

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.01 Водоподготовка в технологии органических веществ

Учебный план: ФГОС3++b180301.12-23_23-14.plx

Кафедра: 11 Общей и неорганической химии

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки:
(специализация) Химическая технология органических веществ

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоём- кость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | Лекции | Лаб. занятия | | | | |
| 5 | УП | 17 | 34 | 56,75 | 0,25 | Зачет |
| | РПД | 17 | 34 | 56,75 | 0,25 | |
| Итого | УП | 17 | 34 | 56,75 | 0,25 | |
| | РПД | 17 | 34 | 56,75 | 0,25 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Смит Р.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Ардашева Л. П.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тришин Ю.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области системных знаний о свойствах природной и производственной воды, методах ее контроля и подготовки для проведения химических процессов по технологическому регламенту производства органических веществ, обеспечивающему высокое качество продукции и эффективность технологического процесса.

1.2 Задачи дисциплины:

- Обучить студентов основам знаний о химии воды, о характере примесей природных и сточных вод в зависимости от различных факторов;
- Раскрыть принципы обоснованного подхода к выбору способа обработки воды для получения продукта необходимого качества;
- Рассмотреть теоретические основы методов удаления примесей;
- Показать основные принципы контроля качества воды.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Коллоидная химия

Физическая химия

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Математика

Органическая химия

Общая и неорганическая химия

Экология

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| |
|---|
| ПК-1: Способен использовать знания естественнонаучных теорий для решения возникающих научных задач, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления |
|---|

| |
|---|
| Знать: принципы организации химического производства, связанного с водопотреблением; основные технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции. |
|---|

| |
|---|
| Уметь: организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов; использовать типовые методы контроля качества выполняемой продукции |
|---|

| |
|---|
| Владеть: методами проведения химического анализа; методами метрологической оценки его результатов. |
|---|

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | СР (часы) | Инновац. формы занятий | Форма текущего контроля |
|---|------------------------------|----------------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Лаб. (часы) | | | |
| Раздел 1. Показатели качества и классификация методов обработки воды | 5 | | | | | Ко,Л |
| Тема 1. Предмет дисциплины «Водоподготовка в технологии органических веществ»; назначение воды в химической промышленности; классификация природных вод, показателей качества воды и методов её обработки. | | 1 | | 2 | ИЛ | |
| Тема 2. Деление используемой воды по способу её обработки: механическая, фильтрованная, коагулированная, умягченная, обессоленная, питьевая. Общая характеристика технологии подготовки воды указанными способами. | | 0,5 | | 2 | ИЛ | |
| Тема 3. Техника безопасности в химической лаборатории. Лабораторная работа № 1. Методы и приемы работы в химической лаборатории | | | 4 | | ГД | |
| Раздел 2. Безреагентные методы обработки воды | | | | | | |
| Тема 4. Безреагентные методы обработки воды. Жесткость воды. Термическое умягчение – назначение метода, его основы. Углекислотное равновесие в природных водах. Свободная и связанная углекислота. Стабильность и агрессивность воды, методы их определения. Лабораторная работа № 2. Определение различных видов жесткости и термическое умягчение воды | | 0,5 | 4 | 6 | ИЛ | Л,Ко |
| Тема 5. Мембранные методы очистки. Назначение, виды и сущность метода. Конструкция фильтрующего элемента. Обратный осмос | | 2 | | 5 | ИЛ | |
| Раздел 3. Предочистка воды. Реагентная обработка воды | | | | | | Л,Ко |

| | | | | | |
|--|-----|---|------|----|------|
| <p>Тема 6. Реагентные методы очистки воды. Сущность методов осаждения. Виды и назначение. Способы интенсификации реагентной очистки. Реагентные методы умягчения.</p> <p>Лабораторная работа № 3. Определение дозы реагентов и проведение известково-содового умягчения воды</p> | 2 | 6 | 6 | ИЛ | |
| <p>Тема 7. Обескремнивание воды. Назначение и способы удаления соединений кремния. Формы нахождения кремния в воде.</p> <p>Лабораторная работа № 4. Определение кремнесодержания, расчёт дозы каустического магnezита и магниезальное обескремнивание воды</p> | 1 | 6 | 3,5 | ИЛ | |
| <p>Тема 8. Физико-химические основы коагуляции. Коллоидное состояние вещества. Свойства коллоидных систем. Строение коллоидной частицы. Причины устойчивости и условия разрушения коллоидных систем. Коагулянты, используемые в производстве. Эксплуатация осветительных фильтров. Оптимальные условия проведения процесса коагуляции. Технология коагуляции солями алюминия. Корректирующие добавки кислоты и щелочи. Применение полиэлектролитов.</p> <p>Лабораторная работа № 5. Обесцвечивание воды методом коагуляции. Выбор оптимальных доз реагентов.</p> | 2,5 | 6 | 9,25 | ИЛ | |
| <p>Тема 9. Утилизация осадков очистных сооружений. Состав осадков и их виды. Направления использования осадков стоков.</p> | 0,5 | | 3 | ИЛ | |
| <p>Раздел 4. Сорбционные и фильтрационные методы очистки воды</p> | | | | | |
| <p>Тема 10. Удаление грубодисперсных примесей из воды: процеживание и фильтрование. Решётки, песколовки, отстойники. Задачи фильтрования воды. Фильтрование пленочное и адгезионное. Основы теории работы фильтрующего слоя. Факторы, влияющие на процесс фильтрования: высота слоя, размер зерен, характер нагрузки, скорость, природа примесей и др. Фильтрующие материалы и требования, предъявляемые к ним. Конструкция песчано-гравийных фильтров и фильтров намывного типа.</p> | 2 | | 3 | ИЛ | Ко,Л |

| | | | | | |
|--|-----|---|-----|----|----|
| <p>Тема 11. Обезжелезивание воды. Соединения железа в воде. Способы очистки воды от железа: реагентные, каталитическое окисление, сорбционные методы Лабораторная работа № 6. Определение содержания ионов железа в воде и сорбционное обезжелезивание воды</p> | 1 | 4 | 3,5 | ИЛ | |
| <p>Тема 12. Ионный обмен (ИО) в технологии обработки воды. Понятие о катионитах и анионитах. Принципы метода ионирования. Закономерности ИО: эквивалентность, обратимость, селективность. Обмен ионов в статических и динамических условиях. Технологические показатели ионитов. Виды обменной емкости. Факторы, влияющие на величину обменной ёмкости. Характеристика выходной кривой поглощения примесей воды ионитом.</p> | 1 | | 1,5 | ИЛ | |
| <p>Тема 13. Na-катионирование. Реакции, протекающие при Na-катионировании воды и регенерации Na-катионита. Влияние на эффект умягчения воды качества исходной воды и режима регенерации.</p> | 0,5 | | 1 | ИЛ | |
| <p>Тема 14. Область применения H-катионирования. Реакции, протекающие при H-катионировании воды и при регенерации H-катионита. Определение ДОО ионита при обмене трёх видов ионитов. Характеристика выходной кривой. Классификация ионообменных фильтров. Схемы ионообменной обработки воды. Умягчение воды. Параллельное, последовательное и совместное H-Na- катионирование. Химическое обессоливание воды. Схема глубокого обессоливания и обескремнивания воды с двумя ступенями ОН-анионирования. Качество воды после каждой стадии обработки. Область применения. Лабораторная работа № 7. Определение динамической обменной емкости ионита и умягчение воды</p> | 1 | 4 | 3 | ИЛ | |
| <p>Раздел 5. Очистка сточных вод</p> | | | | | |
| <p>Тема 15. Очистка сточных вод. Основные подходы к организации очистки стоков. Классификация методов, применяемых в водоочистке.</p> | 0,5 | | 3 | ИЛ | Ко |

| | | | | | | |
|---|--|-------|----|-------|----|--|
| Тема 16. Флотация. Назначение и сущность метода. Флотореагенты. | | 0,5 | | 2 | ИЛ | |
| Тема 17. Биологическая очистка. Сущность и назначение метода. Аппаратурное оформление метода. | | 0,5 | | 3 | ИЛ | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | | 17 | 34 | 56,75 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | | 0,25 | | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | | 51,25 | | 56,75 | | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|--|--|
| ПК-1 | <p>Формулирует основные принципы организации водопотребления на химических предприятиях.</p> <p>Ориентируется в типовых методах контроля качества исходной и подготовленной воды</p> <p>Подбирает методики проведения и метрологической оценки результатов химического анализа</p> | <p>1. Вопросы для устного собеседования</p> <p>2. Практико-ориентированные задания</p> |

5.1.2 Система и критерии оценивания

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

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| | |
|-------|-----------------------|
| № п/п | Формулировки вопросов |
|-------|-----------------------|

Семестр 5

| | |
|----|--|
| 1 | Классификация природных и сточных вод |
| 2 | Показатели качества воды: технологические, физические, химические, санитарно-бактериологические. Способы их определения, размерности |
| 3 | Классификация примесей природных вод по фазово-дисперсной характеристике, по химическому составу |
| 4 | Методы удаления примесей из воды (общие принципы) |
| 5 | Задачи химических методов обработки воды в технологии органических веществ |
| 6 | Влияние примесей природной воды на процесс накипеобразования и на качество производимых волокнистых полуфабрикатов |
| 7 | Влияние примесей природной воды на процесс коррозии оборудования, методы борьбы |
| 8 | Углекислотное равновесие |
| 9 | Методы снижения агрессивности воды и жесткости термическим методом |
| 10 | Деление используемой воды по способу её обработки |
| 11 | Ультрафильтрация и нанофильтрация. Назначение и особенности метода, аппаратное оформление |
| 12 | Реагентные методы очистки воды. Сущность методов осаждения. |
| 13 | Виды и назначение реагентной очистки, способы её интенсификации. |
| 14 | Реагентные методы умягчения: известкование, известково-содовый, натронно-содовый, фосфатный. |
| 15 | Определение дозы химикатов при реагентной очистке |
| 16 | Формы нахождения кремния в воде. Обескремнивание воды. Назначение и способы удаления соединений кремния. |
| 17 | Механизм обесцвечивания воды. Условия разрушения коллоидных систем – коагуляция. Особенности коллоидного состояния вещества. Строение коллоидной частицы |
| 18 | Условия проведения практической коагуляции. Коагулянты, используемые в водоподготовке. Применение флокулянтов для интенсификации коагуляции |
| 19 | Совмещение процессов коагуляции, известкования и магнезиального обескремнивания. Контактная коагуляция, особенности. Принцип работы осветлителя |
| 20 | Утилизация осадков очистных сооружений. Состав осадков и их виды. Направления использования осадков стоков. |
| 21 | Удаление грубодисперсных примесей из воды: процеживание (сита, решётки). Песколовки. |
| 22 | Отстаивание воды. Сущность и назначение. Типы отстойников. |
| 23 | Удаление грубодисперсных примесей из воды: фильтрование. Задачи фильтрования воды. Фильтрование пленочное и адгезионное. |
| 24 | Основы теории работы фильтрующего слоя. Факторы, влияющие на процесс фильтрования: высота слоя, размер зерен, характер нагрузки, скорость, природа примесей и др. |
| 25 | Фильтрующие материалы и требования, предъявляемые к ним. Конструкция песчано-гравийных фильтров и фильтров намывного типа. |
| 26 | Обезжелезивание воды. Соединения железа в воде. Способы очистки воды от железа: реагентные, каталитическое окисление, сорбционные методы |
| 27 | Ионный обмен (ИО) в технологии обработки воды. Понятие о катионитах и анионитах. Принципы метода ионирования. |
| 28 | Закономерности ИО: эквивалентность, обратимость, селективность. |
| 29 | Обмен ионов в статических и динамических условиях. Технологические показатели ионитов. Виды обменной емкости. Факторы, влияющие на величину обменной ёмкости. Характеристика выходной кривой поглощения примесей воды ионитом. |
| 30 | Na-катионирование. Реакции, протекающие при Na-катионировании воды и регенерации Na-катионита. Влияние на эффект умягчения воды качества исходной воды и режима регенерации. |
| 31 | Область применения H-катионирования. Реакции, протекающие при H-катионировании воды и при регенерации H-катионита. |
| 32 | Определение ДОЕ ионита при обмене трёх видов ионитов. Характеристика выходной кривой. |
| 33 | Умягчение воды. Параллельное, последовательное и совместное H-Na- катионирование. |
| 34 | Химическое обессоливание воды. Схема глубокого обессоливания и обескремнивания воды с двумя ступенями ОН-анионирования. Качество воды после каждой стадии обработки. Область применения. |
| 35 | Очистка сточных вод ЦБП. Основные подходы к организации очистки стоков. |
| 36 | Флотация. Назначение и сущность метода. Флотореагенты. |
| 37 | Биологическая очистка. Сущность и назначение метода. Аппаратное оформление метода. |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определите общую (Що) и гидратную (Щфф) щёлочность, а также содержание CO_3^{2-} -, OH^- -, HCO_3^- - (ммоль/дм³), если известно, что на титрование пробы объёмом 20 см³ с индикатором метилоранж было израсходовано 1,19 см³ соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм³.

2. Определите содержание CO_3^{2-} -, OH^- -, HCO_3^- - (ммоль/дм³), а также объём раствора соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/дм³ необходимый для определения общей (V0) и гидратной (Vфф) щёлочности, если известно, что в пробе воды объёмом 20 см³ величина общей и гидратной щёлочности составляет 6,22 и 2,70 ммоль/дм³ соответственно.

3. Рассчитайте общее солесодержание (Ссол, мг/кг), содержание хлорид ионов (СCl, мг/кг), жесткость общую (Ж0), кальциевую (ЖCa) и магниевую (ЖMg) (ммоль/дм³), если известно, что в 1 дм³ анализируемой воде содержится 117 мг NaCl, 5,6 мг CaCl₂, 24,8 мг MgSO₄.

4. Рассчитайте общее солесодержание (Ссол, мг/кг), жесткость общую (Ж0), карбонатную и некарбонатную (ммоль/дм³), а также общую щёлочность (Що, ммоль/дм³), если известно, что в 1 дм³ анализируемой воде содержится 117 мг NaCl, 5,6 мг CaCl₂, 24,8 мг MgSO₄.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная + Письменная + Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

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

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|--|--|---|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Старцева, Н. А., Полунина, О. А. | Химия воды. Ч.2 | Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно- строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ | 2019 | http://www.iprbooks.hop.ru/107616.html |
| Шиян, Л. Н. | Химия Водоподготовка воды. | Томск: Томский политехнический университет | 2014 | http://www.iprbooks.hop.ru/34732.html |
| Чиркова, Е. И. | Системы водоснабжения и водоотведения | Санкт-Петербург: Санкт -Петербургский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ | 2018 | http://www.iprbooks.hop.ru/86433.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| Малинина, З. З. | Контроль качества воды | Саратов: Профобразование | 2022 | https://www.iprbooks.hop.ru/125732.html |
| Копина, Г. И., Кабргель, О. И. | Химия воды | Санкт-Петербург: Санкт -Петербургский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ | 2016 | http://www.iprbooks.hop.ru/74356.html |

| | | | | |
|--|---|---|------|---|
| Аксенов, В. И., Ушакова, Л. И., Ничкова, И. И., Аксенова, В. И. | Химия воды. Аналитическое обеспечение лабораторного практикума | Саратов, Екатеринбург: Профобразование, Уральский федеральный университет | 2019 | http://www.iprbooks hop.ru/87898.html |
| Стоянов, Н. И., Беляев, Е. И., Куклите, Й. Я. | Водоподготовка | Ставрополь: Северо- Кавказский федеральный университет | 2018 | http://www.iprbooks hop.ru/83236.html |
| Шарапов, В. И., Пазушкина, О. В., Мингараева, Е. В. | Низкотемпературная деаэрация воды в теплоэнергетических установках | Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет | 2020 | http://www.iprbooks hop.ru/106138.html |

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
 Электронно-библиотечная система "Айбукс" [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|--|
| Б-306 | Вытяжные шкафы, весы аналитические, комплект посуды для количественного анализа и водоподготовки, вакуумный сушильный шкаф, электрические плитки, спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, концентратомер КН-1, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3» |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |