственно.	$V_{фф}=0,54$ $[HCO_3^-]=0,82$ $[CO_3^{2-}]=5,4$ $[OH^-]=0$
3	Рассчитайте общее солесодержание ($C_{сол}$, мг/кг), содержание хлорид ионов (C_{Cl} , мг/кг), жесткость общую (J_0), кальциевую (J_{Ca}) и магниевую (J_{Mg}) (ммоль _э /дм ³), если известно, что в 1 дм ³ анализируемой воде содержится 117 мг NaCl, 5,6 мг CaCl ₂ , 24,8 мг MgSO ₄ .	$C_{сол}=147,4$ $C_{Cl}=75,6$ $J_0=0,51$ $J_{Ca}=0,10$ $J_{Mg}=0,41$
4	Рассчитайте общее солесодержание ($C_{сол}$, мг/кг), жесткость общую (J_0), карбонатную и некарбонатную (ммоль _э /дм ³), а также общую щёлочность ($Щ_0$, ммоль _э /дм ³), если известно, что в 1 дм ³ анализируемой воде содержится 117 мг NaCl, 5,6 мг CaCl ₂ , 24,8 мг MgSO ₄ .	$C_{сол}=110,3$ $J_0=0,74$ $J_k=0,49$ $J_{нк}=0,25$ $Щ_0=0,49$
5	Определите pH среды, если известно, что в 0,2 кг воды содержится 0,48 г LiOH	pH=13

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

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

10.3.3. Особенности проведения зачета

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля, отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов.