

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Декан факультета инженерных систем и
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Технология и установки водоподготовки промышленных
предприятий»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Профиль Оборудование промышленных предприятий и объектов топливно-энергетического комплекса

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

/Григорьев С.В./

И.о. заведующий кафедрой
Гидравлики, водоснабжения
и водоотведения

/Журавлева И.В./

Руководитель ОПОП

/Григорьев С.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- рассмотрение современного состояния и основных проблем, процессов и технологий водоподготовки на промышленных предприятиях и объектах топливно-энергетического комплекса (ТЭК).

1.2. Задачи освоения дисциплины

- обобщение знаний по основным направлениям совершенствования водоподготовительных технологий на промышленных предприятиях и объектах ТЭК;

- получение навыков принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании современных установок по очистке вод различного типа.

- овладение принципами и методами водоподготовки и водоочистки, методиками анализа качества воды,

- ознакомление с основным оборудованием для водоподготовки с целью правильного принятия и обоснования конкретных технических решений при проектировании установок по водоподготовке.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технология и установки водоподготовки промышленных предприятий» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технология и установки водоподготовки промышленных предприятий» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ПК-1 - Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области энергетического оборудования, разрабатывать и оформлять проектные решения по энергетическому оборудованию промышленных предприятий и объектов ТЭК

ПК-2 - Способен осуществлять авторский надзор специальных расчетов, компоновочных и проектных решений энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК

ПК-3 - Способен организовывать работы по созданию новой техники и внедрению передовых технологий на объектах топливно-энергетического комплекса

ПК-5 - Способен организовать авторский надзор по проектным решениям систем водоподготовки и водоснабжения, монтажа и энергосервисных мероприятий энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции |
|--------------------|--|
| УК-1 | знать основные сведения об основных проблемах, процессах и технологиях водоподготовки на промышленных предприятиях и объектах ТЭК |
| | уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода |
| | владеть методиками гидравлического расчета установок водоподготовки |
| ПК-1 | знать технологическое оборудование, эксплуатационные характеристики, условия труда и экологической безопасности установок водоподготовки на промышленных предприятиях и объектах ТЭК |
| | уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов |
| | владеть способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов |
| ПК-2 | знать основные методики технических расчеты в рассматриваемой области |
| | уметь проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров, выбора серийного и разработки нового оборудования водоподготовки |
| | владеть способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров, выбора серийного и разработки нового оборудования |

| | |
|------|--|
| | водоподготовки |
| ПК-3 | знать методы экспериментальной работы, стандарты, технические условия и нормативные документы |
| | уметь планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях |
| | владеть способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях |
| ПК-5 | знать условия монтажа работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации оборудования водоподготовки |
| | уметь обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию оборудования водоподготовки |
| | владеть навыкам, обеспечивающими бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию оборудования водоподготовки |

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технология и установки водоподготовки промышленных предприятий» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

| Виды учебной работы | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
| | | 2 |
| Аудиторные занятия (всего) | 32 | 32 |
| В том числе: | | |
| Лекции | 16 | 16 |
| Практические занятия (ПЗ) | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа | 112 | 112 |
| Курсовая работа | + | + |
| Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой | + | + |
| Общая трудоемкость: | | |
| академические часы | 144 | 144 |
| зач.ед. | 4 | 4 |

заочная форма обучения

| Виды учебной работы | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
| | | 2 |
| Аудиторные занятия (всего) | 16 | 16 |
| В том числе: | | |
| Лекции | 8 | 8 |
| Практические занятия (ПЗ) | 8 | 8 |
| Самостоятельная работа | 124 | 124 |
| Курсовая работа | + | + |
| Часы на контроль | 4 | 4 |
| Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой | + | + |
| Общая трудоемкость: | | |
| академические часы | 144 | 144 |
| зач.ед. | 4 | 4 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

| № п/п | Наименование темы | Содержание раздела | Лекц | Прак зан. | СРС | Всего, час |
|-------|--|--|------|-----------|-----|------------|
| 1 | Введение курса «Технология и установки водоподготовки промышленных предприятий» | 1 Значение водоподготовки для ЭО промышленных предприятий и объектов ТЭК. 2 Технологии водоподготовки. 3 Характеристика процессов подготовки воды | 4 | 2 | 16 | 22 |
| 2 | Водоподготовка и процессы улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых целей. | 1 Основные процессы улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых целей (осветление, обезжелезивание и обеззараживание). 2 Коагулирование, обезжелезивание, фторирование воды. | 2 | 2 | 16 | 20 |
| 3 | Основные процессы улучшения качества воды | 1 Примеси природных вод. 2 Предварительная очистка воды. 3 Фильтрация воды. 4 Обработка воды методом ионного обмена. Расчет ионитных фильтров. Расчет Na-катионитных фильтров | 2 | 2 | 16 | 20 |
| 4 | Примеси, очистка и обработка воды | 1 Характеристика основных технологических схем подготовки воды. 2 Современные технологические схемы подготовки питьевой воды. 3 Новые и современные технологии водоподготовки. 4 Технологические схемы ионирования. | 2 | 2 | 16 | 20 |
| 5 | Технологические схемы подготовки воды | 1 Технологии очистки воды от растворенных газов методами дистилляции. 2 Технологии обработки воды. 3 Получение дистиллята в испарителях | 2 | 2 | 16 | 20 |

| | | | | | | |
|--------------|-------------------------|---|-----------|-----------|------------|------------|
| | | мгновенного вскипания | | | | |
| 6 | Технологии очистки воды | 1 Очистка сточных вод. 2 Снижение минерализации и количества сточных вод водоподготовительных установок | 2 | 2 | 16 | 20 |
| 7 | Очистка сточных вод. | 1 Обратный осмос и ультрафильтрация. 2 Расчет технологических схем обратноосмотических установок. 3 Электродиализ | 2 | 4 | 16 | 22 |
| Итого | | | 16 | 16 | 112 | 144 |

заочная форма обучения

| № п/п | Наименование темы | Содержание раздела | Лекц | Прак зан. | СРС | Всего, час |
|--------------|--|--|----------|-----------|------------|------------|
| 1 | Введение курса «Технология и установки водоподготовки промышленных предприятий» | 1 Значение водоподготовки для ЭО промышленных предприятий и объектов ТЭК. 2 Технологии водоподготовки. 3 Характеристика процессов подготовки воды | 2 | - | 16 | 18 |
| 2 | Водоподготовка и процессы улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых целей. | 1 Основные процессы улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых целей (осветление, обесцвечивание и обеззараживание). 2 Коагулирование, обезжелезнение, фторирование воды. | 2 | - | 18 | 20 |
| 3 | Основные процессы улучшения качества воды | 1 Примеси природных вод. 2 Предварительная очистка воды. 3 Фильтрация воды. 4 Обработка воды методом ионного обмена. Расчет ионитных фильтров. Расчет Na - катионитных фильтров | 2 | - | 18 | 20 |
| 4 | Примеси, очистка и обработка воды | 1 Характеристика основных технологических схем подготовки воды. 2 Современные технологические схемы подготовки питьевой воды. 3 Новые и современные технологии водоподготовки. 4 Технологические схемы ионирования. | 2 | 2 | 18 | 22 |
| 5 | Технологические схемы подготовки воды | 1 Технологии очистки воды от растворенных газов методами дистилляции. 2 Технологии обработки воды. 3 Получение дистиллята в испарителях мгновенного вскипания | - | 2 | 18 | 20 |
| 6 | Технологии очистки воды | 1 Очистка сточных вод. 2 Снижение минерализации и количества сточных вод водоподготовительных установок | - | 2 | 18 | 20 |
| 7 | Очистка сточных вод. | 1 Обратный осмос и ультрафильтрация. 2 Расчет технологических схем обратноосмотических установок. 3 Электродиализ | - | 2 | 18 | 20 |
| Итого | | | 8 | 8 | 124 | 140 |

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 2 семестре для очной формы обучения, в 2 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Современные и перспективные технологии и установки водоподготовки промышленных предприятий и объектов топливно-энергетического комплекса»

1. Современные способы, методы и технологии очистки воды (проблемы и пути решения).

2. Значение и современные технологии водоподготовки для энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК (проблемы и пути решения).

3. Основные процессы улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых целей (проблемы и пути решения).

4. Современные технологии обработки воды методом ионного обмена (проблемы и пути решения).

5. Системы водоподготовки для коттеджей и жилых домов (технологии и оборудование).

6. Системы водоподготовки для промышленных предприятий (технологии и оборудование).

7. Очистка нефтесодержащих сточных вод (Технологии и оборудование. Проблемы и пути решения).

8. Методы очистки природных вод (технологии и оборудование).

9. Расчет и проектирование гидроциклона для комплексной технологии глубокой очистки промышленных сточных вод.

10. Технологии очистки воды от растворенных газов методами дистилляции (проблемы и пути решения).

11. Снижение минерализации и количества сточных вод водоподготовительных установок.

12. Обратный осмос и ультрафильтрация (Технологии и оборудование. Проблемы и пути решения).

13. Электродиализ (Технологии и оборудование. Проблемы и пути решения).

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Патентный поиск технических решений по установкам водоподготовки.
- Поиск технической информации по технологиям, реализуемым в установках водоподготовки.

- Обобщение, анализ и выявление тенденций развития технологий и конструктивного исполнения установок водоподготовки.

Курсовая работа включает в себя графическую часть, содержащую иллюстрации, схемы, эскизы, чертежи и расчетно-пояснительную записку.

Объем графической части курсового проекта неограничен (не менее 3-х и не более 30 листов формата А4). Графическая часть может выполняться в одном

из графических редакторов. Пояснительная записка проекта содержит 25...30 листов описного текста с иллюстрациями формата А4.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Аттестован | Не аттестован |
|--------------------|--|------------------------------------|---|---|
| УК-1 | знать основные сведения об основных проблемах, процессах и технологиях водоподготовки на промышленных предприятиях и объектах ТЭК | Вопросы к зачету | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода | Тестирование и стандартные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | владеть методиками гидравлического расчета установок водоподготовки | Тестирование и прикладные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-1 | знать технологическое оборудование, эксплуатационные характеристики, условия труда и экологической безопасности установок водоподготовки на промышленных предприятиях и объектах ТЭК | Вопросы к зачету | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов | Тестирование и стандартные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | владеть способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов | Тестирование и прикладные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-2 | знать основные методики | Вопросы к зачету | Выполнение работ | Невыполнение |

| | | | | |
|------|---|------------------------------------|---|---|
| | технических расчеты в рассматриваемой области | | в срок, предусмотренный в рабочих программах | работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | уметь проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров, выбора серийного и разработки нового оборудования водоподготовки | Тестирование и стандартные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | владеть способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров, выбора серийного и разработки нового оборудования водоподготовки | Тестирование и прикладные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-3 | знать методы экспериментальной работы, стандарты, технические условия и нормативные документы | Вопросы к зачету | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | уметь планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях | Тестирование и стандартные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | владеть способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях | Тестирование и прикладные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-5 | знать условия монтажа работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации оборудования водоподготовки | Вопросы к зачету | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | уметь обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию оборудования водоподготовки | Тестирование и стандартные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | владеть навыкам, обеспечивающими бесперебойную работу, правильную | Тестирование и прикладные задания | Выполнение работ в срок, предусмотренный в | Невыполнение работ в срок, предусмотренный |

| | | | | |
|--|---|--|--------------------|----------------------|
| | эксплуатацию, ремонт и модернизацию оборудования водоподготовки | | рабочих программах | в рабочих программах |
|--|---|--|--------------------|----------------------|

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Отлично | Хорошо | Удовл. | Неудовл. |
|-------------|---|--|--|---|--|--------------------------------------|
| УК-1 | знать основные сведения об основных проблемах, процессах и технологиях водоподготовки на промышленных предприятиях и объектах ТЭК | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | владеть методиками гидравлического расчета установок водоподготовки | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |
| ПК-1 | знать технологическое оборудование, эксплуатационные характеристики, условия труда и экологической безопасности установок водоподготовки на промышленных предприятиях и объектах ТЭК | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | владеть способностью формулировать задания на | Решение прикладных | Задачи решены в | Продемонстрирован | Продемонстрирован | Задачи не решены |

| | | | | | | |
|------|---|--|--|---|--|--------------------------------------|
| | разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов | задач в конкретной предметной области | полном объеме и получены верные ответы | верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | верный ход решения в большинстве задач | |
| ПК-2 | знать основные методики технических расчеты в рассматриваемой области | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | уметь проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров, выбора серийного и разработки нового оборудования водоподготовки | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | владеть способностью к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров, выбора серийного и разработки нового оборудования водоподготовки | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |
| ПК-3 | знать методы экспериментальной работы, стандарты, технические условия и нормативные документы | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | уметь планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | владеть способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной | Решение прикладных задач в конкретной | Задачи решены в полном объеме и | Продемонстрирован верный ход решения | Продемонстрирован верный ход решения в | Задачи не решены |

