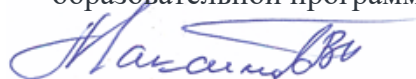


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



Максимов В.П.

" 14 " _____ мая _____ 2026 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Б1.В.01.04 ОСНОВЫ ВОДОПОДГОТОВКИ

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль (направленность) подготовки
Тепловые энергосистемы

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная, заочная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск
2026 г.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Программу составил (и):

Пономарев Александр Юрьевич



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электроэнергетики и физики, протокол № 11 от 14 мая 2026 г.

Заведующий кафедрой:

д.п.н., профессор кафедры
электроэнергетики и физики

В.П. Максимов

1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формирование у обучающихся системы компетенций, основанных на способности понимания роли и места физико-химических процессов водоподготовки для надежной и экономичной работы основного теплоэнергетического оборудования; изучении основных схем, характеристик и режимов работы установок для получения теплоносителя требуемого качества; приобретения навыков использования полученных знаний при эксплуатации установок водоподготовки.

Задачи дисциплины:

- сформировать понимание значимости физико-химических процессов водоподготовки в обеспечении эффективной работы котельных агрегатов и систем теплоснабжения;
- познакомить с основными схемами, характеристиками и режимами работы установок для получения теплоносителя требуемого качества;
- обучить методам анализа схем водоподготовки и проведению расчетов по выбору необходимого оборудования;
- сформировать навыки использования полученных знаний при проектировании и эксплуатации установок водоподготовки;
- сформировать способность обеспечения соблюдения экологической безопасности на производстве и планированию экозащитных мероприятий и мероприятий по энерго- и ресурсосбережению.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Дисциплина находится в логической и содержательной взаимосвязи с другими частями ОПОП, т.к. она способствует личностному, в том числе профессиональному росту будущих бакалавров. Дисциплина активизирует развитие направленности на профессиональную деятельность, вооружает студентов знаниями и навыками саморазвития. Она тесно связана с предметами базовой части учебного плана, учебной и производственной практиками. Содержание дисциплины является теоретической базой для успешного освоения дисциплин вариативной части учебного плана, курсов по выбору, эффективного проведения преддипломной практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

Пререквизиты дисциплины (модуля): предшествующими курсами на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы водоподготовки» являются: математика, физика, химия и др.

Постреквизиты дисциплины: ВКР.

Особенностью дисциплины является не только её теоретическое, но прикладное значение при подготовке бакалавров данного профиля.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПКС-1	Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПКС-1.1. Знать: основные показатели качества воды, способы и технологические схемы очистки воды; требования к подготовке воды для тепло-технологического оборудования. ПКС-1.2.

		Уметь: определять способ и последовательность выполнения работ по подготовке воды для теплотехнологического оборудования. ПКС-1.3. Иметь навыки: организации работ по эксплуатации технологического оборудования подготовки воды для теплотехнологического оборудования.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 час.

Вид работы	Трудоёмкость, акад. часов
Общая трудоёмкость	216
Контактная работа:	80
Лекции (Лек)	30
Практические занятия (ПР)	14
Лабораторные работы (Лаб)	30
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО) (Проведение текущих консультаций и индивидуальная работа со студентами)	5
Конт ПА	1
Промежуточная аттестация: экзамен	26
Самостоятельная работа:	110
- выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР)	72
- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ)	0
- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ)	0
- написание реферата (Р)	0
- написание эссе (Э)	0
- самостоятельное изучение разделов	0
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий)	10
- подготовка к лабораторным занятиям	5
- подготовка к практическим занятиям	5
- подготовка к коллоквиумам	0
- подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)	18

4.2. Распределение видов работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины (модуля)

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Конт роль	
1	Тема 1 «Основные характеристики природной воды»	7	2	1	2	1	8	0	0	Опрос
2	Тема 2 «Физико-химические основы процессов водоподготовки»	7	2	1	2	1	10		0	Опрос
3	Тема 3 «Фильтрация воды на механических фильтрах»	7	4	1	2	1	8		0	Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов
4	Тема 4 «Обессоливание воды»	7	4	1	4	1	12		0	Опрос
5	Тема 5 «Термический метод очистки воды»	7	4	2	4	1	10		0	Опрос
6	Тема 6 «Очистка высокоминерализованных вод»	7	2	2	2	0	14		0	Опрос
	Тема 7 «Водоподготовка в тепловых сетях с естественным водозабором»	7	4	2	4	0	10	0		Иллюстрация слайд-презентаций; работа в команде при выполнении лабораторных работ. Интерактивное занятие с применением видеоматериалов

									ов
	Тема 8 «Очистка воды от растворённых газов»	7	2	1	4		14		Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
	Тема 9 «Стабилизационная обработка воды»	7	2	1	4		10		Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
	Тема 10 «Расчёт механических и ионообменных фильтров и водоподготовительных установок»	7	4	2	2		14		Иллюстрация слайд-презентаций. Экскурсия на ТЭЦ
	Промежуточная аттестация	7	0	0	0	0	0	1	26 Экзамен, курсовой проект
	Итого	216	30	14	30	5	110	1	26

Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Год	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	Пр	Конт ТО	СР	Конт ПА	Конт роль	
1	Тема 1 «Основные характеристики природной воды»	4	1	0	1	0	21	0	0	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
2	Тема 2 «Физико-химические основы процессов водоподготовки»	4	1	0	0	0	34	0	0	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
3	Тема 3 «Фильтрация воды на механических фильтрах»	4	1	0	1	0	34	0	0	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
4	Тема 4 «Обессоливание	4	1	0	0	0	24	0	0	Иллюстрация

	воды»									слайд-презентаций. Проблемная лекция.
5	Тема 5 «Термический метод очистки воды»	4	0	1	0	0	24	0	0	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
6	Тема 6 «Очистка высокоминерализованных вод»	4	0	1	0	0	22	0	0	Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
	Тема 7 «Водоподготовка в тепловых сетях с естественным водозабором»	4	0	1	0	0	36	0		Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
	Тема 8 «Очистка воды от растворённых газов»	4	0	1	0					Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
	Тема 9 «Стабилизационная обработка воды»	4	0	0	1					Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
	Тема 10 «Расчёт механических и ионообменных фильтров и водоподготовительных установок»	4	0	0	1					Иллюстрация слайд-презентаций. Проблемная лекция.
	Промежуточная аттестация	4	0	0	0	0	0	3	6	Экзамен, курсовой проект
	Итого	216	4	4	4	0	195	3	6	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Тема 1 «Основные характеристики природной воды» Поступление примесей в воду. Классификация, характеристика вод и их примесей. Характеристика ионизированных примесей. Кремнесодержащие соединения и органические примеси. Закономерности изменения количественного состава примесей по районам и сезонам для поверхностных и подземных вод. Биологические показатели качества воды. Применение воды в качестве теплоносителя. Принципиальные схемы обращения воды в тракте тепловых электростанций. Источники загрязнения. Влияние примесей воды на надёжность работы теплоэнергетического

оборудования. Выбор водоисточника и производительности водоподготовительных установок.

