Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.06.2026 17:10:46
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан _____ /К.И. Лушин/
26 февраля 2026 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические основы водоподготовки

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль
Интеллектуальные тепловые энергосистемы

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н., доцент _____ / А.В. Рязанцева /
И.О. Фамилия

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент _____ / Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2 Тематический план изучения дисциплины 5
   - 3.3 Содержание дисциплины 6
   - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
   - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы 7
   - 4.2 Основная литература 8
   - 4.3 Дополнительная литература 8
   - 4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
   - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
   - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 9
6. Методические рекомендации 10
   - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
   - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 11
7. Фонд оценочных средств 11
   - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 11
   - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 11
   - 7.3 Оценочные средства 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» следует отнести формирование знаний о:

- современных методах обработки воды для различных условий работы теплоэнергетического оборудования;
- методах составления общей схемы технологического процесса при применении различных методов обработки воды для котельных и тепловых электростанций;
- современных технологиях очистки теплоносителя и обеспечении оптимального водно-химического режима на ТЭС и АЭС.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» следует отнести:

- знакомство с технологическими процессами при подготовке добавочной воды на ТЭС и АЭС;
- знакомство с современными методами исследования свойств теплоносителя на ТЭС и АЭС;
- знакомство с информацией об организации оптимальных водно-химических режимов на ТЭС и АЭС;
- получение навыков принимать и обосновывать конкретные технические решения при последующем проектировании и эксплуатации установок по очистке добавочной воды и обеспечению оптимального водно-химического режима на ТЭС и АЭС.

Обучение по дисциплине «Физико-химические основы водоподготовки» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	**ИОПК-3.2.** Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений; **ИОПК-3.7.** Демонстрирует понимание химических процессов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу профессиональных учебных дисциплин в обязательной части «Блок 1. Дисциплины (модули)».

«Физико-химические основы водоподготовки» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части (Б1.1):

- Оборудование и установки водоподготовительных систем;
- Гидрогазодинамика;
- Техническая термодинамика.

В обязательной части Модуль «Безопасность жизнедеятельности и военная подготовка»:

- Безопасность жизнедеятельности.

В обязательной части Модуль «Математические и естественно-научные дисциплины»:

- Химия;

– Физика.

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

– Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнике;
– Планирование и организация эксплуатации теплоэнергетических установок и систем;
– Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных(е) единиц(ы) (**144** часа). Изучается на 6 семестре. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 6
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	–	–
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Реферат	10	10
2.2	Доклад с презентацией	22	22
2.3	Самостоятельное изучение	40	40
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**экзамен**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Общая характеристика дисциплины	15	4	4			7
2	Тема 2. Водно-химические режимы теплогенерирующей установки (ТГУ)	15	4	4			7
3	Тема 3. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения	15	4	4			7
4	Тема 4. Осветление воды методами	12	2	2			8

	фильтрования						
5	Тема 5. Обработка воды по методу ионного обмена	16	4	4			8
6	Тема 6. Мембранная технология водообработки	12	2	2			8
7	Тема 7. Очистка воды от растворенных газов	15	4	4			7
8	Тема 8. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами	12	2	2			8
9	Тема 9. Процессы коррозии металлов	17	6	6			5
10	Тема 10. Промышленные сточные воды	15	4	4			7
Итого		**144**	**36**	**36**			**72**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Общая характеристика дисциплины

Основные понятия. Использование воды в теплоэнергетике. Значение водоподготовки тепловых электростанций. Типичные схемы обращения воды в котельных и на ТЭЦ.

Тема 2. Водно-химические режимы теплогенерирующей установки (ТГУ)

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

Тема 3. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения

Предварительная очистка воды. Общая характеристика методов предочистки. Обработка воды реагентами - осадителями. Коагуляция коллоидных примесей. Оборудование предварительной очистки с осветлителями и его эксплуатация.

