

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.01.01** Водоподготовка в технологии ЦБП

Учебный план: ФГОС3++z180301.19-1\_21-15.plx

Кафедра: **11** Общей и неорганической химии

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

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

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Лаб. занятия					
4	УП	6	8	90	4	3	Зачет
	РПД	6	8	90	4	3	
Итого	УП	6	8	90	4	3	
	РПД	6	8	90	4	3	

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

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент  
старший преподаватель

Фёдорова О.В.

Смит Р.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Луканина Т.Л.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Смирнова Е.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 ЦБП, 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

Экология

Общая и неорганическая химия

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-2: Способен контролировать обеспечение конкретного производства сырьем, химикатами, вспомогательными материалами**

**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 выпускаемой продукции.

**Владеть:** методами проведения химического анализа, используя знания свойств химических элементов; методами регулирования процессов водоподготовки и определения технологических показателей.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Показатели качества и классификация методов обработки воды	4					
Тема 1. Предмет дисциплины «Водоподготовка в химической технологии ЦБП»; назначение воды в химической промышленности, в том числе в технологии переработки растительного сырья; классификация природных вод, показателей качества воды и методов её обработки.		0,5		4	ИЛ	
Тема 2. Деление используемой воды по способу её обработки: механическая, фильтрованная, коагулированная, умягченная, обессоленная, питьевая. Общая характеристика технологии подготовки воды указанными способами.				3		
Тема 3. Вводное занятие. Техника безопасности работы в лаборатории. Лабораторная работа № 1. Методы и приемы работы в химической лаборатории			1		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.			0,25		3	ИЛ
Тема 5. Мембранные методы очистки. Назначение, виды и сущность метода. Конструкция фильтрующего элемента. Обратный осмос			0,75		10	ИЛ
Раздел 3. Предочистка воды. Реагентная обработка воды						

<p>Тема 6. Реагентные методы очистки воды. Сущность методов осаждения. Виды и назначение. Способы интенсификации реагентной очистки. Реагентные методы умягчения.</p>		1		5	ИЛ
<p>Тема 7. Обескремнивание воды. Назначение и способы удаления соединений кремния. Формы нахождения кремния в воде. Лабораторная работа № 2. Определение кремнесодержания, расчёт дозы каустического магнетита и магниезальное обескремнивание воды</p>			3	3	
<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>		0,5		6	ИЛ
<p>Тема 9. Утилизация осадков очистных сооружений. Состав осадков и их виды. Направления использования осадков стоков.</p>		0,5		5	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>		0,5		5	ИЛ

<p>Тема 11. Обезжелезивание воды. Соединения железа в воде. Способы очистки воды от железа: реагентные, каталитическое окисление, сорбционные методы</p>		0,25		4	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>		0,5		6	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>		0,25		5	ИЛ
<p>Тема 14. Область применения H-катионирования. Реакции, протекающие при H-катионировании воды и при регенерации H-катионита. Определение ДОЕ 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 № 3. Определение динамической обменной емкости ионита и умягчение воды</p>		0,25	4	7	ИЛ
<p>Раздел 5. Очистка сточных вод</p>					
<p>Тема 15. Очистка сточных вод ЦБП. Основные подходы к организации очистки стоков. Классификация методов, применяемых в водоочистке.</p>		0,25		10	ИЛ

Тема 16. Флотация. Назначение и сущность метода. Флотореагенты.	0,25	7	ИЛ
Тема 17. Биологическая очистка. Сущность и назначение метода. Аппаратурное оформление метода.	0,25	7	ИЛ
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	8	90
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	14,25	90	

#### 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-2	<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 устного собеседования</p> <p>2. Практическое задание</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
-------	-----------------------

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



## 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  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  (ммоль/дм<sup>3</sup>), если известно, что на титрование пробы объёмом 20 см<sup>3</sup> с индикатором метилоранж было израсходовано 1,19 см<sup>3</sup> соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

2. Определите содержание  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  (ммоль/дм<sup>3</sup>), а также объём раствора соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> необходимый для определения общей (V0) и гидратной (Vфф) щёлочности, если известно, что в пробе воды объёмом 20 см<sup>3</sup> величина общей и гидратной щёлочности составляет 6,22 и 2,70 ммоль/дм<sup>3</sup> соответственно.

3. Рассчитайте общее солесодержание (Ссол, мг/кг), содержание хлорид ионов (СCl, мг/кг), жесткость общую (Ж0), кальциевую (ЖСа) и магниевую (ЖMg) (ммоль/дм<sup>3</sup>), если известно, что в 1 дм<sup>3</sup> анализируемой воде содержится 117 мг NaCl, 5,6 мг CaCl<sub>2</sub>, 24,8 мг MgSO<sub>4</sub>.

4. Рассчитайте общее солесодержание (Ссол, мг/кг), жесткость общую (Ж0), карбонатную и некарбонатную (ммоль/дм<sup>3</sup>), а также общую щёлочность (Що, ммоль/дм<sup>3</sup>), если известно, что в 1 дм<sup>3</sup> анализируемой воде содержится 117 мг NaCl, 5,6 мг CaCl<sub>2</sub>, 24,8 мг MgSO<sub>4</sub>.

## 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
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Первов, А. Г., Андрианов, А. П., Спицов, Д. В., Горбунова, Т. П.	Водоснабжение. Технологии очистки природных вод	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/30340.html">http://www.iprbookshop.ru/30340.html</a>
Чиж, В. А., Карницкий, Н. Б., Криксина, Е. Н., Нерезько, А. В.	Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС	Минск: Вышэйшая школа	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/20204.html">http://www.iprbookshop.ru/20204.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Чиркова, Е. И.	Системы водоснабжения и водоотведения	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/86433.html">http://www.iprbookshop.ru/86433.html</a>
Староверов, С. В., Киреев, В. М.	Водоснабжение промышленных предприятий	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/28341.html">http://www.iprbookshop.ru/28341.html</a>

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	<a href="http://nizrp.narod.ru/vodopodgot.htm">http://nizrp.narod.ru/vodopodgot.htm</a>
Орлов, Е. В.	Водозаборные сооружения из поверхностных источников	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/19999.html">http://www.iprbookshop.ru/19999.html</a>
Локшина, О. Л.	Водоснабжение и водоотведение	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2008	<a href="http://www.iprbookshop.ru/21569.html">http://www.iprbookshop.ru/21569.html</a>

### 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