Тема 2 «Физико-химические основы процессов водоподготовки» Классификация и выбор технологических процессов обработки воды. Стадии водоочистки. Ионно-обменный, термический и мембранный методы водоочистки. Очистка воды методом коагуляции. Осаждение методами известкования и содоизвесткования. Фильтрующие материалы и основные характеристики структуры фильтрованных слоёв.

Тема 3 «Фильтрация воды на механических фильтрах» Фильтрующие материалы и основные характеристики структуры фильтрующих слоёв. Адгезионное и плёночное фильтрование. Геометрические характеристики некоторых фильтрующих материалов. Основные требования к фильтрующим материалам.

Тема 4 «Обессоливание воды» Методы обессоливания воды. Физико-химические основы ионного обмена. Сущность ионного обмена. Эквивалентность, обратимость и селективность обмена. Ионные материалы и их характеристики. Химическая стойкость и объёмная ёмкость ионитов. Технология ионного обмена. На-катионирование и Нкатионирование. Анионирование воды. Малосточные схемы ионитных водоподготовок. Автоматизация водоподготовительных установок. Перспективные технологии водоочистки: противоточная технология ионирования, фильтры с противоточной регенерацией, фильтры с прямоточной регенерацией. Автоматизация ВПУ. Тема 5 «Термический метод очистки воды» Метод дистилляции. Предотвращение накипеобразования в испарительных установках физическими методами. Предотвращение накипеобразования в испарительных установках химическими, конструктивными и технологическими методами. Устройство и принцип действия испарительных установок.

Тема 6 «Очистка высокоминерализованных вод» Прямоточный и обратный осмос. Структура ацетилцеллюлозной мембраны. Характеристики обратноосмотических мембран. Электродиализ. Принципиальная схема многокамерного электродиализатора. Гомогенные и гетерогенные мембраны.

Тема 7 «Водоподготовка в тепловых сетях с естественным водозабором» Основные положения. Схема открытой двухтрубной водяной системы теплофикации. Нормы бактериологических и органолептических показателей воды. Подготовка добавочной воды методом Н-катионирования с голодной регенерацией. Снижение карбонатной жёсткости (щёлочности) добавочной воды методом подкисления. Декарбонизация воды методом известкования. Накатионирование добавочной воды. Магнитная противонакипная обработка добавочной воды. Практическое применение магнитной обработки в теплосетях с непосредственным водоразбором. Подготовка воды для закрытых тепловых сетей. Подготовка воды для местных систем горячего водоснабжения. Подготовка воды для отопительных систем теплоснабжения. Технология обработки воды комплексонами в системах теплоснабжения.

Тема 8 «Очистка воды от растворённых газов» Десорбция растворённых газов. Удаление свободной углекислоты. Схема и принцип работы декарбонизатора. Удаление кислорода физико-химическими методами. Деаэрация в деаэраторах пониженного и атмосферного давления. Вакуум-деаэраторы. Химические методы удаления газов из воды.

Тема 9 «Стабилизационная обработка воды» Общие положения. Стабилизация воды подкислением. Фосфатирование охлаждающей воды. Рекарбонизация охлаждающей воды. Схемы установок и принцип их работы. Применение окислителей для борьбы с биологическим обрастанием теплообменников и обеззараживания воды. Схема и принцип работы вакуумного хлоратора.

Тема 10 «Расчёт механических и ионообменных фильтров и водоподготовительных установок» Расчёт механических фильтров. Расчёт ионитных фильтров. Примеры расчёта водоподготовительных установок. Расчёт установки химического обессоливания с параллельным включением фильтров. Расчёт декарбонизатора с насадкой из колец Рашига.

Расчёт фильтров смешанного действия (ФСД). Расчёт обессоливающей установки. Расчёт электродиализной установки.

4.4. Темы и планы практических занятий

№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	Практическое занятие № 1 «Основные показатели качества воды».	2
2.	Практическое занятие № 2 «Адсорбционный метод очистки сточных вод. Расчёт адсорбера с неподвижным слоем загрузки»	4
3.	Практическое занятие № 3. «Флотационный метод очистки сточных вод. Расчет напорного флотатора»	4
4.	Практическое занятие № 4 «Ионитное обессоливание воды. Расчёт катионитного и анионитного фильтров первой ступени»	4
5.	Практическое занятие № 5. «Обработки воды методом электродиализа. Расчёт электродиализной установки»	4
6.	Практическое занятие № 6. «Обратноосмотический способ очистки воды. Расчёт мембраны»	4
7.	Практическое занятие № 7 «Стабилизация воды»	4
8.	Практическое занятие № 8 «Водоподготовительные установки для теплоэнергетики	4
Итого		30

4.5. Темы и планы лабораторных занятий

Лабораторная работа № 1 «Основные физические свойства жидкостей»

Лабораторная работа № 2 «Изучение основных методов обработки воды и технологических схем её очистки»

Лабораторная работа № 3 «Изучение конструкции отстойников в системах водоподготовки. Расчёт основных параметров горизонтального отстойника»

Лабораторная работа № 4 «Изучение технология фильтрования и конструкций фильтров».

Лабораторная работа № 5 «Изучение конструкции и расчёт основных параметров гидроциклонов различных типов»

Лабораторная работа № 6. «Изучение озонаторной установки, расчёт её основных параметров и степени очистки воды»

Лабораторная работа № 7 «Изучение способа обработки воды методом электродиализа»

Лабораторная работа № 8. «Изучение способа очистки воды обратноосмотическим методом»

4.6. Примерная тематика курсовых проектов

Темы курсового проекта – «Проект станции водоподготовки» или «Проект станции очистки сточных вод».

