Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Водоподготовка котельных установок

13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 2 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 25-02-2026 08:59:12 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование знаний по водоподготовке котельных установок.

Задачами учебной дисциплины являются:

– ознакомить обучающихся с методами и схемами обработки воды;
– ознакомить обучающихся с методами расчета водоподготовительных установок и стоков от водоподготовки и котельной;
– ознакомить обучающихся с мероприятиями по обеспечению промышленной безопасности опасного производственного объекта.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Организация безопасности и жизнедеятельности промышленных объектов;
– Ресурсо- и энергосбережение в современном производстве;
– Моделирование и оптимизация технологических процессов;
– Воздействие технологических процессов на экологию и здоровье человека;
– Современные проблемы теплоэнергетики и теплотехники.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Методы снижения вредных воздействий объектов теплоэнергетики на окружающую среду;
– Повышение эффективности теплогенерирующих установок;
– Режимы работы и эксплуатации ТЭС;
– Экспертиза экологической безопасности;
– Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен организовывать мероприятия по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта	ПК-1.2 Организует работу комиссии по проверке готовности оборудования к пуску в работу	– знать: критерии технологической готовности оборудования к пуску в работу при водоподготовке котельных установок . – уметь: организовывать работу комиссии по проверке готовности оборудования к пуску в работу при водоподготовке котельных установок .
	ПК-2: Способен осуществлять производственный контроль соблюдения требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте	ПК-2.1 Планирует организационно-технические мероприятия по проведению производственного контроля подразделений организации для выявления и устранения нарушений	– знать: причины, ведущие к появлению нарушений в производственной деятельности при водоподготовке котельных установок . – уметь: планировать организационно-технические мероприятия по проведению производственного контроля подразделений организации для выявления и устранения нарушений при водоподготовке котельных установок .

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся.

Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***3 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***24***	*24*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***24***	*24*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***24***	*24*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение. Схемы и системы водоснабжения промышленных предприятий (Схемы и системы водоснабжения промышленных предприятий. Определение расхода воды на промышленные нужды);

Раздел 2 Особенности паросилового хозяйства энергообъектов предприятий. Водоподготовка для котельных. Действующие нормативы и правила. Требования, предъявляемые к водоподготовительным установкам с учетом требований промышленной безопасности. Организационно-технические мероприятия по проведению производственного контроля системы водоподготовки для котельных (Особенности паросилового хозяйства энергообъектов предприятий. Водоподготовка для котельных. Действующие нормативы и правила. Требования, предъявляемые к водоподготовительным установкам с учетом требований промышленной безопасности. Организационно-технические мероприятия по проведению производственного контроля системы водоподготовки для котельных);

Раздел 3 Оборудование и эксплуатация установок для предварительной очистки воды (Оборудование и эксплуатация установок для предварительной очистки воды. Обработка воды в осветителях. Фильтрование. Реагентное и складское хозяйство водоподготовительных установок. Осветлители. Фильтры.

Конденсационирование воды. Сооружения для охлаждения воды. Ионитные установки. Испарительные и паропреобразовательные установки. Деаэрационные и обескислораживающие установки);

Раздел 4 Сточные воды энергообъектов и их очистка (Сточные воды энергообъектов и их очистка. Сбросные воды после прямоточного охлаждения конденсаторов турбин. Сточные воды от мазутных хозяйств энергообъектов. Сточные воды систем гидрозолоудаления. Сбросные воды после щелочений и химических предпусковых или эксплуатационных промывок парогенераторов. Продувочные воды парогенераторов, испарителей и парообразователей. Сбросные воды водоподготовительных установок. Контроль и оценка водоподготовки и воднохимического режима энергообъектов).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Схемы и системы водоснабжения промышленных предприятий. Определение расхода воды на промышленные нужды	6	
Раздел 2.	Особенности паросилового хозяйства энергообъектов предприятий. Требования, предъявляемые к водоподготовительным установкам	8	
Раздел 3.	Оборудование и эксплуатация установок для предварительной очистки воды	6	
Раздел 4.	Сточные воды энергообъектов и их очистка	4	
Итого:		**24**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	Расчет установки предварительной обработки воды (предочистки)	6	
Раздел 2; Раздел 3;	Расчет установки частичного химического	6	

Раздел 4.	обессоливания воды		
Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	Расчет водоподготовки комбинированной котельной	6	
Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	Расчет загрязнения сточных вод водоподготовительных установок котельных	6	
Итого:		**24**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4.	1. Технологический расчет водоподготовительной установки химического цеха электростанции 2. Модернизация водоподготовительной установки химического цеха электростанции безреагентными методами 3. Расчет оптимального режима работы мембранных обратноосмотических элементов 4. Сравнительный экономический анализ водоподготовительных схем 5. Технологический расчет водоподготовительной установки химического цеха электростанции при внедрении безреагентных методов 6. Моделирование режимов работы электродиализной установки 7. Программные продукты для расчета химико-технологических процессов	36	

	водоподготовительной установки химического цеха электростанции 8. Расчет оптимального режима работы мембранных ультрафильтрационных элементов 9. Расчет оптимального режима работы мембранных микрофильтрационных элементов 10. Снижение образования коррозии трубных систем теплоэнергетического оборудования химическим способом 11. Технологии снижения загрязненности сточных вод на основе электромембранных методов 12. Исследование эффективности режимов работы ингибиторов коррозии 13. Определение скорости коррозии с помощью коррозиметра «Эксперт» 104 14. Определение структуры потоков при создании экологически безопасных ТЭС 15. Технологии снижения загрязненности сточных вод при внедрении мембранных микрофильтрационных элементов 16. Технологический расчет работы электродиализной установки 17. Технологии снижения загрязненности сточных при внедрении мембранных ультрафильтрационных элементов 18. Технологический расчет химико-технологических процессов водоподготовительной установки химического цеха электростанции 19. Реконструкция		

	водоподготовительной установки химического цеха электростанции 20. Влияние примесей на работу котлов и технологический расчет механических фильтров водоподготовительной установки 21. Удаление растворенных газов и технологический расчет механических фильтров водоподготовительной установки 22. Расчет производительности водоподготовительной установки химического цеха электростанции 23. Применяемые виды обработки и расчет производительности водоподготовительной установки химического цеха электростанции 24. Осветление воды и технологический расчет химико-технологических процессов водоподготовительной установки химического цеха электростанции 25. Технологии снижения количества и загрязненности сточных вод на основе электромембранных методов		
Итого:		**36**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала.	6	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе;	6	

	3. Подготовка к практическому занятию.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию.	6	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию.	6	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Итого:		**96**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о практической работе; 5. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Раздел 3.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии;

		4. Отчет о практической работе; 5. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Раздел 4.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о практической работе; 5. Оценивание этапов выполнения курсовой работы; 6. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 7. Тестовые задания
Курсовая работа.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы к защите курсовой работы
Экзамен.	ПК-1; ПК-2	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – индивидуальный или фронтальный устный опрос. В ходе проведения входного контроля обучающимся предлагается ответить на вопросы по материалу, изученному в процессе освоения ООП ВО.

Шкала оценивания устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «зачтено» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не зачтено» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые требуют проведения дополнительных индивидуальных консультаций.

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; оценивание этапов выполнения

курсовой работы; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

Этап работы	% выполнения	Форма отчетности
Постановка цели, формулирование задачи курсовой работы, выполнение литературного обзора; сбор, анализ и систематизация информации по теме курсовой работы	40	Раздел в курсовой работе
Разработка технологической части; проведение расчетов,	80	Раздел в курсовой работе

сравнение результатов с отечественными и зарубежными аналогами		
Оформление курсовой работы	100	Курсовая работа

Критерии оценки курсовой работы

Критерии оценки выполнения курсовой работы	Оценка
Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому.	отлично
Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %.	хорошо
Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %.	удовлетворительно
Задание не выполнено, цель работы не достигнута.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично

17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.7 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: курсовая работа; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы.
удовлетворитель	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся,

Оценка	Требования к знаниям
но	если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы.

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Фрог, Б. Н. Водоподготовка : учебник / Фрог Б. Н., Первов А. Г. – Москва : АСВ, 2015. – 512 с. – ISBN 978-5-93093-974-3. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939743.html (дата обращения: 10.02.2026);

2 Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике : учебное пособие / Копылов А. С., Лавыгин В. М., Очков В. Ф. – Москва : МЭИ, 2017. – ISBN 978-5-383-01115-7. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011157.html (дата обращения: 10.02.2026);

3 Теплогенерирующие установки : учебник для вузов / Г. Н. Делягин, В. И. Лебедев, Б. А. Пермяков, П. А. Хаванов. – Москва : Бастет, 2010. – 623 с. : ил.;

4 Водоподготовка : справочник / ред. С. Е. Беликов. – Москва : Аква-Терм, 2007. – 241 с. – ISBN 978-5-902561-09-5. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=97864 (дата обращения: 10.02.2026);

5 Авдюнин, Е. Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты : учебник / Авдюнин Е. Г. - Москва : ИнфраИнженерия, 2019. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0296-5. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972902965.html (дата обращения: 10.02.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство

Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– ProjectLibre;
– Р7-Офис;
– Расчет объемов поверхностного стока (версия 3.0);
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том

числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

доцент Бащенко Людмила Петровна (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник техбюро
производственно-технического отдела
ООО «Центральная ТЭЦ» А.Ю. Поромов

Приложение

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся

1. Что такое котлы и котельные установки?
2. Роль энергетики в развитии промышленного потенциала страны.
3. Типы используемых в теплоэнергетических установках энергоресурсов.
4. Экологические проблемы при использовании различных энергоресурсов.
5. Теплоэнергетические установки, их основные характеристики.
6. Возможности использования различных типов энергоресурсов.
7. Назовите известные Вам виды энергоносителей в различных отраслях промышленности.
8. Какие источники энергии называются возобновляемыми и невозобновляемыми? Приведите примеры.
9. Особенности компоновки оборудования ТЭС.
10. Особенности обслуживания оборудования ТЭС.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1 Введение. Схемы и системы водоснабжения промышленных предприятий

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Перечислите показатели качества природных вод.
2. Укажите нормативное значение для питьевой воды показателей (мутность, цветность, перманганатная окисляемость, общее железо, солесодержание, общая жесткость и т.д.).
3. На основании каких критериев проводится выбор технологической схемы очистки воды?
4. Наиболее часто используемые схемы водоснабжения промышленных предприятий.
5. Расход воды на промышленные нужды.
6. Системы водоснабжения промышленных предприятий.

Раздел 2 Особенности паросилового хозяйства энергообъектов предприятий. Водоподготовка для котельных. Действующие нормативы и правила. Требования, предъявляемые к водоподготовительным установкам с учетом требований промышленной безопасности. Организационно-технические мероприятия по проведению производственного контроля системы водоподготовки для котельных

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Особенности паросилового хозяйства.

2. Какие требования предъявляются к водоподготовительным установкам?

3. Каким образом определяется доза коагулянта?

4. Каким образом определяется доза хлорсодержащего реагента?

5. Что такое коагуляция? Перечислите стадии коагуляции и типы.

6. Опишите механизм действия флокулянта.

7. Что такое щелочность воды? Как она влияет на процесс коагуляции?

8. С какой целью проводится первичное хлорирование воды?

Раздел 3 Оборудование и эксплуатация установок для предварительной очистки воды

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Обработка воды в осветителях. Фильтрование.

2. Реагентные и складское хозяйство водоподготовительных установок.

3. Что такое осветлитель?

4. Для чего применяются фильтры?

5. Конденсационирование воды.

6. Сооружения для охлаждения воды.

7. Ионитные установки.

8. Испарительные и паропреобразовательные установки.

9. Деаэрационные и обескислораживающие установки.

10. Обескислораживающие установки.

Раздел 4 Сточные воды энергообъектов и их очистка

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Сбросные воды после прямоточного охлаждения конденсаторов турбин.

2. Сточные воды от мазутных хозяйств энергообъектов.

3. Сточные воды систем гидрозолоудаления.

4. Сбросные воды после щелочений и химических предпусковых или эксплуатационных промывок парогенераторов.

5. Сточные воды энергообъектов и их очистка

6. Продувочные воды парогенераторов, испарителей и парообразователей.

7. Сбросные воды водоподготовительных установок.

8. Контроль и оценка водоподготовки и водно-химического режима энергообъектов.

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1. **Выберите один правильный ответ.**

Жесткостью воды называется показатель:

а – сумма концентраций катионов Ca^{2+} и $Mg2^{+}$,

б – общее содержание веществ, обусловливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов $OH,^{-}$

в – загрязненность воды органическими веществами,

г – суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии,

д – концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде.

2. **Выберите один правильный ответ.**

Сухим остатком называется:

а – сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+},

б – общее содержание веществ, обусловливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов $OH,^{-}$

в – общая масса всех растворенных твердых веществ (минеральных и органических), которые остаются после испарения воды,

г – загрязненность воды органическими веществами,

г – суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии,

д – концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде.

3. **Выберите продолжение предложения.**

Щелочность воды - это …..

а – сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+},

б – общее содержание веществ, обусловливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH,

в – загрязненность воды органическими веществами,

г – суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии,

д – концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде,

е – способность связывать сильные кислоты, то есть буферная емкость, обусловленная присутствием в воде гидроксильных ионов и анионов слабых кислот, таких как карбонаты, гидрокарбонаты и т.д.

4. **Выберите один правильный ответ.**

Накипью называют:

а – концентрацию кремниевой кислоты, находящейся в исходной воде,

б – плотные отложения, возникающие на поверхности нагрева или охлаждения,

в – рыхлые отложения,

г – количество вещества, содержащееся в определенном объеме,

д – суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии.

5. **Выберите один правильный ответ.**

Щелочные природные воды характеризуются:

а – $Ж_о > Щ_о$

б – $Ж_о < Щ_о$

в – $Ж_о = Щ_о$

г – $Ж_к = Ж_о$

д – $Ж_о < 7,0$

е – нет правильного ответа

6. **Выберите один или несколько правильных ответов.**

Образование щелочноземельных отложений в котельном агрегате обусловлено наличием в воде:

а – высокой концентрации труднорастворимых соединений,

б – окислов железа или фосфатов железа,

в – соединений меди,

г – агрессивных газов,

д – щелочи.

7. **Выберите один или несколько правильных ответов.**

Первой технологической операцией при регенерации ионитных фильтров является

а – щелочение котловой воды,

б – механическое и химическое удаление отложений,

в – взрыхление,

г – обработка воды комплексонами,

д – отмывки фильтра,

е – пропуск реагента.

8. **Выберите один или несколько правильных ответов.**

Способы удаления образовавшихся отложений:

а – деаэрация питательной воды,
б – щелочение котловой воды,
в – механические и химические,
г – обработка воды комплексонами,
д – химическое обессоливание воды.

9. **Выберите один или несколько правильных ответов.**

Периодическая продувка предназначена для:
а – поддержания определенной концентрации котловой воды,
б – удаления из котельного агрегата шлама,
в – удаления агрессивных газов,
г – снижения общей жесткости,
д – снижения pH воды.

10. **Выберите один правильный ответ.**

Для предохранения котельного агрегата от стояночной коррозии производят:
а – периодическую продувку,
б – консервацию,
в– деаэрацию,
г – умягчение котловой воды,
д – опрессовку.

11. **Выберите один правильный ответ**

Главным условием возникновения межкристаллитной коррозии является:
а – наличие в котловой воде кислорода,
б – присосы охлаждающей воды в конденсаторе,
в – высокое содержание накипеобразователей,
г – возникновение высоких растягивающих напряжений в металле,
д – высокая температура.

12. **Выберите один правильный ответ.**

Пароводяная коррозия обусловлена:
а – высоким давлением и температурой теплоносителя,
б – наличием в воде растворенных газов,
в – наличием в воде взвешенных веществ,
г – высоких растягивающих напряжений в металле,
д – разрушением металла в результате химического взаимодействия с водяными парами.

13. **Выберите один правильный ответ.**

Осветлением называется:
а – процесс непрерывной продувки шлама,

б – процесс обмена катионов,
в – процесс укрупнения коллоидных частиц,
г – процесс удаления из воды грубодисперсных и коллоидных примесей,
д – процесс сепарации пара.