Тема 4. Осветление воды методами фильтрования

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

Тема 5. Обработка воды по методу ионного обмена

Общие сведения об ионитах и закономерностях ионообменных процессов. Технологические характеристики ионитов. Технология ионного обмена. Оборудование ионитной части водоподготовительных установок. Технологические схемы ионитных установок. Эксплуатация фильтров.

Тема 6. Мембранная технология водообработки

Общие положения мембранных методов очистки воды. Сравнение с другими методами водообработки.

Тема 7. Очистка воды от растворенных газов

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

Тема 8. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами

Обработка воды для получения неприкипающего шлама: обработка воды фосфатами, комплексообразующими веществами, антинакипинами. Магнитный метод обработки воды. Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды.

Тема 9. Процессы коррозии металлов

Виды коррозионных процессов. Химическая и электрохимическая коррозия. Образование защитных оксидных пленок как решающий фактор пассивации металлов. Виды коррозионных повреждений различных сталей и сплавов. Характеристика основных методов защиты металла при эксплуатации и простоях оборудования, выбор типа водно-химического режима. Основы коррозионных процессов на оборудовании районных тепловых станций

(РТС) и квартальных котельных. Химическая защита теплоэнергетического оборудования. Условия применения. Химические материалы.

Тема 10. Промышленные сточные воды

Классификация промышленных сточных вод. Особенности их очистки. Методы очистки промышленных стоков от нефтепродуктов. Методы обработки вод после консервации оборудования и кислотной очистки. Пути сокращения промышленных стоков.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

№ п/п	Темы семинарских/практических занятий
1	Практическое занятие №1. Анализ качества исходной воды. Часть 1
2	Практическое занятие №2. Анализ качества исходной воды. Часть 2
3	Практическое занятие №3. Определение производительности водоподготовительной установки. Часть 1
4	Практическое занятие №4. Определение производительности водоподготовительной установки. Часть 2
5	Практическое занятие №5. Расчет концентраций примесей в воде
6	Практическое занятие №6. Удаление примесей из воды. Часть 1
7	Практическое занятие №7. Удаление примесей из воды. Часть 2
8	Практическое занятие №8. Удаление примесей из воды. Часть 3
9	Практическое занятие №9. Определение общей щелочности и жесткости. Часть 1
10	Практическое занятие №10. Определение общей щелочности и жесткости. Часть 2
11	Практическое занятие №11. Определение общей щелочности и жесткости. Часть 3
12	Практическое занятие №12. Определение технико-экономических показателей водоподготовительной установки. Часть 1
13	Практическое занятие №13. Определение технико-экономических показателей водоподготовительной установки. Часть 2
14	Практическое занятие №14. Фильтровальные установки. Часть 1
15	Практическое занятие №15. Фильтровальные установки. Часть 2
16	Практическое занятие №16. Предотвращение биологичесих обрастаний в системах охлаждения. Часть 1
17	Практическое занятие №17. Предотвращение биологичесих обрастаний в системах охлаждения. Часть 2
18	Практическое занятие №18. Водоподготовка ТЭЦ. Доклад с презентацией

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 4.472-87 «Система показателей качества продукции. Оборудование водоподготовки для энергетических котлов и котлов промышленных предприятий. Номенклатура показателей».
2. ГОСТ Р 55682.12-2013 «Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудование. Часть 12. Требования к качеству питательной и котельной воды».
3. ГОСТ Р 59514-2021 «Качество воды. Системы автоматического контроля загрязняющих веществ».

4. СТО 70238424.27.100.013-2009. «Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС».

5. СТО 70238424.27.100.027-2009 «Водоподготовительные установки и водно-химический режим ТЭС. Организация эксплуатации и техническое обслуживание. Нормы и требования».

6. ФЗ РФ № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды».

4.2 Основная литература

1. Зиганшина, С.К. Водоподготовка: учебное пособие для СПО / С.К. Зиганшина, А.А. Кудинов. – Саратов: Профобразование, 2022. – 87 с. – ISBN 978-5-4488-1398-6. – Текст: электронный // ЭБС PROFобразование: [сайт]. – URL: https://profspo.ru/books/116255.