Исходными данными для проектирования являются:

- место расположения населённого пункта;

- количество жителей в населённом пункте;
- необходимый расход воды для производственных предприятий / расход промышленных стоков;
- источник водоснабжения/ место сброса сточных вод;
- описание геологических колонок скважин / топографическая съёмка русла водотока;
- характеристика источника водоснабжения / водного объекта, в который предусматривается сброс сточных вод.

Бланк задания приведён в приложении А.

Варианты заданий с исходными данными для их выполнения выдаются преподавателем в начале семестра.

Порядок разработки курсового проекта: - дать краткую характеристику природных, техногенных условий места расположения объекта проектирования;

- выполнить расчёты по определению производительности станции водоподготовки / очистки сточных вод, необходимой степени очистки по основным показателям;
- выбрать и обосновать технологическую схему водоподготовки / очистки сточных вод;
- определить состав сооружений станции водоподготовки / очистки сточных вод;
- выполнить расчет основных конструктивных параметров сооружений;
- выполнить чертежи –планы и разрезы проектируемых сооружений.

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

Тема 1 «Основные характеристики природной воды» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме. Уяснить сущность понятий "Турбинная решётка".

Вопросы для самоконтроля:

1. Из каких этапов состоят круговороты природных и производственно-бытовых вод ?
2. Какие основные катионы и анионы поступают в природные воды и за счет чего ?
3. В чем качественное отличие поверхностных и подземных вод?
4. Какие признаки лежат в основе различных классификаций природных вод?
5. Каковы причины строгого нормирования содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в водах теплоэнергетических установок?
6. Какие показатели воды относятся к качественным и технологическим?
7. Какие виды жёсткости и щёлочности воды вам известны?
8. Почему окисляемость является условным показателем?
9. Поясните понятие коли-индекса?

Тема 2 «Физико-химические основы процессов водоподготовки» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключается классификация основ обработки воды?
2. Назовите известные классификации, их достоинства и недостатки?
3. На какие стадии подразделяется обработка воды?
4. Задачи предочистки.

Тема 3 «Фильтрация воды на механических фильтрах» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте геометрическую характеристику фильтрующих материалов?
2. В чем заключается механизм задержания части в зернистых слоях?
3. Объясните в чем отличие адгезионного и плёночного фильтрования?
4. Основные требования к фильтрующим материалам?

Тема 4 «Обессоливание воды» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие методы применяются для обессоливания воды?
2. Сущность ионного обмена.
3. Представьте схему структуры зерна ионита.
4. Что такое обменная емкость ионитов?
5. Технология ионного обмена. а) Na-катионирование. б) H-катионирование. в)

ОН-анионирование.

6. Что такое регенерация фильтров?
7. Перечислите малосточные схемы ионитных водоподготовок.
8. Задачи автоматизации ВПУ.
9. Представьте схемы подготовки воды котлоагрегатов (низкого, среднего, высокого, сверхкритического давления).
10. Как вы понимаете ФСД?
11. Устройство основного технологического оборудования.
12. Автоматизация ВПУ.

Тема 5 «Термический метод очистки воды» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме. Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите типы испарительных установок.
2. Укажите методы предотвращения накипеобразования в испарительных установках.
3. Какими методами можно получить чистый пар?
4. Какие стабилизирующие вещества применяют для испарителей?
5. Для каких котлов можно использовать дистиллят испарителей?

Тема 6 «Очистка высокоминерализованных вод» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие показатели определяют свойства обратноосмотических мембран?
2. Чем отличаются основные типы установок обратного осмоса?
3. Какие требования предъявляют к воде, поступающей на электродиализаторы?
4. В чем состоят преимущества дистилляционных и мембранных методов перед ионообменной технологией очистки высокоминерализованных вод?

Тема 7 «Водоподготовка в тепловых сетях с естественным водозабором» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные способы подготовки воды для теплосети.
2. Сущность подготовки добавочной воды методами: – H-катионирования с голодной регенерацией; – подкисления; – известкования; – Na-катионирования; – магнитная противонакипная обработка; – технология обработки воды комплексономом.
3. Из перечисленных методов укажите самый современный по надежности и экологии.

Тема 8 «Очистка воды от растворённых газов» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какими методами удаляются основные растворённые газы (O_2 и CO_2)?
2. Принцип работы и устройства декарбонизатора.
3. Дайте краткое описание и принцип работы деаэратора.
4. Дайте определение веществам, относящимся к окислителям и восстановителям.
5. Какие восстановители применяют для обработки воды?

Тема 9 «Стабилизационная обработка воды» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите составляющие, входящие в материальный баланс охлаждающей системы с градирней.

2. Какие факторы влияют на предельно допустимую карбонатную жесткость охлаждающей воды?

3. Какие эффекты стабилизации охлаждающей воды наблюдаются при ее подкислении?

4. Охарактеризуйте стабилизирующее действие различных фосфорсодержащих веществ на охлаждающую воду.

Тема 10 «Расчёт механических и ионообменных фильтров и водоподготовительных установок» Проработать лекционный материал, рекомендуемую литературу, Интернет-ресурсы по рассматриваемой теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Основной принцип работы ЭМФ?

2. Какие примеси в турбинном и производственном конденсате и их особенности?

3. Назовите методы очистки конденсата?

6. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Тема 1 «Основные характеристики природной воды»	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
2	Тема 2 «Физико-химические основы процессов водоподготовки»	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
3	Тема 3 «Фильтрация воды на механических фильтрах»	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
4	Тема 4 «Обессоливание воды»	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
5	Тема 5 «Термический метод	Лекция	Вводная лекция с использованием

	очистки воды»	Практическое занятие Самостоятельная работа	видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
6	Тема 6 «Очистка высокоминерализованных вод»	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
	Тема 7 «Водоподготовка в тепловых сетях с естественным водозабором»	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
	Тема 8 «Очистка воды от растворённых газов»	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
	Тема 9 «Стабилизационная обработка воды»	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты
	Тема 10 «Расчёт механических и ионообменных фильтров и водоподготовительных установок»	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада Консультирование и проверка домашних заданий посредством прямого общения или электронной почты

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Вопросы для проведения текущего контроля

1. Баромембранные методы водоподготовки.
2. Дезодорация и дегазация воды. 3. Значение качества воды для паросиловых установок.
4. Использование для водоснабжения морской воды, методы ее опреснения.
5. Методы обеззараживания поверхностных и подземных вод.
6. Методы опреснения и обессоливания воды.
7. Методы очистки природных вод, содержащих антропогенные примеси.
8. Методы умягчения воды. Бариевый метод умягчения воды.
9. Нормативы качества воды для хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и промышленного водоснабжения.
10. Нормативы качества воды для централизованного горячего водоснабжения.
11. Нормы качества воды для тепловых сетей.
12. Нормы качества питательной и подпиточной воды паровых котлов низкого давления.
13. Обезжелезивание и деманганация воды.
14. Особенности использования морской воды на ТЭС.
15. Особенности удаления из воды растворенных газов.
16. Портативные контрольно-измерительные приборы для определения остаточного кислорода в питательной воде и конденсате.
17. Портативные контрольно-измерительные приборы для определения солесодержания.
18. Расчет оптимального режима работы мембранных микрофильтрационных элементов.
19. Расчет оптимального режима работы мембранных обратноосмотических элементов.
20. Расчет оптимального режима работы мембранных ультрафильтрационных элементов.
21. Стабилизационная обработка воды.
22. Требования к качеству подпиточной и сетевой воды водогрейных электрических котлов.
23. Требования, предъявляемые к качеству питательной воды паровых электрических котлов.
24. Физико-химические показатели качества природных вод.
25. Физические методы обработки воды.
26. Фторирование и обесфторирование воды.
27. Электрохимические методы обработки воды.

7.2. Вопросы к экзамену

1. Что такое природные источники воды? Как они классифицируются?
2. Классификация примесей.
3. Классификация вод по физико-химическим показателям.
4. В соответствии с какими требованиями в Российской Федерации осуществляется контроль качества воды?
5. Что такое водоподготовка?
6. Этапы водоподготовки.
7. Требования, предъявляемые к качеству воды. Показатели качества воды.

8. Что понимается под эпидемиологической, радиационной безопасностью воды?
9. Что входит в понятия: «химические свойства воды»; «органолептические свойства воды»?
10. Что такое качество воды? Способы улучшения качества воды.
11. Что означает понятие «обработка воды»?
12. Как классифицируются основные методы обработки воды?
13. Что такое обеззараживание, обесцвечивание, дезодорация, воды?
14. Что такое технологическая схема очистки воды?
15. Как происходит выбор сооружений станции очистки воды, предназначенной для хозяйственно-питьевых целей?
16. Что такое коагуляция?
17. Что такое флокулянты?
18. Что такое фильтрация?
19. Какие стадии процесса фильтрования вы знаете?
20. Опишите процесс фильтрования.
21. Что такое время защитного действия загрузки?
22. От чего зависит скорость фильтрования? Чему она равна?
23. Каковы условия применения фильтрования?
24. Опишите физико-химические основы фильтрования.
25. За счет чего происходит фильтрование воды?
26. Что такое фильтр воды?
27. Классификация фильтров для воды.
28. Для чего применяются микрофильтры и барабанные сита?
29. Каковы основные параметры микрофильтров?
30. Как устроен микрофильтр?
31. Для чего применяются намывные фильтры?
32. Каковы основные параметры намывных фильтров?
33. Как устроен намывной фильтр?
34. Для чего применяются скорые фильтры?
35. Каковы основные параметры скорых фильтров?
36. Как устроен скорый фильтр?
37. Для чего применяются контактные фильтры и контактные осветлители?
38. Каковы основные параметры контактных фильтров и контактных осветлителей?
39. Как устроены контактные фильтры и контактные осветлители?
40. Для чего применяются медленные фильтры?
41. Каковы основные параметры медленных фильтров?
42. Как устроен медленный фильтр?
43. Для чего применяются напорные фильтры?
44. Каковы основные параметры напорных фильтров?
45. Как устроен напорный фильтр?
46. Перечислите виды отстойников.
47. Какой метод лежит в основе работы отстойников?
48. От чего зависит скорость осаждения частиц в отстойниках?
49. Для каких целей применяют первичные и вторичные вертикальные отстойники?
50. Перечислите виды горизонтальных отстойников.
51. Какой принцип работы напорного гидроциклона? Какие его преимущества и недостатки.
52. Для чего используют мультициклоны?
53. Что такое открытый гидроциклон? Где он может применяться?
54. На чем основана работа многоярусного гидроциклона?
55. На чем основывается адсорбционный метод очистки? Что является достоинством? От чего зависит его эффективность?

56. Какие материалы применяются в качестве сорбентов?
57. Как осуществляется очистка сточных вод в адсорбере?
58. Какие существуют типы адсорберов?
59. Как происходит регенерация углей?
60. Электрический способ очистки воды.
61. С чем связано явление естественного осмоса?
62. Метод обратного осмоса. Каков принцип действия обратного осмоса?
63. Что такое мембрана? Объясните понятие «селективность мембраны». Чем определяется эффективность использования той или иной мембраны на производстве?
64. Ионный обмен. Преимущества метода ионного обмена и принципы его применения в технологии водоподготовки.
65. Какие бывают ионообменные аппараты? На чем основан метод удаления из воды анионов и катионов?
66. Биологическая фильтрация.
67. Физико-химический метод очистки воды.
68. Ультрафильтрация.
69. Электродиализ.
70. Чем отличаются понятия «диализ» и «электродиализ»?
71. В каких областях производства может применяться электродиализ?
72. Какими характеристиками должны обладать мембраны, применяемые в электродиализных установках?
73. Из чего состоит и как работает циркуляционная (порционная) электродиализная установка?
74. Что такое гидрофильность и гидрофобность? Их принципиальное различие.
75. Что такое флотационные реагенты? Их классификация.
76. Какой принцип работы напорного флотатора?
77. Какая схема подачи воды при напорной флотации?
78. Дезодорация воды, ее виды. Аэраторы воды.
79. Дегазация воды. Способы дегазации.
80. Стабилизация воды. Показатель стабильности, индекс стабильности воды.
81. Обезжелезивание и деманганация воды.
82. Умягчение воды. Методы умягчения.
83. Фторирование и обесфторивание воды.
84. Каким способом получают озон? На каком этапе следует вводить озон для дезинфекции воды?
85. Должен ли содержаться озон в очищенной воде? Должны ли быть одинаковыми дозы озона для обеззараживания поверхностных и подземных вод?
86. Обеззараживание воды.
87. Подготовка воды для котельных и систем теплоснабжения.
88. Требования к воде для теплосиловых установок.
89. Основные показатели качества воды для котельных и систем теплоснабжения.
90. Основные стадии подготовки воды для котельных и систем теплоснабжения

7.3. Пример теста

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какие источники воды мы называем природными? (правильным считается полный ответ)	1. реки, озера, моря; 2. водохранилища, артезианские воды; 3. ледники, грунтовые воды, водохранилища; 4. поверхностные и подземные воды; 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
2.	Водоподготовка – это	1. приведение качества воды, используемой в технологических целях на различных промышленных предприятиях, а также в системах водо-и теплоснабжения и др., в соответствие с требованиями потребителей. 2. забор воды из природных источников. 3. обеззараживание воды. 4. забор воды из природных источников и ее обеззараживание. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
3.	В соответствии с какими требованиями в Российской Федерации осуществляется контроль качества воды?	1. ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации методам контроля качества». 2. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения». 3. СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» 4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
4.	Коагуляция примесей воды – это (правильным считается полный ответ)	1. процесс укрупнения мельчайших коллоидных и диспергированных частиц, происходящий вследствие их взаимного слипания под действием сил молекулярного притяжения. 2. процесс уменьшения коллоидных и диспергированных частиц. 3. биологическая очистка воды. 4. улучшение химического состава воды. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
5.	Примеси воды классифицируются по (правильным считается полный ответ)	1. Эйлера; 2. Архимеду; 3. Бернулли; 4. Кульскому; 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.

6.	Показатели качества воды	1. эпидемиологические, радиационные показатели, химический состав; органолептические свойства.
----	--------------------------	--

	(правильным считается полный ответ)	2. химический состав; органолептические свойства. 3. радиационные показатели. 4. эпидемиологические, радиационные показатели. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
7.	Флокулянты – это (правильным считается полный ответ)	1. вещества, ускоряющие коагуляцию. 2. вещества, замедляющие коагуляцию. 3. вещества, обеззараживающие воду. 4. вещества, очищающие воду от бактерий. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
8.	Вещества, способные обменивать свои ионы на анионы раствора называются	1. ионитами. 2. катионитами. 3. анионитами. 4. ионообменными смолами. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
9.	Термический метод подготовки воды для систем теплоснабжения базируется на	1. 3-м законе Ньютона. 2. законе Генри-Дальтона. 3. законе сохранения энергии применительно к движущейся жидкости. 4. законе Паскаля. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
10.	Технологические схемы очистки воды бывают: (правильным считается полный ответ)	1. реагентные. 2. безреагентные. 3. биологические. 4. реагентные и безреагентные. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.

11.	Фильтрация – (правильным считается полный ответ)	1. то же самое, что и коагулирование. 2. процесс уменьшения коллоидных и диспергированных частиц. 3. то же самое, что и осветление воды. 4. это движение жидкости сквозь пористую среду 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
12.	Отстойниками называют	1. аппараты или сооружения в которых для выделения взвешенных частиц из жидкости используется метод гравитационного осаждения. 2. аппараты в которых для выделения взвешенных частиц из жидкости используется метод ионного обмена. 3. аппараты или сооружения, в которых для выделения взвешенных частиц из жидкости используется метод коагуляции. 4. сооружения в которых для выделения взвешенных частиц из жидкости используется метод фильтрации. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
13.	Каковы условия применения фильтрования?	1. применяется для удаления взвешенных примесей при их количестве до 100 мг/л (двухслойные фильтры) и до 50 мг/л (однослойные). 2. применяется для удаления взвешенных органических примесей. 3. применяется для удаления взвешенных неорганических примесей. 4. применяется для удаления взвешенных примесей при их количестве до 50 мг/л. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.

14.	Гидроциклон – это	1. аппарат для разделения взвешенных веществ во вращающейся в нем жидкости на две фракции по крупности, форме или плотности и удаления твердых веществ из жидкости (осветление жидкости). 2. аппарат для разделения взвешенных веществ во вращающейся в нем жидкости на две фракции по крупности, форме. 3. аппарат для удаления твердых веществ из жидкости (осветление жидкости). 4. аппарат для разделения взвешенных веществ во вращающейся в нем жидкости на две фракции и коагуляции их. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
15.	На чем основывается адсорбционный метод очистки?	1. на преимущественной адсорбции молекул загрязнений под действием силового поля в порах адсорбента. 2. на законе Паскаля. 3. на методах ионного обмена. 4. на основе многоступенчатой фильтрации воды. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
16.	На чем основан принцип ионного метода химводоочистки?	1. на использовании ионитов – сетчатых полимеров разной степени сшивки, гелевой микро- или макропористой структуры, ковалентно связанных с ионогенными группами. 2. на принципе запрета на перенос примесей или растворителя (воды) через мембраны. 3. на процессе электродиализа. 4. основан на использовании катионитов в системах очистки воды. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
17.	Флотация – это	1. процесс разделения мелких твердых частиц, основанный на различии их в смачиваемости водой. 2. тоже самое, что и коагуляция. 3. это физическое свойство молекулы, которая «стремится» избежать контакта с водой. 4. способность вещества смачиваться водой. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
18.	Какие воды называются сточными?	1. воды, загрязненные бытовыми отбросами и производственными отходами и удаляемые с территорий населенных мест и промышленных предприятий системами канализации, а также воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков в пределах территорий населенных пунктов и промышленных объектов. 2. воды, загрязненные бытовыми отбросами и производственными отходами и удаляемые с территорий населенных мест и промышленных предприятий системами канализации. 3. воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков в пределах территорий населенных пунктов и промышленных объектов. 4. воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
19.	Каким способом получают	1. с помощью химических реакций, в результате ультра-

19.	Каким способом получают	1. с помощью химических реакций, в результате ультра-
-----	-------------------------	---

	озон?	фиолетового излучения, при электрическом разряде. 2. путем коагуляции. 3. методом ионного обмена. 4. результате ультрафиолетового излучения. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.
20.	К мембранным технологиям относятся:	1. микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, электродиализ. 2. технологии отстаивания воды в отстойниках. 3. микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация. 4. только явление обратного осмоса. 5. Верных ответов нет. Дайте свой правильный ответ.

7.4. Требования к структуре, объёму, содержанию и оформлению курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка в общем виде должна иметь следующую структуру:

- титульный лист (приложение Б);
- задание с исходными данными; - содержание (оглавление); - введение; - основная часть;
- заключение;
- список используемых источников.

Графическая часть должна содержать следующую информацию:

- колонки буровых скважин и геологический разрез (для курсового проекта на тему «Проект станции водоподготовки»);
- поперечный и продольный профили водотка (для курсового проекта на тему «Проект станции очистки сточных вод»);
- планы и разрезы проектируемых сооружений. Ссылки на чертежи графической части должны быть в пояснительной записке.

Содержание (оглавление) включает наименование всех разделов курсового проекта, графических приложений с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала разделов. Во введении необходимо указать актуальность темы, цель и задачи проекта. Основная часть пояснительной записки состоит из трёх глав.

Структура основной части пояснительной записки должна выглядеть следующим образом:

- 1 Условия расположения объекта.
- 2 Технологическая схема водоподготовки/очистки сточных вод.
- 3 Расчёт основных конструктивных параметров сооружений.

Исходными данными для написания первой главы являются: - место расположения населённого пункта; - источник водоснабжения/ место сброса сточных вод; - описание геологических колонок скважин / топографическая съёмка русла водотока

Работу начинают с описания климатических условий места расположения объекта проектирования. В первую очередь необходимо определить перечень метеорологических

станций / постов, на которых проводятся наблюдения в районе проектирования. Перечень действующих метеорологических станций (постов), действующих на территории Калининградской области, представлен в Приложении В. Далее следует выбрать и обосновать репрезентативную станцию (или пост), опираясь на требования СП «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства». В соответствии с данным нормативным документом репрезентативность пунктов (постов, станций) гидрометеорологических наблюдений - степень представительности того или иного пункта наблюдений в отношении изучаемого элемента гидрометеорологического режима, как с точки зрения соответствия данного места наблюдений предъявляемым требованиям, так и с точки зрения отражения условий, характерных для более или менее значительных территорий, участков водотоков или акваторий водоёмов. При выборе и обосновании репрезентативной метеорологической станции (поста) обратить внимание на: 1) местоположение станций (постов), удалённости от района работ каждой метеостанции (поста) от участка изысканий, их географических координатах, высоте метеостанций (постов) и периоде наблюдений; 2) местоположение станции (поста) и участка расположения объекта проектирования должно быть в однородных физико-географических условиях (рельеф, подстилающая поверхность, увлажнение, состав почв и т.д.);

3) защищённость метеоплощадки и характера застройки окружающей территории, соответствие подстилающей поверхности на метеоплощадке ландшафту окружающей местности;

4) радиус репрезентативности станции (поста) в отношении того или иного метеорологического элемента. После этого нужно выполнить оценку климатических условий территории на основе фондовых, справочных и иных данных, а также данных многолетних наблюдений по репрезентативным постам и станциям государственной сети наблюдений. Основные метеорологические элементы: экстремальные и средние значения температуры воздуха, скорости и направления ветра, количество атмосферных осадков, среднемесячные значения относительной влажности воздуха и глубины промерзания почвы. Перечисленные характеристики рекомендуется представлять в табличной форме, режим ветра – в виде розы ветров (рис. 1).

Рисунок 1 - Роза ветров (метеостанция Черняховск) В соответствии с СП «Строительная климатология» необходимо привести сведения по строительно-климатическим районам и подрайонам, СП «Нагрузки и воздействия» - значения нормативного веса снегового покрова (таблица 10.1 СП 20.13330.2016), нормативного ветрового давления (таблица 11.1 СП 20.13330.2016) и нормативной толщины стенки гололеда (таблица 12.1 СП 20.13330.2016). Далее выполняют описание геологических условий расположения объекта проектирования. Рекомендуется использовать Информационный сайт о состоянии недр Российской Федерации, паспорта муниципальных образований, размещенные в открытом доступе сети Internet, исходные данные выданные преподавателем. Далее описываются гидрологические условия места расположения объекта проектирования. Указываются водные объекты, расположенные, как в границах района проектирования, так и на прилегающей к этим границам территории. Оценивается возможность затопления территории, где планируется размещение станции водоподготовки / очистки сточных вод. Данные о местоположении границ зон затопления на территории Калининградской области можно найти на официальном сайте Невско-Ладожского бассейнового водного управления 1 и в Схемах комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (российская часть в Калининградской обл.), где указаны участки, подверженные затоплению и негативному воздействию вод (рис. 2).

3) В конце первой главы в обязательном порядке указываются опасные гидрометеорологические и геологические процессы и явления, возможные на территории размещения станции. Данную информацию можно получить, изучив СП «Инженерная защита

территории от затопления и подтопления» и на официальных сайтах центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. На территории Калининградской области действует Калининградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

Во второй главе основной части курсового проекта необходимо:

1. Определить производительность станции.
 2. Проанализировать качество исходной воды и определить соответствует ли она санитарным, природоохранным требованиям.
 3. Выбрать и обосновать технологическую схему водоподготовки / очистки сточных вод.
 4. Схематически изобразить технологическую схему.
 5. Определить состав сооружений станции водоподготовки / очистки сточных вод. Для выполнения поставленных задач нужно руководствоваться требованиями, изложенными в нормативных и справочных документах, в том числе: 1. СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». 2. СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий». 3. СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения».
- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
5. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».
 6. ИТС 8-2015 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях».
 7. ИТС 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений городских округов».
 8. ИТС 10 — 2019 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов».
 9. Методика разработки реестра наилучших доступных технологий систем водоснабжения и водоотведения, 2014. При проектировании систем водоснабжения нормы водопотребления, расчетные расходы принимают по СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СП 31.13330.2021 2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий». В соответствии с п.5.1 СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» при проектировании систем водоснабжения поселений и городских округов расчетное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения должно приниматься в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения и качества воды, степени благоустройства, этажности застройки и местных условий. При расчётах необходимо учитывать, что водопотребители расходуют воду в течение суток неравномерно, со значительными колебаниями в различные часы. Чтобы обеспечить требуемую пропускную способность распределительной сети труб и других сооружений системы водоснабжения необходимо рассчитать максимальный требуемый расход с учётом коэффициента суточной неравномерности. Расчетные расходы воды в сутки наибольшего и наименьшего водопотребления, м³ /сут, следует определять по формуле, приведенной в п. 5.2 СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». В данной формуле коэффициент суточной неравномерности водопотребления ($K_{сут. max}$) учитывает уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, изменения водопотребления по сезонам года и дням недели.

Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в общественном здании определяется согласно СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды и пользование душами на промышленных предприятиях должны определяться в соответствии с требованиями СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий», СП 56.13330.2011 «Производственные здания», СП 56.13330.2021 «Производственные здания».

Расходы воды на поливку в населенных пунктах и на территории промышленных предприятий должны приниматься в зависимости от покрытия территории, способа ее поливки, вида насаждений, климатических и других местных условий по таблице 3 СП 31.13330.2021 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Расходы воды на производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий определяются на основании технологических данных. При проектировании новых или развиваемых систем водоотведения поселений и городских округов расходы сточных вод следует определять расчётным путём как сумму бытовых и производственных расходов.

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Критерии оценивания

Критерием оценивания является выполнение самостоятельных заданий и лабораторных работ.

Самостоятельные задания и лабораторные работы по результатам выполнения и защиты оцениваются с учётом следующих основных параметров:

- своевременное выполнение работы;
- полнота и правильность ответов на вопросы, заданные в ходе защиты работы.

В случае выполнения данных условий, студент имеет возможность сдавать теоретический зачёт по вопросам.

– оценка «зачтено» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

– оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускающему в ответе или в решении задач грубые ошибки.

Базовая часть (проверка знаний и умений по курсу)				
Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Решение долгосрочного задания контрольной работы	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	18	36
Составление таблиц расчетных формул по курсу	Проверка знаний, умений	Внеаудиторная	7	14
Защита лабораторных работ	Проверка знаний, умений, навыков	Аудиторная	0	0
Промежуточная аттестация: зачет	Проверка знаний,	Аудиторная	15	20

	умений			
Итого минимум			47	84
Дополнительная часть				
Тема или задание текущей аттестации	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Отработка лабораторных работ, участие в олимпиаде	Проверка знаний, умений	Аудиторная	5	16
Итого			52	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

9.1. Основная литература:

Парамонов, А. М. Основы водоподготовки в теплоэнергетике : учебное пособие / А. М. Парамонов. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 120 с. — ISBN 978-5-9729-1683-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/143231.html>

Шиян, Л. Н. Химия воды. Водоподготовка : учебное пособие / Л. Н. Шиян ; под редакцией Г. Г. Савельева. — 3-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 82 с. — ISBN 978-5-4497-1271-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147315.html>

Химия воды : учебник для вузов / ответственный редактор Н. Л. Багнавец. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 102 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15455-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568285>

9.2. Дополнительная литература

Павлинова, И. И. Водоснабжение и водоотведение : учебник и практикум для вузов / И. И. Павлинова, В. И. Баженов. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 462 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-2899-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559888>

Герасимов, А. В. Проектирование АСУТП водоподготовки : учебное пособие / А. В. Герасимов, А. С. Титовцев. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 100 с. — ISBN 978-5-9729-1728-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/143390.html>

9.3. Периодические издания

1. Вестник Московского энергетического института. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1994 ISSN: 1993-6982.

2. Силовая электроника. Издательство: Медиа КиТ. Год основания: 2004 ISSN: 2079-9322.

3. Электричество. Издательство: Национальный исследовательский университет «МЭИ». Год основания: 1880 ISSN: 0013-5380.

4. ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. International Journal of Energy Production and Management. Издательство: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ. Год основания: 2016 ISSN: 2056-3272.

9.4. Программное обеспечение

Операционные системы

- *Альт Линукс*: российская операционная система, обеспечивающая высокий уровень безопасности и соответствие национальным стандартам.
- *РЕД ОС*: отечественная разработка, ориентированная на использование в государственных учреждениях и образовательных организациях.
- *Астра Линукс*: система с повышенными требованиями к безопасности, активно применяемая в различных секторах, включая образование.
- *ОС РОСА ХРОМ*: операционная система предназначена для оснащения рабочих мест пользователей без специальных требований по информационной безопасности.

Офисные пакеты

- *МойОфис*: российский офисный пакет, включающий текстовый редактор, табличный процессор и другие инструменты для работы с документами.
- *Р7-Офис*: еще одно отечественное решение, поддерживающее работу с текстами, таблицами и презентациями, полностью совместимое с форматами Microsoft Office.

Антивирусное ПО

- *Kaspersky Lab*: один из ведущих мировых производителей антивирусного ПО, широко используемый в образовательных учреждениях России.
- *Dr.Web*: надежное антивирусное решение с многолетней историей использования в учебных заведениях.

Видеоконференции и коллаборация

- *Сферум*: отечественная платформа для видеоконференций и совместной работы, созданная специально для образовательных нужд.
- *Яндекс.Телемост*: сервис от Яндекса, обеспечивающий надежную видеосвязь и удобные инструменты для онлайн-обучения.
- *TrueConf*: российское решение для видеоконференций, поддерживающее высокое качество связи и широкие функциональные возможности.
- *МТС Линк*: делает коммуникацию со студентами и сотрудниками быстрее, результативнее и выгоднее; позволяет эффективно решить все задачи вуза по онлайн-коммуникациям.

СУБД (Системы управления базами данных)

- *Postgres Pro*: отечественная версия PostgreSQL, адаптированная для использования в России и активно применяемая в образовательных учреждениях.
- *Ред База Данных*: российская система управления базами данных, основанная на Firebird и обеспечивающая высокую надежность и производительность.
- *YDB (ранее Yandex Database)*: масштабируемая база данных от Яндекса, подходящая для различных задач, включая образовательные.

Облачное хранилище

- *Яндекс.Диск*: отечественное облачное хранилище, предлагающее удобный доступ к файлам и интеграцию с другими сервисами Яндекса.
- *Облако Mail.ru*: еще одно популярное российское решение для хранения и обмена файлами, активно используемое в образовании.
- *МойОфис Хранилище*: часть офисного пакета МойОфис, обеспечивающая безопасное хранение и совместную работу с документами.

Система управления обучением

- *Платформа Teachbase*: система дистанционного обучения, которая предназначена для автоматизации процессов обучения за счет своевременного обучения её пользователей и возможности оперативного контроля за подготовкой и переподготовкой пользователей.
- *iSpring Learn*: LMS с полным циклом обучения.

- *GetCourse*: платформа для онлайн-школы, дает возможность создавать тренинги, вести базу.
- *Stepik*: российская образовательная платформа и конструктор бесплатных и платных открытых онлайн-курсов и уроков.

Системы управления проектами и совместной работы

- *Яндекс.Трекер*: российская система для управления задачами и проектами, интегрированная с другими сервисами Яндекса.
- *Сфера*: платформа для управления проектами и задачами, широко используемая в российских компаниях и образовательных учреждениях.
- *Трекер Р7-Офис*: часть офисного пакета Р7-Офис, предлагающая инструменты для совместной работы и управления проектами.
- *TeamStorm*: платформа для управления командами и процессами разработки.

Формы и опросы

- *Яндекс.Формы*: российский сервис для создания опросов и анкет, предлагающий удобные инструменты для сбора и анализа данных.
- *Сервисы от 1С: Управление*: специализированные решения для создания и анализа опросов и анкет, используемые в российских организациях.
- *Testograf*: сервис для создания опросов, анкет и тестов для клиентов и сотрудников. Он предоставляет набор инструментов для создания и анализа опросов, а также для управления результатами и отчётами.
- *Univer Online. Анкетирование*: предназначен для сбора и предоставления руководству вуза актуальной информации о качестве образовательного процесса

Программы для работы с PDF-документами

- *PDF Commander*: российское решение для работы с PDF-файлами, предлагающее широкий функционал для создания, редактирования и просмотра документов.
- *МойОфис Стандартный. Документы*: часть офисного пакета МойОфис, включающая инструменты для работы с PDF-документами.
- *Master PDF*: многофункциональный и простой в использовании редактор файлов в формате PDF.
- *Content AI (ABBY)*: многофункциональный редактор для решения любых задач с PDF и бумажными документами.

Почтовые клиенты

- *КриптоАРМ ГОСТ 3*: универсальное приложение для работы с электронными документами со встроенным почтовым клиентом, позволяющим безопасно обмениваться файлами.
- *Р7-Офис. Органайзер*: предназначен для управления почтой, деловым расписанием, работы с контактами и планирования задач.
- *RuPost Desktop*: предоставляет полный набор инструментов для организации вашей рабочей жизни. Это включает в себя управление почтой, календарями, контактами, задачами и даже панель быстрых кнопок для удобства.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», версия «Эксперт»
«Антиплагиат.ВУЗ»

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- 1) Центр дистанционного образования (ЦДО) СахГУ <http://lk.sakhgu.ru/>
- 2) Официальный сайт Сахалинского государственного университета. <http://www.sakhgu.ru/>
- 3) Электроэнергетический Информационный Центр <http://www.electrocentr.info/download/>
- 4) ООО «Электронное издательство Юрайт» <https://urait.ru/> Свидетельство о регистрации СМИ 2020

- 5) ОАО "САХАЛИНЭНЕРГО": <http://www.sahen.elektra.ru/page.php?id=65>
- 6) Studfiles. <http://www.studfiles.ru/all-vuz/eie/>
- 7) Единое окно доступа к информационным ресурсам: <http://window.edu.ru/resource/771/40771>
- 8) Электротехническая библиотека <http://www.electrolibrary.info/bestbooks/elsnabgeniye.htm>
- 9) Росэнергосервис: <http://lib.rosenergосervis.ru/elektroenergetika/>
- 10) Сайт для электриков: <http://www.elektrikline.ru/biblioteka.html>
- 11) Электротехническая литература: <http://electro.narod.ru/download>
- 12) КнигаФонд; ООО «Центр цифровой дистрибуции»; <http://www.knigafund.ru>; ООО «Центр цифровой дистрибуции»
- 13) Электронная библиотека диссертаций; Российская государственная библиотека; <http://www.rsl.ru>; ФГБУ «Российская государственная библиотека»
- 14) Университетская библиотека ONLINE; ООО «Некс-Медиа» (RU); <http://www.biblioclub.ru> ; ООО «НексМедиа»
- 15) ЭБС Издательства «Лань»; ООО «Лань-Тренд»; www.e.lanbook.com; Бесплатный бессрочный контент
- 16) Polpred.com; ООО «ПОЛПРЕДСправочники» ; <http://polpred.com/>; ООО «ПОЛПРЕД Справочники» Бесплатный контент.
- 17) IPRbooks; ООО «Ай Пи Эр Медиа»; <http://www.iprbookshop.ru/>.

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Пограничная, д. 68, каб. 210 каб. 118, каб. 112, 113	Лекционная аудитория; Рабочие места обучающихся; Рабочее место преподавателя; Шкафы; Классная доска; Переносной экран; Ноутбук; Мультимедийный проектор; Лаборатория энергетических систем, лабораторный стенд «Комплексные потребители, измерение потребления энергии и пиковой нагрузки». Доступ к сети Интернет
--	---

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры

№ _____ от _____

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями.

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

в рабочей программе (модуле) дисциплины _____
(название дисциплины)

по направлению подготовки (специальности) _____

на 20__/20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

1.1.;

1.2.;

...

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

2.1.;

2.2.;

...

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

3.1.;

3.2.;

...

3.9.

Составитель

подпись

расшифровка подписи

дата

Зав. кафедрой

подпись

расшифровка подписи