14. **Выберите один или несколько правильных ответов.**
Водно-химический режим, при котором в водоконденсатный тракт энергоблока вводится только газообразный кислород, называется:
а – высокощелочной,
б – комплексный,
в – щелочной,
г – нейтральный,
д – газовый.

15. **Вставьте пропущенное число**
По санитарным правилам и нормам жесткость питьевой водопроводной воды не должна превышать **_____** мг-экв/л.

16. **Вставьте пропущенное слово** (существительное в именительном падеже).
Вывод из котельного агрегата части котловой воды и замена ее питательной называется **_____**.

17. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже).
Разрушение металла под воздействием окружающей среды называется **_____.**

18. **Вставьте пропущенное единицу** измерения жесткости воды **_____ .**

19. **Вставьте пропущенное слово** (существительное в именительном падеже).
Процесс укрупнения коллоидных частиц, завершающийся выпадением вещества в осадок, называется **_____.**

20. Какой показатель воды определяют методом шрифта и креста?
_____

21. **Укажите последовательность 4 этапов очистки воды на очистных сооружениях котельной.**

1	биологическая
2	Механическая очистка
3	дезинфекция
4	Физико-химическая

22. Укажите правильную последовательность операций водоподготовки.

1	обезжелезивание
2	фильтрация
3	сорбционная очистка
4	умягчение
5	обеззараживание

23. **Укажите правильные пары классификаций свойств природных вод.**

1	грубодисперсные	А	поверхностные
2	минеральные	Б	соленые
3	пресные	В	коллоидно-дисперсные
4	атмосферные	Г	технические
5	грунтовые	Д	органические

24. **Укажите соответствие термина и его определения.**

1	умягчение	А	удаление из воды растворенных агрессивных газов
2	деаэрация	Б	удаление грубодисперсных загрязнений
3	известкование	В	изменение химического состава воды
4	коагуляция	Г	процесс обработки воды с использованием извести (обычно гашеной или негашеной) для снижения жесткости, удаления примесей и изменения pH
5	регенерация	Д	процесс укрупнения коллоидных частиц
6	фильтрование	е	процесс, в котором вода восстанавливает свои первоначальные свойства после очистки или обработки.

25. **Укажите правильные пары классификаций примесей**.

1	горячие	а	твердые
2	газообразные,	б	физические;

3	химические	в	неорганические
4	органические	г	холодные;
5	жидкие	д	аэрозольные

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Характеристика основных потребителей воды в производстве по назначению.
2. Требования к качеству воды различных производств. Классификация тепловыделяющих агрегатов.
3. Классификация примесей. Технологические показатели качества воды.
4. Влияние промышленных и бытовых объектов на изменение качества воды.
5. Удаление из воды грубо дисперсных и коллоидных примесей. Коагуляция воды.
6. Свойства коллоидных систем. Коагулирующие реагенты и процессы, происходящие при введении их в воду. Факторы, влияющие на эффективность процесса коагуляции.
7. Конструкции осветлителей. Известкование и магнезиальное обескремнивание воды. Факторы, влияющие на эффективность этих процессов.
8. Совмещение процессов коагуляции, известкования и магнезиального обескремнивания.
9. Осветление воды фильтрованием. Факторы, влияющие на процесс фильтрования воды. Фильтрующие материалы. Конструкции и эксплуатации фильтров.
10. Физико-химические основы процессов ионного обмена. Классификация ионнообменных материалов. Умягчение воды методами Н-катионирования, Na – катионирования, Cl – анионирования.
11. Комбинированные методы ионирования. Область применения. Качество воды, получаемое по этим схемам. Технология ионирования.
12. Конструкции фильтров. Вспомогательное оборудование ионитовых установок.
13. Конструкции фильтров. Технология регенерации ионитовых фильтров.
14. Растворимость газов в воде. Способы удаления растворенных газов.

15. Термическая деаэрация. Химическое обескислороживание. Удаление свободной углекислоты.

16. Методы обработки добавочной и оборотной воды в системе.

17. Качество производственного конденсата. Методы очистки производственных конденсатов.

18. Физико-химические методы очистки сточных вод. Область применения. Примеры.

19. Коагулирование. Технологические схемы. Сооружения для коагулирования сточных вод.

20. Принципиальная схема обратноосмотической установки.

21. Методы очистки поверхностных сточных вод ТЭЦ.

22. Коррекционные методы обработки воды для теплоэнергетического оборудования (фосфатирование; аминирование; нитратирование; сульфитирование).

23. Какими ионами обусловлена щелочность природных поверхностных вод?

24. Какими ионами обусловлена щелочность котловой воды?

25. Что такое относительная щелочность, для каких вод она нормируется?

26. Почему в паре появляется свободная углекислота и как она нормируется?

27. Что такое вспенивание и набухание котловой воды? Чем они вызываются и какова опасность, вызываемая этими процессами?

28. Сущность способа умягчения вода методом катионного обмена.

29. Какие соединения получаются в воде вместо солей жесткости в процессе Na-катионирования?

30. Область применения Na-катионитных установок.

31. Какие реагенты применяются для регенерации Na- и Нкатионита?

32. Какие соединения получатся в воде вместо солей жесткости в процессе Н-катионирования воды?

33. Какова должна быть концентрация серной кислоты в регенерационном растворе?

34. Чем вызывается необходимость применения комбинированных водород-натрий-катионитных установок?

35. От чего зависит удельный расход реагентов на регенерацию?

36. Каким образом может быть снижен удельный расход реагентов на регенерацию?

37. Что такое «голодная» регенерация водород-катионитного фильтра?

38. Сточные воды. Виды сточных вод и их краткая характеристика.

39. Системы водоотведения предприятий.

40. Категории водопользования водоёмов и нормативные документы, регулирующие сброс сточных вод в них.

41. Расчёт ПДС сточных вод.

42. Определение необходимой степени очистки сточных вод по взвешенным веществам.

43. Определение необходимой степени очистки сточных вод по содержанию растворённого кислорода, температуре воды.

44. Классификация методов очистки сточных вод.

45. Типовая схема очистки сточных вод с механической безреагентной очисткой.

46. Типовая схема очистки городских сточных вод с реагентной физико-химической очисткой.

47. Физико-химические методы очистки вод. Классификация. Область применения. Примеры.

6 Выполнение курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО «Moodle».

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО «Moodle».

7 Вопросы к защите курсовой работы

1.В чем заключается сущность процессов коагуляции природной воды?

2.Из чего состоит осадок, образующийся в воде при её коагуляции?

3.От каких видов загрязнения очищается вода при коагуляции?

4.В каких случаях вода при коагуляции подщелачивается и как рассчитать дозу извести (или другой щелочи)?

5.Как рассчитывается доза коагулянта для цветных и мутных вод?

6.Указать оптимальное значение величины pH при коагуляции?

7.От каких факторов зависит величина оптимальной дозы коагулята?

8.Влияние температуры на коагуляцию.

9.Методика определения цветности. Что характеризует цветность воды?

10.Какие факторы влияют на оптимальную дозу коагулянта?

11.Как классифицируют природные воды по жесткости?

12.Какова особенность солей карбонатной жесткости?

13.В чем опасность солей жесткости для работы котлов и теплообменных аппаратов?

14.Каковы нормы по жесткости для питательной воды котлов низкого, среднего и высокого давления, для подпиточной воды теплосетей?

15.Какие виды накипи могут образовываться в котлах и теплообменных аппаратах и каковы их коэффициенты теплопроводности?

16.Какими ионами обусловлена щелочность природных поверхностных вод?

17.Какими ионами обусловлена щелочность котловой воды?

18.Что такое относительная щелочность, для каких вод она нормируется?

19.Почему в паре появляется свободная углекислота и как она нормируется?

20. Что такое вспенивание и набухание котловой воды? Чем они вызываются и какова опасность, вызываемая этими процессами?

21.Сущность способа умягчения вода методом катионного обмена.

22.Какие соединения получаются в воде вместо солей жесткости в процессе Na-катионирования?

23.Область применения Na-катионитных установок.

24.Какие реагенты применяются для регенерации Na- и H-катионита?