2. Ксенофонтов, Б.С. Основы водоподготовки и водоотведения: учебное пособие / Б.С. Ксенофонтов. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. – (Среднее профессиональное образование). – DOI 10.12737/1222066. – ISBN 978-5-16-016819-7. – Текст: электронный. – URL: https://znanium.com/catalog/product/1222066.

3. Водоподготовка в энергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. – Загл. с тит. экрана.

4. Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение.» (https://vk.com/vvvpress).

4.3 Дополнительная литература

1. Николаева Л.А. Водоподготовка на тепловых электростанциях. Мембранные технологии/ Учебное пособие / Челябинск: ЧФ ПЭИпк, 2015. – 128 с.

2. Фрог Б.Н., Первов А.Г. Водоподготовка. Учеб. для вузов: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. – 512 с.

3. Котельные установки. Т. IV-18 / Ю.А. Рундыгин, Е.Э. Гильде, А.В. Судаков и др.; под ред. Ю.С. Васильева, Г.П. Поршнева. – М.: Машиностроение, 2009. – 400 с.

4. А.Н. Сергеева, С.П. Харченко. Внедрение новых технологий водоподготовки на ТЭС. Вестник инновационного евразийского университета – 2014г. №1.

5. Вергунов А.И., Фесенко Л.Н. Очистка воды р. Дон с использованием биосорбционно-мембранной технологии. Научный потенциал регионов на службу модернизации – 2013г. №3(6) Том 1.

6. Нерезько А.В., Карницкий Н.Б., Чиж В.А. Теплофизические свойства и структура отложений на поверхностях нагрева энергетического оборудования. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика – 2007г. №1.

7. Адамов Е.О., Драгунов Ю.Г., Орлов В.В., Абагян Л.П. Машиностроение ядерной техники. Том IV-25. В двух книгах. Книга 1. – М.: Машиностроение, 2005. – 960 с.

8. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

9. Журнал «Энергосбережение и водоподготовка» (https://ruvoda.com/content/zhurnal-energosberezhenie-i-vodopodgotovka-ves- arhiv).

10. Журнал «Теплоэнергетика» (http://www.tepen.ru).

11. Журнал «Водоочистка» (panor.ru/maqazines/vodoochistka.html).

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР):

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10765.

Разработанные ЭОР включают:

- тесты;
- практические задания;
- видеоматериалы;
- лекции;
- темы для написания реферата.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета *(*http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog*)*. Ссылка на электронную библиотеку:

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД

Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университет»

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

– контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
– промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций: выполнение расчетно-графических заданий и их защита; тесты; защита реферата; выступление с докладом и экзамен.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине «Физико-химические основы водоподготовки». На дату проведения промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Физико-химические основы

водоподготовки», а именно выполнить расчетно-графические работы – 18 работ, защитить реферат и выступить с докладом в 6 семестре очного обучения и 10 семестре заочного обучения.

Шкала оценивания для экзамена:

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно.
Удовлетворительно	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

В процессе обучения используются оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточная аттестация.

7.3.1. Текущий контроль

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают тестовые задания, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защиту реферата, доклады с презентациями, сдачу РГР и дискуссии на лекциях.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на 6 семестре очного обучения и на 10 семестре заочного обучения в форме экзамена.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения зачета:

1. В билет включается 2 вопроса из разных разделов дисциплины.

2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных, семинарских/практических занятиях (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов – до 45 мин, устное собеседование – до 15 минут.

4. Проведение аттестации (экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете «Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий».

Форма, предусмотренная учебным планом – экзамен. Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все расчетно-графические работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Расчетно-графические работы, указанные в разделе 3.4.1:	Оформленные расчетно-графические работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Самостоятельная работа. Защита реферата и выступление с докладом.	Оформленный реферат и презентация для доклада, предусмотренные рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены, оформлены и защищены.

Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

7.3.3. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Жесткость, щелочность, pH, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток.
2. Естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод.
3. Загрязнение природных водоемов стоками промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий.
4. Удаление грубодисперсных и коллоидных примесей из природных вод.
5. Физико-химические основы коагуляции природной воды.
6. Изменение химического состава воды при коагуляции.
7. Принципиальные технологические схемы коагуляционных установок.
8. Химические реакции, протекающие при известковании воды.
9. Применяемые в химводоподготовке реагенты.
10. Процесс известкования воды. Расчет дозы извести.
11. Принцип работы осветлителя воды.
12. Поведение взвешенного слоя в осветлителе.
13. Принципиальные технологические схемы установок для обработки воды методами осаждения.
14. Пленочное и объемное фильтрование, механизм задержания грубодисперсных примесей.
15. Работа насыпных и намывных сорбционных фильтров.

16. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам для фильтров насыпного и намывного типа.

17. Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках.

18. Основные закономерности ионного обмена.

19. Технология катионирования.

20. Na-катионирование.

21. H-катионирование.

22. Технология ионитного (химического) обессоливания воды.

23. Процессы последовательного H-OH-ионирования воды.

24. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями раздельного H-OH-ионирования.

25. Процесс совместного H-OH-ионирования воды.

26. Конструкции современных фильтров: прямоточных, противоточных, фильтров смешанного действия с регенерацией внутри и вне корпуса фильтра.

27. Эксплуатация ионитных фильтров (установок).

28. Технология дистилляции воды в испарителях различных типов.

29. Область применения термического обессоливания воды.

30. Принцип работы испарителей. Зависимость качества пара от продувки испарителей.

31. Причины загрязнения пара: капельный унос, избирательный унос.

32. Особенности ионного обмена и процессов в ионообменных мембранах.

33. Принципиальные схемы электродиализных аппаратов.

34. Диализ. Обратный осмос. Процессы, протекающие в установках.

35. Характеристики мембран.

36. Требования к качеству исходной воды, обрабатываемой мембранными способами.

37. Процессы абсорбции и десорбции газов.

38. Технология деаэрации воды.

39. Технология декарбонизации воды.

40. Химические методы удаления из воды коррозионно-агрессивных газов.

41. Обработка воды для получения неприкипающего шлама: обработка воды фосфатами, комплексообразующими веществами, антинакипинами.

42. Магнитный метод обработки воды.

43. Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды.

44. Воднохимические режимы (ВХР) теплотехнических объектов.

45. Пути поступления примесей в циклы паротурбинной установки.

46. Поведение примесей водного теплоносителя в пароводяном тракте.

47. Нормы качества технологических вод: добавочной (обработанной) воды, прямой и обратной воды теплосети, котловой воды и пара паровых котлов.

48. Химический контроль рабочей среды технологических контуров.

49. Система химико-технологического мониторинга для теплоэнергетических объектов.

50. Виды коррозионных процессов.

51. Химическая и электрохимическая коррозия.

52. Образование защитных оксидных пленок как решающий фактор пассивации металлов.

53. Виды коррозионных повреждений различных сталей и сплавов.

54. Характеристика основных методов защиты металла при эксплуатации и простоях оборудования, выбор типа водно-химического режима.

55. Основы коррозионных процессов на оборудовании районных тепловых станций (РТС) и квартальных котельных.

56. Химическая защита теплоэнергетического оборудования. Условия применения.

Химические материалы.

57. Воднохимические режимы систем охлаждения конденсаторов.
58. Основные физико-химические процессы, протекающие в водном теплоносителе.
59. Типы и условия образования отложений в прямоточных и барабанных котлах.
60. Классификация промышленных сточных вод. Особенности их очистки.
61. Методы очистки промышленных стоков от нефтепродуктов.