

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.01.02 Реагентные методы очистки воды в ЦБП

Учебный план: _____ ФГОСЗ++b180301.19-3 24-14.plx

Кафедра: 11 _____
Общей и неорганической химии

Направление подготовки: _____
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: _____
(специализация) Химическая и биотехнология переработки растительного сырья

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	3	Зачет
	РПД	17	34	56,75	0,25	3	
Итого	УП	17	34	56,75	0,25	3	
	РПД	17	34	56,75	0,25	3	

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

Смирнова Е.Г.

Методический отдел:

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 реагентной подготовки для проведения химических процессов по технологическому регламенту, обеспечивающему высокое качество продукции и эффективность технологических процессов в ЦБП.

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 реагентных 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-2: Способен контролировать обеспечение конкретного производства сырьем, химикатами, вспомогательными материалами
Знать: основные принципы организации водоочистных мероприятий на предприятиях ЦБП
Уметь: грамотно проанализировать степень загрязнения и очистки воды, используемой при производстве волокнистых полуфабрикатов
Владеть: экспериментальными методами оценки качества реагентной очистки воды

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Классификация показателей качества и методов очистки воды	5				Ко,Л
Тема 1. Предмет дисциплины «Реагентные методы очистки воды в ЦБП». Назначение воды в целлюлозно-бумажном производстве.		0,25		2	
Тема 2. Классификация природных вод. Природный и промышленно-бытовой круговороты воды. Виды примесей воды.		0,5		2	
Тема 3. Показатели качества воды и методы их определения. Основные нормативы содержания загрязняющих веществ, образующихся в технологических процессах ЦБП		1		3	
Тема 4. Классификация методов очистки и последовательность их применения в зависимости от происхождения (природная, сточная) воды		1		4	
Тема 5. Техника безопасности в химической лаборатории. Лабораторная работа № 1. Методы и приемы работы в химической лаборатории			4	1	
Раздел 2. Реагентная обработка воды. Предочистка					Ко,Л
Тема 6. Реагентные методы очистки воды. Сущность методов осаждения. Виды и назначение.		0,75		5	
Тема 7. Способы интенсификации реагентной очистки: избыток реагентов, нагрев. Процессы, сопутствующие термообработке воды при реагентной очистке - смещение углекислотного равновесия, снижение карбонатной жёсткости. Лабораторная работа № 2. Определение различных видов жесткости и термическое умягчение воды		1	4	5	

Тема 8. Реагентные методы умягчения: известкование, известково-содовый, натронно-содовый, фосфатный Лабораторная работа № 3. Определение дозы реагентов и проведение известково-содового умягчения воды		1	6	4	
Тема 9. Обескремнивание воды. Назначение и способы удаления соединений кремния. Формы нахождения кремния в воде. Лабораторная работа № 4. Определение кремнесодержания, расчёт дозы каустического магнезита и магнезиальное обескремнивание воды		1,5	4	2	
Тема 10. 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. Лабораторная работа № 5. Обесцвечивание воды методом коагуляции. Выбор оптимальных доз реагентов.		2	6	6	
Тема 11. Удаление грубодисперсных примесей (осадков) 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.		1		4	
Тема 12. Утилизация осадков очистных сооружений. Состав осадков и их виды. Направления использования осадков стоков.		1		4	
Тема 13. 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		1	4	4	
Раздел 3. Доочистка воды после реагентной обработки					Ко,Л

Тема 14. Ионный обмен (ИО) в технологии доочистки воды. Понятие о катионитах и анионитах, принцип метода ионирования. Закономерности ИО: эквивалентность, обратимость, селективность. Технологические показатели ионитов. Виды обменной емкости. Факторы, влияющие на величину обменной ёмкости. Характеристика выходной кривой поглощения примесей воды ионитом.		1		3	
Тема 15. Na-катионирование. Реакции, протекающие при Na-катионировании воды и регенерации Na-катионита. Влияние на эффект умягчения воды качества исходной воды и режима регенерации. Лабораторная работа № 7. Определение динамической обменной емкости ионита и умягчение воды		1	6	4	
Тема 16. 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.		1		2	
Тема 17. Мембранные методы очистки. Назначение, виды и сущность метода. Конструкция фильтрующего элемента. Обратный осмос		2		1,75	
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. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-2	Формулирует основные принципы организации водопотребления на предприятиях ЦБП Ориентируется в типовых методах контроля качества исходной и подготовленной воды Подбирает методики проведения и метрологической оценки результатов химического анализа

5.2 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

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ 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	Особенности органических примесей природных вод
4	Классификация примесей природных вод по фазово-дисперсной характеристике, по химическому составу
5	Методы удаления примесей из воды (общие принципы)
6	Задачи химических методов обработки воды в ЦБП
7	Влияние примесей природной воды на процесс накипеобразования и на качество производимых волокнистых полуфабрикатов
8	Углекислотное равновесие
9	Влияние примесей природной воды на процесс коррозии оборудования, методы борьбы
10	Методы снижения агрессивности воды и жесткости термическим методом
11	Реагентные методы очистки воды. Сущность методов осаждения.
12	Виды и назначение реагентной очистки, способы её интенсификации.
13	Реагентные методы умягчения: известкование, известково-содовый, натронно-содовый, фосфатный.
14	Определение дозы химикатов при реагентной очистке
15	Формы нахождения кремния в воде. Обескремнивание воды. Назначение и способы удаления соединений кремния.
16	Механизм обесцвечивания воды. Условия разрушения коллоидных систем – коагуляция. Особенности коллоидного состояния вещества. Строение коллоидной частицы
17	Условия проведения практической коагуляции. Коагулянты, используемые в водоподготовке. Применение флокулянтов для интенсификации коагуляции
18	Совмещение процессов коагуляции, известкования и магнезиального обескремнивания. Контактная коагуляция, особенности. Принцип работы осветлителя
19	Утилизация осадков очистных сооружений. Состав осадков и их виды. Направления использования осадков стоков.
20	Удаление грубодисперсных примесей из воды: процеживание (сита, решётки). Песколовки.
21	Отстаивание воды. Сущность и назначение. Типы отстойников.
22	Удаление грубодисперсных примесей из воды: фильтрование. Задачи фильтрования воды. Фильтрование пленочное и адгезионное.

23	Основы теории работы фильтрующего слоя. Факторы, влияющие на процесс фильтрации: высота слоя, размер зерен, характер нагрузки, скорость, природа примесей и др.
24	Фильтрующие материалы и требования, предъявляемые к ним. Конструкция песчано-гравийных фильтров и фильтров намывного типа.
25	Обезжелезивание воды. Соединения железа в воде. Способы очистки воды от железа: реагентные, каталитическое окисление, сорбционные методы
26	Ионный обмен (ИО) в технологии доочистки реагентно обработанной воды. Понятие о катионитах и анионитах. Принципы метода ионирования.
27	Закономерности ИО: эквивалентность, обратимость, селективность.
28	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.
29	Na-катионирование. Реакции, протекающие при Na-катионировании воды и регенерации Na-катионита. Влияние на эффект умягчения воды качества исходной воды и режима регенерации.
30	Область применения H-катионирования. Реакции, протекающие при H-катионировании воды и при регенерации H-катионита.
31	Определение ДОО ионита при обмене трёх видов ионитов. Характеристика выходной кривой.
32	Умягчение воды. Параллельное, последовательное и совместное H-Na- катионирование.
33	Химическое обессоливание воды. Схема глубокого обессоливания и обескремнивания воды с двумя ступенями ОН-анионирования. Качество воды после каждой стадии обработки. Область применения.
34	Ультрафильтрация и нанофильтрация. Назначение и особенности метода, аппаратное оформление

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.3.3 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 (V_0) и гидратной ($V_{\text{фф}}$) 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 ($C_{\text{сол}}$, мг/кг), содержание хлорид ионов (C_{Cl} , мг/кг), жесткость общую (J_0), кальциевую (J_{Ca}) и магниевую (J_{Mg}) (ммоль/дм³), если известно, что в 1 дм³ анализируемой воде содержится 117 мг NaCl, 5,6 мг CaCl₂, 24,8 мг MgSO₄.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 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»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

☐ +

Письменная

☐ +

Компьютерное тестирование

☐

Иная

☐

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля 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				
Стоянов, Н. И., Беляев, Е. И., Куклите, Й. Я.	Водоподготовка	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2018	http://www.iprbookshop.ru/83236.html

Старцева, Н. А., Полунина, О. А.	Химия воды. Ч.2	Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно- строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ	2019	http://www.iprbookshop.ru/107616.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Зиганшина, С. К., Кудинов, А. А.	Водоподготовка	Саратов: Профобразование	2022	https://www.iprbookshop.ru/116255.html
А.А. Комиссаренков [и др.]	Основы водоподготовки в целлюлозно-бумажной промышленности и теплоэнергетике [Текст] : учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	http://nizrp.narod.ru/vodopodgot.htm
Копина, Г. И., Кабргель, О. И.	Химия воды	Санкт-Петербург: Санкт -Петербургский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/74356.html
Малинина, З. З.	Контроль качества воды	Саратов: Профобразование	2022	https://www.iprbookshop.ru/125732.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.iprbookshop.ru/87898.html
Чиркова, Е. И.	Системы водоснабжения и водоотведения	Санкт-Петербург: Санкт -Петербургский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ	2018	http://www.iprbookshop.ru/86433.html
Шиян, Л. Н.	Химия воды. Водоподготовка	Томск: Томский политехнический университет	2014	http://www.iprbookshop.ru/34732.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