| | | | | | | |
|------|--|--|--|---|--|--------------------------------------|
| | работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератах, научных публикаций и на публичных обсуждениях | предметной области | получены верные ответы | всех, но не получен верный ответ во всех задачах | большинстве задач | |
| ПК-5 | знать условия монтажа работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации оборудования водоподготовки | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | уметь обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию оборудования водоподготовки | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | владеть навыкам, обеспечивающими бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию оборудования водоподготовки | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- Разрушение металла под воздействием окружающей среды называется:
 - продувкой
 - окислением
 - деаэрацией
 - катионированием
 - коррозией
- Главным условием возникновения межкристаллитной коррозии является:
 - наличие в котловой воде кислорода
 - возникновение высоких растягивающих напряжений в металле
 - высокое содержание накипеобразователей
 - присосы охлаждающей воды в конденсаторе
 - высокая температура
- Пароводяная коррозия обусловлена:
 - высоким давлением и температурой теплоносителя
 - наличием в воде растворенных газов
 - наличием в воде взвешенных веществ
 - высоких растягивающих напряжений в металле
 - разрушением металла в результате химического взаимодействия с водяными парами
- Водно-химический режим, при котором в водоконденсатный тракт энергоблока вводится только газообразный кислород называется:
 - высокощелочной
 - комплексонный
 - щелочной
 - нейтральный

- Е - газовый
5. Удаление из воды растворенных агрессивных газов называется:
- А- умягчением
 - В- деаэрацией
 - С- известкованием
 - Д - коагуляцией
 - Е - регенерацией
6. Осветлением называется:
- А- процесс удаления из воды грубодисперсных и коллоидных примесей
 - В- процесс укрупнения коллоидных частиц
 - С- процесс обмена катионов
 - Д - процесс непрерывной продувки шлама
 - Е – процесс сепарации пара
7. Процесс укрупнения коллоидных частиц, завершающийся выпадением вещества в осадок, называется:
- А- осветлением
 - В- На-катионированием
 - С-обескислороживанием
 - Д - фосфатированием
 - Е - коагуляцией
8. Аммонированием называется процесс:
- А- обмена катионов между электролитом и твердым зернистым материалом
 - В- обмена анионов между растворенным в воде электролитом и твердым зернистым материалом
 - С- обескислороживания питательной воды
 - Д - укрупнения коллоидных частиц с выпадением вещества в осадок
 - Е – ввода аммиака в водоконденсатный тракт
9. По солесодержанию природные воды бывают:
- А- грубодисперсные и коллоидно-дисперсные
 - В- минеральные и органические
 - С- пресные и соленые
 - Д - атмосферные, поверхностные
 - Е – грунтовые и технические
10. Методом шрифты и креста определяют показатель воды:
- А- сухой остаток
 - В- окисляемость
 - С- прозрачность
 - Д - рН воды
 - Е – содержание кислорода

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Удаление грубодисперсных загрязнений осуществляется:
- А- химическим обессоливанием
 - В- умягчением
 - С- катионированием
 - Д - анионированием
 - Е - осаждением и фильтрованием
2. Вакуумная деаэрация воды применяется:
- А- при $t > 373\text{K}$

- В- при $t < 373\text{K}$
- С- $\text{pH} > 9,0$
- Д - $\text{Ж}_{\text{П.В}} < 10 \text{ мкг-экв/кг}$
- Е – при любых условиях

3. По давлению различают деаэраторы:

- А- пленочные, струйные, капельные
- В- смешивающего типа и перегретого пара
- С- непрерывного и периодического действия
- Д - вакуумные, атмосферные и повышенного давления
- Е – водоструйные и пароструйные

4. Фильтрованием называют:

- А- процесс осветления воды путем пропуска ее через пористый материал
- В- процесс удаления агрессивных газов
- С- процесс обработки воды комплексоном
- Д - снижение жесткости исходной воды
- Е – снижение щелочности исходной воды

5. Коагулянтами называются:

- А- вещества, применяемые для приготовления известкового молока
- В- химические реагенты, применяемые для регенерации фильтрующего материала
- С- вещества, применяемые для очистки фильтрата
- Д - вещества, применяемые для обезжелезивания конденсата
- Е- реагенты, способные при введении в воду вызывать укрупнение природных

