

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 14.11.2023 13:29:24  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«22» апреля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ХИМИЯ ВОДЫ**

Направление подготовки

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии**

Направленность программы бакалавриата

**Химическая технология очистки и рационального использования водных ресурсов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

**Факультет химической и биотехнологии**

**Кафедра химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		профессор Самонин В.В.
Доцент		Спиридонова Е.А.

Рабочая программа дисциплины «Химия воды» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники  
протокол от « 12 » апреля 2021 № 6

Заведующий кафедрой

В.В. Самонин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от « 20 » апреля 2021 № 9

Председатель

М.В. Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»		Д.А.Смирнова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	08
4.4. Самостоятельная работа.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	13

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-1</b>                      Готов использовать физико-химические методы анализа и средства измерения для определения параметров водных сред</p>	<p><b>ПК-1.6</b>                      Знание параметров воды и водных растворов</p>	<p><b>Знать:</b>                      параметры воды и водных растворов, их классификацию, влияние различных факторов (ЗН-1);  <b>Уметь:</b>                      оценивать изменения параметров водных растворов в зависимости от их качественного состава (У-1);  <b>Владеть:</b>                      навыками определения параметров воды и водных растворов (Н-1)</p>
<p><b>ПК-2</b>                      Способен понимать основные физико-химические закономерности процессов в водных средах</p>	<p><b>ПК-2.1</b>                      Знание особенностей строения воды и водных растворов</p>	<p><b>Знать:</b>                      особенности строения воды и водных растворов, иметь представления о теориях строения воды (ЗН-2);  <b>Уметь:</b>                      объяснять аномальные свойства воды с позиции особенностей ее строения (У-2);  <b>Владеть:</b>                      навыками расчета концентраций водных растворов (Н-2)</p>
<p><b>ПК-3</b>                      Способен использовать знания о физико-химических процессах, протекающих в воде при ее очистке</p>	<p><b>ПК-3.1</b>                      Знание взаимосвязи состава воды и способов удаления загрязнителей</p>	<p><b>Знать:</b>                      классификации загрязнителей водных сред и иметь представления о способах их удаления (ЗН-3);  <b>Уметь:</b>                      предлагать способы очистки воды исходя из качественного состава загрязняющих веществ (У-3);  <b>Владеть:</b>                      методиками подбора способа очистки воды исходя из состава загрязняющих веществ (Н-3)</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Химия воды» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.02) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа». Полученные в процессе изучения дисциплины «Химия воды» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении профильных дисциплин, а также прохождения производственной практики (научно-исследовательской работы, преддипломной практики), выполнения выпускной квалификационной работы и в профессиональной деятельности.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>80</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (3)
курсовое проектирование (КР или КП) (в том числе практическая подготовка)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>28</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>экзамен (36)</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Дисперсные системы. Способы выражения концентрации растворов	2	-	12	6	ПК-1	ПК-1.6
2.	Водные системы, их классификация и качество	4	-	-	-	ПК-1 ПК-2	ПК-1.6 ПК-2.1
3.	Параметры качества воды. Значение физических свойств природных вод при их оценке. рН природных вод. БПК. ХПК. Качество природной воды	8	-	18	7	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.6 ПК-2.1 ПК-3.1
4.	Теории структуры воды. История создания моделей строения воды. Строение идеальной молекулы воды. Теории структуры воды. Кластерная структура воды. Клатратная структура воды	12	-	-	8	ПК-1 ПК-2	ПК-1.6 ПК-2.1
5.	Физико-химические параметры воды. Вода в связанном состоянии. Строение и свойства водных растворов. Аномальные свойства воды и их экологическое значение.	10	-	6	7	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.6 ПК-2.1 ПК-3.1

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Дисперсные системы. Способы выражения концентрации растворов</p> <p>Предмет «Химия воды». Способы выражения концентрации растворов. Массовая доля. Молярная концентрация вещества. Нормальная концентрация. Титр. Аналитические методы определения. Гравиметрический (весовой) метод анализа. Объёмный метод анализ. Титриметрический метод анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Индикаторы. Дисперсные системы</p>	2	слайд-презентация
2	<p>Водные системы, их классификация и качество</p> <p>Классификация вод. Требования к качеству воды.</p>	4	слайд-презентация
3	<p>Параметры качества воды. Значение физических свойств природных вод при их оценке. pH природных вод. БПК. ХПК.</p> <p>Качество природной воды. Физико-химические параметры. Взвешенные примеси. Мутность и прозрачность. Запах. Вкус и привкус. Цветность. Минерализация.</p> <p>Электропроводимость. Жесткость. Щелочность.</p> <p>Органические вещества. Окисляемость воды. Биохимическая потребность в кислороде. Общий органический углерод. Растворенный кислород. Водородный показатель (pH)</p>	8	слайд-презентация
4	<p>Теории структуры воды. История создания моделей строения воды. Строение идеальной молекулы воды. Теории структуры воды. Кластерная структура воды. Клатратная структура воды</p> <p>История определения состава молекулы воды. Метод валентных связей. Схема структуры молекулы воды. Водородные связи</p> <p>Агрегатные состояния воды. Теории строения жидкой воды. Кристаллическая структура льда. Клатратные теории строения молекулы воды. Кластерный тип. Методы молекулярной динамики. Теория функционала плотности.</p> <p>Химически связанная вода. Вода в кристаллогидратах. Вода в гидрогелях. Адсорбированная вода. Капиллярная вода.</p> <p>История учения о гидратации. Структура водных растворов неорганических солей. Термохимические свойства водных растворов. Теплоемкость водных растворов. Давление пара, замерзание и кипение водных растворов.</p>	12	слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Плотность водных растворов солей. Вязкость водных растворов. Другие свойства растворов Тепловые свойства воды. Теплоемкость и вязкость воды. Особенности замерзания и кипения воды. Особенности изменения плотности воды от температуры.		
5	Физико-химические параметры воды. Вода в связанном состоянии. Строение и свойства водных растворов. Аномальные свойства воды и их экологическое значение. Основные зависимости параметров качества воды от внешних условий. Классификация воды и водных систем Классификация загрязнителей в воде. Классификация Л.Кульского. Методы очистки воды. Классификация. Механическая очистка воды. Физико-химические основы. Коагуляция. Флокуляция. Сорбция. Мембранные методы очистки воды. Химические методы очистки воды. Биологические методы очистки воды	10	ЛПК

#### 4.3. Занятия семинарского типа.

##### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрено.

##### 4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Основы работы в химической лаборатории.	2	-	-
1	Основы кислотно-основного титрования Определение методом кислотно-основного титрования концентрацию раствора. Сравнение экспериментального и рассчитанного значения. Расчетные задачи. Определение	10	1	-



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
	концентраций растворов. Различные формы пересчета.			
3	Определение физических характеристик воды Определение содержания грубодисперсных примесей. Определение плотности, цветности, мутности воды.	6	1	-
3	Определение химических показателей воды. Определение концентрации ионов сульфатов в воде Определение содержания органических веществ в воде Определение ионов аммония в воде. Определение щелочности и кислотности воды Определение солености и жесткости воды	12	1	-
5	Заключительное занятие Анализ и обсуждение полученных данных, защита отчетов. Сравнительная оценка параметров качества вод различного назначения. Подбор оптимальной схемы очистки воды в соответствии с заданными параметрами.	6	-	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Дисперсные системы. Способы выражения концентрации растворов. Водные растворы. Нормальность / нормальность Понятие эквивалент Пересчет концентраций. Единицы измерения концентраций Виды дисперсных систем. Особенность водных эмульсий и дисперсий	6	Расчетная задача № 1
3	Водные системы, их классификация и качество. Параметры качества воды. Значение физических свойств природных вод при их оценке. рН природных вод. БПК. ХПК.	7	Устный опрос № 1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	Классификация вод. Параметры качества воды Методы определения качества воды Количественные показатели оценки качества воды. Органолептические показатели качества воды.		
4	Теории структуры воды. История создания моделей строения воды. Строение идеальной молекулы воды. Теории структуры воды. Кластерная структура воды. Клатратная структура воды	8	Письменный опрос № 1
5	Свойства воды (физические, химические, биологические). Вода в связанном состоянии. Вода – природный ресурс. Ресурсосберегающие технологии Оборотное водоснабжение Вода в связанном состоянии Биологические свойства воды Строение и свойства водных растворов. Гидратация Влияние гидратации на свойства системы Влияние гидратации на эффективность очистки воды Аномальные свойства воды и их экологическое значение.	7	Сообщения

#### 4.5. Примеры заданий для контроля самостоятельной работы

##### Примеры расчетной задачи № 1

Вариант 1

К 150 г 20% раствора сахарозы добавили 45 г глюкозы. Рассчитайте массовые доли углеводов в новом растворе.

##### Примеры письменного опроса № 1

Вариант 1

1. Какова процентная концентрация раствора, полученного при растворении 75 г карбоната калия в 300 г воды?
2. Определить массу серной кислоты, для нейтрализации которой потребовалось 25 мл 0,2 н. раствора щелочи.
3. Чем обусловлена цветность? Как она определяется?

##### Примеры тем сообщений

Особенность воды в соответствии с кластерной теорией строения воды

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами (для проверки знаний).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### Вариант 1

1. Физико-химические показатели качества природных вод. Жесткость Электропроводимость Минерализация. Методика определения.
2. Кластерные теории строения молекулы воды
3. Расчетная задача. К 150 г 20% раствора сахарозы добавили 45 г глюкозы. Рассчитайте массовые доли углеводов в новом растворе

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

### а) печатные издания:

1. Анализ воды: Справочник / редакторы Л. М. Л. Ноллет, Л. С. П. де Гелдер, перевод с английского 2-го издания под редакцией И. А. Васильевой, Е. Л. Пролетарской. – Санкт-Петербург: Профессия, 2012. - 919 с. – ISBN 978-5-91884-035-1.
2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: Учебное пособие / Я. П. Молчанова, Е. А. Заика, Э. И. Бабкина, В. А. Сурнин; ред. Т. В. Гусева. – Москва : Форум ; Москва : ИНФРА-М, 2011. - 190 с. ISBN 978-5-91134-080-3 (ФОРУМ). – ISBN 978-5-16-002933-7(ИНФРА-М)
3. Другов, Ю.С. Анализ загрязненной воды : практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 678 с. ISBN 978-5-94774-762-1
4. Платонов, И.А. Практическая аналитическая химия : учебное пособие / И. А. Платонов, Ю. С. Другов, А. А. Родин. - Самара : Порто-принт, 2015. - 550 с. ISBN 978-5-9903993-7-2

### б) электронные учебные издания:

1. Григорьева, Л.В. Определение жесткости воды и способы ее умягчения: методические указания / Л. В. Григорьева, В. В. Далидович, Е. Д. Хрылова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. - 15 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Использование модифицированных сорбционно-активных материалов для обеззараживания воды : Практикум / Е. А. Спиридонова, А.Д. Тихомирова, В.В.

Самонин [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2016. - 56 с. //СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 10.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Химия воды» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Программное обеспечение практики включает необходимые программы и пакеты программ:

стандартные программные продукты пакета «Apache\_ OpenOffice».

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для ведения лекционных занятий используются учебные аудитории, оснащенные мебелью, проектором BenQ MX518, ноутбуками HP Compaq Presario в количестве 2 штук, проектором Vivitek D508 DLP, проекционными экранами в количестве 2 штук, пульта для управления презентацией, досками, на 20-30 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используются лабораторные практикумы, оснащенные титровальными установками; электрошкафом сушильным; печью муфельной LF – 5/11 – G1; аквадистиллятором ДЭ-10; ультратермостатом 2-15С, колориметром КФК-2, центрифугой ЦЛМН Р-10-0,1; колориметром КФК-2МП, и весовая, оснащенная весами лабораторными ВМ 213; весами ВМК 1501; весами ВМК 651; весами аналитическими ВЛР-200.

### **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине «Химия воды»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Готов использовать физико-химические методы анализа и средства измерения для определения параметров водных сред	начальный
ПК-2	Способен понимать основные физико-химические закономерности процессов в водных средах	начальный
ПК-3	Способен использовать знания о физико-химических процессах, протекающих в воде при ее очистке	начальный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-1.6</b> Знание параметров воды и водных растворов	<b>Знает</b> параметры воды и водных растворов, их классификацию, влияние различных факторов (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 1-10	перечисляет несколько параметры воды и водных растворов, их единицы измерения, не приводит способы определения, кратко классифицирует параметры воды и водных растворов, не приводит описание влияния различных факторов на значение параметров воды и водных растворов, приводит некоторые численные значения параметров воды и водных растворов с ошибками	перечисляет основные параметры воды и водных растворов, их единицы измерения и способы определения, приводит классификацию параметров воды и водных растворов, описывает влияние различных факторов на значение параметров воды и водных растворов с ошибками, приводит некоторые численные значения параметров воды и водных растворов с ошибками	перечисляет основные параметры воды и водных растворов, их единицы измерения и способы определения, приводит классификацию параметров воды и водных растворов, описывает влияние различных факторов на значение параметров воды и водных растворов, приводит некоторые численные значения параметров воды и водных растворов
	<b>Умеет</b> оценивать изменения параметров водных растворов в зависимости от их качественного состава (У-1)	Выполнение лабораторных работ	Проводит оценку, но не обосновывает результаты изменения параметров водных растворов в зависимости от их качественного состава	Проводит оценку и обосновывает с подсказками преподавателя результаты изменения параметров водных растворов в зависимости от их качественного состава	Проводит оценку и обосновывает результаты изменения параметров водных растворов в зависимости от их качественного состава

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Владеет навыками</b> определения параметров воды и водных растворов (Н-1)	Выполнение лабораторных работ	Проводит определение параметров воды и водных растворов при непосредственном участии преподавателя	Проводит определение параметров воды и водных растворов с использованием методических указаний	Самостоятельно проводит определение параметров воды и водных растворов
<b>ПК-2.1</b> Знание особенностей строения воды и водных растворов	<b>Знает</b> особенности строения воды и водных растворов, иметь представления о теориях строения воды (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 11-30	кратко рассказывает об особенностях строения воды и водных растворов, путаясь, приводит основные положения теорий строения воды	кратко рассказывает об особенностях строения воды и водных растворов, четко приводит основные положения теорий строения воды	подробно рассказывает об особенностях строения воды и водных растворов, четко приводит основные положения теорий строения воды
	<b>Объясняет</b> аномальные свойства воды с позиции особенностей ее строения (У-2)	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 11-30, выполнение лабораторных работ, подготовка сообщения, прохождение письменного опроса	формулирует связь аномальных свойств воды и ее строения, не приводя объяснений	объясняет связь аномальных свойств воды и ее строения	объясняет связь аномальных свойств воды и ее строения, строит зависимости и анализирует их



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Владеет</b> навыками расчета концентраций водных растворов (Н-2)	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 31-38, выполнение лабораторных работ, подготовка сообщения, выполнение индивидуального задания	Рассчитывает концентрации водных растворов с ошибками	Рассчитывает концентрации водных растворов с использованием литературы	Безошибочно рассчитывает концентрации водных растворов, проводить пересчет разных видов концентраций
<b>ПК-3.1</b> Знание взаимосвязи состава воды и способов удаления загрязнителей	<b>Знает</b> классификации загрязнителей водных сред и иметь представления о способах их удаления (ЗН-3);	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 39-49	Приводит классификацию загрязнителей и кратко рассказывает о способе их удаления	Приводит несколько классификаций загрязнителей; рассказывает о способах их удаления	Приводит несколько классификаций загрязнителей водных сред, рассказывает о способах их удаления и основных физико-химических основах данных процессов
	<b>Предлагает</b> способы очистки воды исходя из качественного состава загрязняющих веществ (У-3);	Правильные ответы на вопросы к экзамену, № 39-49, выполнение лабораторных работ	Выбирает способ очистки воды исходя из качественного состава загрязняющих веществ на основе подсказок преподавателя	Выбирает способ очистки воды исходя из качественного состава загрязняющих веществ	Выбирает способ очистки воды исходя из качественного состава загрязняющих веществ, объясняет свой выбор

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Владеет</b> методиками подбора способа очистки воды исходя из состава загрязняющих веществ (Н-3)	Выполнение лабораторных работ	Проводит сравнительный анализ методов очистки воды исходя из состава загрязняющих веществ	Проводит сравнительный анализ методов очистки воды исходя из состава загрязняющих веществ; анализирует с подсказками преподавателя взаимосвязь метода очистки воды и качественного и количественного состава загрязняющих веществ в воде	Проводит сравнительный анализ методов очистки воды исходя из состава загрязняющих веществ, анализирует взаимосвязь метода очистки воды и качественного и количественного состава загрязняющих веществ в воде

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

1. Водные системы, их классификация и качество
2. Классификация вод. Требования к качеству воды.
3. Физико-химические показатели качества природных вод. Органические вещества
4. Физико-химические показатели качества природных вод. Окисляемость воды. Общий органический углерод.
5. Физико-химические показатели качества природных вод. Взвешенные примеси. Мутность и прозрачность
6. Физико-химические показатели качества природных вод. Запах. Вкус и привкус.
7. Физико-химические показатели качества природных вод. Цветность.
8. Физико-химические показатели качества природных вод. Водородный показатель (рН) Щелочность
9. Физико-химические показатели качества природных вод. Жесткость Электропроводимость Минерализация
10. Физико-химические показатели качества природных вод. Растворенный кислород. Биохимическая потребность в кислороде

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2**

11. Агрегатные состояния воды
12. История определения состава молекулы воды
13. Схема структуры молекулы воды. Метод валентных связей
14. Водородные связи в воде. Влияние на свойства воды.
15. Клатратные теории строения воды
16. Кластерные теории строения воды
17. Теория строения воды. Методы молекулярной динамики. Теория функционала плотности.
18. Поверхностное натяжение воды
19. История учения о гидратации
20. Структура водных растворов неорганических солей
21. Теплоемкость водных растворов. Термохимические свойства водных растворов
22. Давление пара, замерзание и кипение водных растворов
23. Плотность водных растворов солей
24. Влияние примесей на свойства воды
25. Объем воды и водных растворов
26. Диэлектрическая постоянная воды. Дипольный момент воды
27. Вязкость воды и водных растворов
28. Плотность воды и водных растворов
29. Температура кипения и замерзания воды и водных растворов
30. Аномальные свойства воды и их экологическое значение.
31. Химически связанная вода. Вода в кристаллогидратах. Вода в гидрогелях. Адсорбированная вода. Капиллярная вода.
32. К 150 г 20% раствора сахарозы добавили 45 г глюкозы. Рассчитайте массовые доли углеводов в новом растворе.
33. Для нейтрализации 20 мл 0,1 н раствора кислоты потребовалось 6 мл раствора едкого натра. Определить нормальную концентрацию раствора едкого натра.
34. Нормальная концентрация раствора  $KNO_3$  равна 0,2 моль/л. Найти процентную концентрацию раствора  $KNO_3$  и молярную концентрацию раствора  $KNO_3$ . Плотность раствора принять равной 1 г/мл.

35. Вычислите молярную и молярную концентрацию эквивалента 20 % раствора хлорида кальция плотностью 1,178 г/мл.
36. Чему равна нормальность 30% раствора NaOH плотностью 1,328 г/мл? К 1 л этого раствора прибавили 5 л воды. Вычислите массовую долю полученного раствора.
37. К 3 л 10 % раствора  $\text{HNO}_3$  плотностью 1,054 г/мл прибавили 5 л 2 % раствора той же кислоты плотностью 1,009 г/мл. Вычислите массовую долю в процентах и молярную концентрацию полученного раствора, объем которого равен 8 л.
38. Определить молярность, нормальность, моляльность и титр 4 % раствора  $\text{FeSO}_4$  объем которого равен 1,5 л, плотность 1037 кг/м<sup>3</sup>

**в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3**

39. Классификация воды и водных систем
40. Классификация загрязнителей в воде
41. Методы очистки воды. Классификация
42. Механическая очистка воды. Физико-химические основы
43. Физико-химические методы очистки. Коагуляция
44. Физико-химические методы очистки. Флокуляция
45. Физико-химические методы очистки. Сорбция
46. Мембранные методы очистки воды.
47. Химические методы очистки воды.
48. Классификация загрязнений и методов очистки воды. Классификация Л.Кульского
49. Биологические методы очистки воды

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4. Задания для текущего контроля**

**Письменные опросы**

**Опрос**

**Вариант 1**

1. Какова процентная концентрация раствора, полученного при растворении 75 г карбоната калия в 300 г воды?
2. Определить массу серной кислоты, для нейтрализации которой потребовалось 25 мл 0,2 н. раствора щелочи.
3. Чем обусловлена цветность? Как она определяется?

**Вариант 2**

1. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  следует растворить для получения 1500 г 8 %-ного раствора?
2. Найти молярность раствора, если для приготовления 150 мл раствора взяли 10 г KCl.
3. Что такое ХПК? Как определяется этот показатель?

**Вариант 3**

1. Какое количество KCl необходимо добавить к 150 г воды, чтобы получить 2 %-ный раствор этой соли?
2. Сколько миллилитров 0,1н. раствора серной кислоты потребуется для нейтрализации 40 г КОН?
3. Что такое рН? Методы определения в лаборатории.

**Опрос**

**В-1**

1. Схема строения молекулы воды
2. Щелочность. Как определяется? Какая бывает?

В-2

1. Водородные связи
2. Кислотность. Как определяется? Какая бывает?

### Опрос

В-1

1. Кластерные теории строения воды. Схема
2. Твердое тело. Свойства

В-2

1. Кластерная теория строения воды. Схема
2. Газ. Свойства

### Опрос

В-1

1. Биологические методы очистки воды.
2. Коагуляция
3. Ионный обмен

В-2

1. Механическая очистка
2. Флотация
3. Сорбционная очистка

### Индивидуальные расчетные задания

Задача 1.

К 150 г 20% раствора сахарозы добавили 45 г глюкозы. Рассчитайте массовые доли углеводов в новом растворе.

Задача 2.

Для нейтрализации 20 мл 0,1 н раствора кислоты потребовалось 6 мл раствора едкого натра. Определить нормальную концентрацию раствора едкого натра.

Задача 3.

Нормальная концентрация раствора  $KNO_3$  равна 0,2 моль/л. Найти процентную концентрацию раствора  $KNO_3$  и молярную концентрацию раствора  $KNO_3$ . Плотность раствора принять равной 1 г/мл.

Задача 4.

Вычислите молярную и молярную концентрацию эквивалента 20 % раствора хлорида кальция плотностью 1,178 г/мл.

Задача 5.

Чему равна нормальность 30% раствора NaOH плотностью 1,328 г/мл? К 1 л этого раствора прибавили 5 л воды. Вычислите массовую долю полученного раствора.

Задача 6.

К 3 л 10 % раствора  $HNO_3$  плотностью 1,054 г/мл прибавили 5 л 2 % раствора той же кислоты плотностью 1,009 г/мл. Вычислите массовую долю в процентах и молярную концентрацию полученного раствора, объем которого равен 8 л.

Задача 7.

Определить молярность, нормальность, молярность и титр 4 % раствора  $FeSO_4$  объем которого равен 1,5 л, плотность 1037 кг/м<sup>3</sup>

### 5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и

экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).