коллоидов

6. Результатом коагуляции воды являются:

- А- увеличение прозрачности и снижение окисляемости
- В- снижение жесткости воды
- С- повышение щелочности воды
- Д - снижение электропроводности воды
- Е- снижение электропроводности и снижение окисляемости воды

7. В качестве коагулянтов применяются:

- А- аммиак и гидразин
- В- сернокислое железо, сернокислый алюминий, хлорное железо
- С- комплексоны
- Д - хлористый кальций
- Е- свободный кислород и азот

8. Количество грамм-эквивалентов катионов, поглощаемых 1 м^3 катионита, называется:

- А- рабочей обменной емкостью
- В- коэффициентом набухания катионита
- С- насыпной массой катионита
- Д – влажностью товарного катионита
- Е- термостойкостью

9. Регенерация Na-катионита производится:

- А- раствором щелочи
- В- раствором поваренной соли
- С- сульфатом аммония
- Д - раствором серной кислоты
- Е- воздухом

10. Первой технологической операцией при регенерации ионитных фильтров является:

- А- промывка катионита раствором кислоты

- В- дренирование фильтра
- С- отмывка фильтра
- Д- пропуск реагента
- Е- взрывление

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Жесткостью воды называется:

- А- сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}
- В- общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH^-
- С- загрязненность воды органическими веществами
- Д- суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии
- Е – концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде

2. Щелочностью воды называется:

- А- сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}
- В- общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH^-
- С- загрязненность воды органическими веществами
- Д- суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии
- Е - концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде

3. Сухим остатком называется:

- А- сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}
- В- общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH^-
- С- загрязненность воды органическими веществами
- Д - суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии
- Е - концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде

4. Щелочные природные воды характеризуются:

- А- $Ж_0 > Щ_0$
- В - $Ж_0 < Щ_0$
- С- $Ж_0 = Щ_0$
- Д- $Ж_к = Ж_0$
- Е – $pH < 7,0$

5. Накипью называют:

- А – концентрацию кремниевой кислоты, находящейся в исходной воде
- В- плотные отложения, возникающие на поверхности нагрева или охлаждения
- С- рыхлые отложения
- Д - количество вещества, содержащееся в определенном объеме
- Е - суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии

6. Образование щелочноземельных отложений в котельном агрегате обусловлено наличием в воде:

- А- высокой концентрации труднорастворимых соединений
- В- окислов железа или фосфатов железа
- С- соединений меди
- Д - агрессивных газов

- Е - щелочи
7. Способы удаления образовавшихся отложений:
- А- деаэрация питательной воды
 - В- щелочение котловой воды
 - С- механические и химические
 - Д - обработка воды комплексонами
 - Е – химическое обессоливание воды
8. Периодическая продувка предназначена для:
- А- поддержания определенной концентрации котловой воды
 - В- снижения общей жесткости
 - С- удаления агрессивных газов
 - Д - снижения рН воды
 - Е - удаления из котельного агрегата шлама
9. Вывод из котельного агрегата части котловой воды и замена ее питательной называется:
- А- продувкой
 - В- сепарацией
 - С- испарением
 - Д - обессоливанием
 - Е – регенерацией
10. Для предохранения котельного агрегата от стояночной коррозии производят:
- А- периодическую продувку
 - В- умягчение котловой воды
 - С- деаэрацию
 - Д - консервацию
 - Е - опрессовку

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Характеристика источников водоснабжения.
2. Состав примесей природных вод.
3. Требования к качеству природных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения.
4. Классификация примесей воды по фазово-дисперсному состоянию, по химическому составу.
5. Классификация методов обработки воды. Критерий выбора методов очистки.
6. Классификация основных технологических схем водоподготовки. Пример технологической схемы подготовки воды (из поверхностного источника водоснабжения).
7. Составление высотной схемы водоочистой станции. Показать на примере.
8. Физико-химические основы процесса коагуляции. Схематическое изображение мицеллы золя гидроксида железа 3-х валентного с положительно заряженной частицей.
9. Коагулянты и флокулянты, применяемые в технологии очистки природных вод. Их свойства.
10. Регулирование оптимальных условий коагуляции. Факторы, влияющие на процесс коагуляции.
11. Методы интенсификации процесса коагуляции.
12. Электрохимическое коагулирование примесей воды

(электрокоагуляция).

13. Разработка технологии приготовления и дозирования раствора коагулянта (мокрое и сухое хранение). Расчет дозы коагулянта.

14. Разработка технологии приготовления и дозирования раствора флокулянта. Расчет дозы флокулянта.

15. Разработка технологии приготовления подщелачивающего реагента. Расчет дозы подщелачивающего реагента.

16. Классификация смесительных устройств и область их применения. Смешение растворов реагентов в трубопроводе.

17. Конструкция и проектирование шайбового смесителя, вертикального (вихревого) смесителя.

18. Конструкция и проектирование дырчатого смесителя, перегородчатого смесителя.

19. Конструкция и проектирование коридорного смесителя. Смешение растворов реагентов в трубопроводе.

20. Предварительная обработка воды фильтрованием на микрофильтрах. Основы процесса.

21. Предварительное фильтрование воды через сетки, ткани, пористые элементы. Основы процесса. Барабанные сетки.

22. Осветление воды в поле центробежных сил. Гидроциклоны.

23. Удаление примесей воды флотацией.

24. Назначение камер хлопьеобразования, область их применения. Конструкция и проектирование вертикальной (вихревой) камеры хлопьеобразования.

25. Конструкция и проектирование перегородчатых камер хлопьеобразования (с вертикальной и с горизонтальной циркуляцией воды).

26. Конструкция и проектирование контактной камеры хлопьеобразования.

27. Конструкция и проектирование водоворотной камеры хлопьеобразования, совмещенной с вертикальным отстойником.

28. Конструкция и проектирование камеры хлопьеобразования зашламленного типа, совмещенной с горизонтальным отстойником.

29. Теоретические основы процесса осаждения примесей воды в отстойнике.

30. Технологическое моделирование процесса осаждения примесей воды в отстойнике.

31. Методика построения кривых осаждаемости взвеси.

32. Конструкция и проектирование горизонтальных отстойников.

33. Конструкция и проектирование вертикальных отстойников.

34. Конструкция и проектирование коридорного осветлителя со слоем взвешенного осадка.

35. Теоретические основы процесса осветления воды в слое взвешенного осадка.

36. Классификация фильтров по принципу действия; по виду фильтрующей среды. Классификация зернистых фильтров по скорости фильтрования; по давлению, под которым они работают; по направлению фильтрующего потока;

по крупности фильтрующего материала; по количеству фильтрующих слоев.

37. Конструкция и проектирование скорого безнапорного осветлительного фильтра с боковым сборным карманом (каналом).

38. Конструкция и проектирование скорого безнапорного осветлительного фильтра с центральным сборным карманом (каналом).

39. Теоретические основы фильтрования воды через зернистые материалы (теория фильтрования Д.М.Минца).

40. Оптимизация режима фильтрования.

41. Конструкция и проектирование скорого напорного фильтра с колпачковым дренажем.

42. Конструкция и проектирование скорого напорного фильтра с трубчатым дренажем.

43. Сущность теории промывки фильтров, разработанная Минцем и Шубертом.

44. Крупнозернистые (грубозернистые) фильтры.

45. Скорые двухпоточные фильтры АКХ (фильтры академии коммунального хозяйства).

46. Конструкции двухслойных фильтров.

47. Сверхскоростные фильтры.

48. Медленные фильтры.

49. Намывные фильтры.

50. Теоретические основы контактной коагуляции.

51. Конструкция и проектирование контактного фильтра КФ-5 и контактного осветлителя КО-1 со сборным желобом.

52. Классификация контактных осветлителей. Конструкция и проектирование контактного осветлителя КО-3 с пескоулавливающим желобом.

53. Контроль за процессом обеззараживания воды. Классификация методов обеззараживания.

54. Характеристика хлорсодержащих реагентов, применяемых для обеззараживания хлорированием.

55. Химизм хлорирования воды газообразным хлором. Хлорпоглощаемость.

56. Установки, применяемые для хлорирования воды.

57. Обеззараживание воды озонированием.

58. Конструкции озонаторов

59. Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами.

60. Обеззараживание воды ультразвуковыми колебаниями.

61. Формы содержания железа в подземных и поверхностных источниках водоснабжения.

62. Обезжелезивание методом упрощенной аэрации с последующим фильтрованием через зернистую загрузку осветлительных фильтров.

63. Обезжелезивание методом глубокой аэрации (с применением градирни) с последующим фильтрованием через зернистую загрузку осветлительных фильтров.

64. Безреагентные методы обезжелезивания: фильтрование на каркасных фильтрах; метод «сухой» фильтрации.

65. Обезжелезивание воды методом фильтрации в подземных условиях (в пласте) - метод Виредокс.

66. Реагентные методы обезжелезивания подземных вод (обработка окислителями, фильтрование воды через модифицированную загрузку).

67. Формы содержания марганца в воде. Методы удаления из воды марганца.

68. Общие сведения и методы дезодорации. Окислительные методы дезодорации.

69. Адсорбционные методы дезодорации. Адсорбционные фильтры.

70. Методы фторирования воды. Схема фтораторной установки сатураторного типа.

71. Методы обесфторивания воды. Схема установки для сорбционного обесфторивания воды.

72. Сооружения по очистке и повторному использованию промывных вод после промывки фильтров.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20. 1. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов. 2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 и выше.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства |
|-------|--|--------------------------------|--|
| 1 | Введение курса «Технология и установки водоподготовки промышленных предприятий» | УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5 | Тест, защита реферата, курсовой работы |
| 2 | Водоподготовка и процессы улучшения качества воды для хозяйственно-питьевых целей. | УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5 | Тест, защита реферата, курсовой работы |
| 3 | Основные процессы улучшения качества воды | УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5 | Тест, защита реферата, курсовой работы |
| 4 | Примеси, очистка и обработка воды | УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5 | Тест, защита реферата, курсовой работы |
| 5 | Технологические схемы подготовки воды | УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5 | Тест, защита реферата, курсовой работы |
| 6 | Технологии очистки воды | УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5 | Тест, защита реферата, курсовой работы |
| 7 | Очистка сточных вод. | УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5 | Тест, защита реферата, курсовой работы |

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном

носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. А.С. Копылов, В.М. Лавыгин, В.Ф. Очков «Водоподготовка в энергетике». – М.: Издательство МЭИ, 2006, - 309с.

2. Л.Р. Гайнуллина, Н.Д. Чичирова «Водоподготовка на тепловых электрических станциях: учебное пособие». – Казань, Изд-во КГЭУ, 2008, - 117с.

3. Первов А.Г. Технологии очистки природных вод: учеб. пособие. – М.: АСВ, 2015. – 600 с. (ЭБС «Консультант студента»)

4. Фрог Б.Н., Первов А.Г. Водоподготовка: учебник. – М.: АСВ, 2015. – 512 с. (ЭБС «Консультант студента»)

5. Шиян Л.Н. Химия воды. Водоподготовка: учеб. пособие. – Томск: ТПУ, 2014. – 83 с. (ЭБС «IPRbooks»)

6. Бахметьева Л.К., Бахметьев А.В., Белых Д.Е. Подготовка воды для технического водоснабжения промышленных предприятий. Ионообменные методы умягчения воды: учеб. пособие. – Воронеж: ВорГАСУ, 2013. – 77 с. (ЭБС «IPRbooks»)

7. Водоснабжение. Технология очистки природных вод: метод. указания / Сост.: А.Г. Первов [и др.]. – М.: МГСУ, 2014. – 88 с. (ЭБС «IPRbooks»)

8. Григорьева Л.С. Физико-химическая оценка качества и водоподготовка природных вод: учеб. пособие. – М.: АСВ, 2011. – 152 с. (ЭБС «Консультант студента»)

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

2. Программный пакет Mathcad 14, AutoCAD, LibreOffice;
3. Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» <http://www.edu.ru/>, Образовательный портал ВГТУ
4. Электронная библиотека <http://elibrary.ru>
5. Электронно-библиотечная система (<http://e.lanbook.com>)
6. <http://pump.ru/> // ЗАО «Водоснабжение и Водоотведение».
7. <http://raww.ru/> // РАВВ – Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения
4. Информационная справочная система <http://window.edu.ru>
<https://wiki.cchgeu.ru>
5. Современные профессиональные базы данных Tehnari.ru. Технический форум. Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>
6. Stroitel.club. Сообщество строителей РФ, Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, плакатами и пособиями по профилю.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Технология и установки водоподготовки промышленных предприятий» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета и подбора оборудования систем водоподготовки. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента |
|---------------------|--|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если |

| | |
|---------------------------------------|--|
| | самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии. |
| Практическое занятие | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму. |
| Самостоятельная работа | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации. |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала. |

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| № п/п | Перечень вносимых изменений | Дата внесения изменений | Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | | | |