

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:41:03  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

**Рабочая программа дисциплины  
ИОНООБМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

**Направление подготовки  
18.03.01 Химическая технология**

**Направленность программы бакалавриата  
Химическая технология органических веществ**

**Профессиональный модуль  
Технология средств химической защиты в чрезвычайных ситуациях**

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Объем дисциплины .....	5
4. Содержание дисциплины .....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	6
4.2. Занятия лекционного типа .....	7
4.3. Занятия семинарского типа .....	9
4.3.1 Семинары, практические занятия .....	9
4.3.2 Лабораторные занятия .....	9
4.4 Самостоятельная работа обучающихся .....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	12
9. Методические для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	13
10.1. Информационные технологии .....	13
10.2. Программное обеспечение .....	14
10.3. Информационные справочные системы .....	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...15	

## 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:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-10	способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	<p><b>Знать:</b> теоретические основы дисциплины ионообменные материалы и их применение; классификацию и ассортимент ионообменных материалов, и их основные характеристики; химический состав и пористую структуру ионитов.</p> <p><b>Уметь:</b> классифицировать загрязнения окружающей среды; рассчитывать рабочую, статическую и динамическую обменные емкости; рассчитывать константу ионизации ионообменных смол.</p> <p><b>Владеть:</b> пониманием экономических показателей для разных методов очистки воды; способностью проводить сравнительный анализ ионообменных материалов с учетом основных характеристик; знаниями по характеристикам ионитов в зависимости от типа матрицы и ионогенных групп.</p>
ПК-18	готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> методы получения основных промышленных ионитов и их характеристики; технологические особенности очистки жидких (водных) сред с использованием ионообменных материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать константы ионизации ионитов; оценивать обменную емкость ионитов с учетом особенностей ионообменных процессах.</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p><b>Владеть:</b> методами потенциометрического титрования для оценки использования ионообменных материалов в промышленных процессах; методами определения селективностиразличных элементов для катионитов и анионитов.</p>
ПК-20	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	<p><b>Знать:</b> особенности очистки газов на волокнах и учитывать возможности развития данного процесса; основные тенденции современных технологий водоподготовки;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать научно-техническую информацию для совершенствования сорбционной технологии; оценивать выбор процессов и вспомогательного оборудования по результатам изучения передовых процессов очистки.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками изучения литературы по механизму сорбционной очистки при очисткеводных и газовых сред; пониманием передовых технологий регенерацией сорбентов и направлением их развития.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Ионообменные материалы и их применение» относится к профессиональному модулю по выбору (Б1.В.ДВ.01.04). Дисциплина «Ионообменные материалы и их применение» (Б1.В.ДВ.01.04.07) и изучается на 4 курсе в 8.В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Информатика», «Теоретические основы физической адсорбции и адсорбционных процессов» и «Методы исследования высокодисперсных и пористых тел».

Настоящая дисциплина является одной из заключительных в учебном процессе. Данная дисциплина должна раскрыть студенту многообразие материалов данного типа, показать место ионообменных процессов и материалов в технологии сорбционных материалов и технологии средств защиты человека и окружающей среды, а также указать пути развития технологии ионообменных материалов и их использования в промышленных процессах, являющихся неотъемлемой частью процессов, связанных с обезвреживанием как бытовых, так и промышленных сточных вод.

Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

### 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>108</b>
занятия лекционного типа	24
занятия семинарского типа, в т.ч.	48
семинары, практические занятия	
лабораторные работы	48
курсовое проектирование (КР или КП)	КР
КСР, из них курсовая работа	36 32
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>36</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет, КР

#### 4. Содержание дисциплины

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. Часы	Занятия семинарского типа, академ. Часы		Самостоятельная работа, акад. Часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Ионообменные материалы и их место в сорбционной технике.	4		4	6	ПК-10
2.	Классификация ионообменных материалов.	2		4	3	ПК-10
3.	Неорганические ионообменные материалы. Получение, свойства и применение.	2		6	6	ПК-10
4.	Полимерные органические ионообменные смолы. Получение, свойства и применение.	6		24	6	ПК-18
5.	Технологические особенности очистки жидких (водных) сред с использованием ионообменных материалов. Основные закономерности и уравнения процессов: статика, кинетика, динамика. Аппаратурное оформление.	4		2	3	ПК-18
6	Очистка газовых сред. Спектр основных загрязняющих веществ, основные технологические решения процесса очистки.	4		4	6	ПК-20
7	Основные стадии регенерации ионитов. Прямоточные и противоточные технологии регенерации ионитов	2		4	6	ПК-20

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
1	<p><u>Ионообменные материалы и их место в сорбционной технике.</u></p> <p>Обзор состояния в области сорбционной очистки газовых и жидких сред с использованием материалов различных классов. Преимущества применения ионообменных материалов в отдельных процессах очистки газов и жидкостей от загрязняющих веществ различных классов. Классификация загрязнений окружающей среды. ПДК элементов в воздухе. ПДК элементов в воде. Изменение качества природных вод. Экономические показатели методов водоснабжения. Структура воды и обменная способность ионов. Классификация методов очистки воды от вида системы и характера действующих сил управления качеством.</p>	4	
2	<p><u>Классификация ионообменных материалов.</u></p> <p>Иониты – определение. Разновидности ионов в ионитах. Характеристика ионитов по типу матрицы, внешней форме, пористости, знаку заряда и природе противоионов. Полная, рабочая, статическая, динамическая обменные емкости. Органические и неорганические ионообменные материалы, химический состав и строение, текстура и пористая структура, характер ионогенных групп, стехиометрическая, полная и динамическая обменная емкость. Классификация по ряду признаков.</p>	2	
3	<p><u>Неорганические ионообменные материалы. Получение, свойства и применение</u></p> <p>Неорганические иониты. Химический состав и строение, пористая структура, ионообменные свойства. Получение и модификация в промышленности и лабораторной практике. Основные области использования. Получение ионообменных смол и характеристика основных марок промышленных катионитов и анионитов. Константа ионизации и ее влияние на работу ионообменных смол. Катиониты. Характеристика по типу матрицы и ионогенных групп. Аниониты. Характеристика по типу матрицы и виду и положению ионогенных групп.</p>	2	
4	<p><u>Полимерные органические ионообменные смолы. Получение, свойства и применение.</u></p> <p>Получение ионообменных смол и характеристика основных марок промышленных катионитов и анионитов. Константа ионизации и ее влияние на</p>	6	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Ч асы	Инновационная форма
	<p>работу ионообменных смол. Катиониты. Характеристика по типу матрицы и ионогенных групп. Аниониты. Характеристика по типу матрицы и виду и положению ионогенных групп. Промышленные органические зернистые катиониты: (КУ-2-8, КУ-23, КУ-1, КФ-11т, КБ-2, КБ-2-7П, КБ-4, сульфоугли) получение, структура, свойства. Особенности ионообменных процессов. Ионная пара. Константа ионизации. Метод потенциометрического титрования. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Сольватация. Гидратация. Особенности гидратации ионов различного вида. Эквивалентный коэффициент сольватации. Промышленные органические зернистые аниониты: (АВ-17-8, АВ-17П, АВ-16ГС, ЭДЭ-10П, АН-31, АН-18-8, АН-18П, АН-251) получение, строение, свойства, применение. Химическая, термическая и механическая стойкость синтетических ионитов. Набухаемость ионитов в растворах кислот и щелочей и влияние данного воздействия на прочность материала. Полиамфолиты, иониты безреагентной регенерации, ионообменные волокна и мембраны, редокситы и жидкие иониты.</p>		
5	<p><u>Технологические особенности очистки жидких (водных) сред с использованием ионообменных материалов. Основные закономерности и уравнения процессов: статика, кинетика, динамика. Аппаратурное оформление.</u></p> <p>Сорбционные свойства ионитов. Сорбционная емкость, сорбционная способность, сорбируемость. Селективность ее виды и особенность. Коэффициент распределения, коэффициент селективности. Катиониты. Ряды селективности для основных катионитов и наиболее распространенных ионов. Аниониты. Ряды селективности, механизм поглощения. Изотерма ионного обмена. Графическое изображение, размерность, селективность, обратимость.</p> <p>Очистка жидких (водных) сред. Традиционные методы и ионный обмен, достоинства и недостатки. Кинетика ионного обмена. Динамические характеристики процесса, определение величины динамической обменной емкости.</p>	4	



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
	Конструкции адсорберов. Режимы адсорбции, структура слоя, схемы потоков, компоновка адсорберов.		
6	<u>Очистка газовых сред. Спектр основных загрязняющих веществ, основные технологические решения процесса очистки.</u> Основные типы реакций, реализующихся в водной пленке при протекании ионообменных процессов. Особенности очистки газов на волокнах. Особенности очистки газов на макропористых ионитах, отличие от процессов очистки на гелевых ионообменных смолах. Перечень наиболее токсичных соединений, подвергающихся очистке на ионообменных материалах (амины, меркаптаны). Механизм и условия проведения эффективного ионообменного процесса, применяемые ионообменные материалы, достигаемая глубина очистки, сорбционная емкость используемых материалов. Основные технологические решения процесса очистки газовых сред.	4	
7	<u>Основные стадии регенерации ионитов.</u> <u>Прямоточные и противоточные технологии регенерации ионитов.</u> Технология водоподготовки ШВЕБЕБЕТ. Фильтры с очисткой воды сверху вниз, а регенерацией снизу вверх . Сравнение распределения ионов при прямоточной и противоточной регенерации. Сравнение технологий АПКОРЕ и ПЬЮРОПАК.	2	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия – учебным планом не предусмотрены.

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Примечание
1-3	<b>Получение порошкообразных и дробленых сорбентов из отечественных природных вермикулитов.</b> Коллоквиум по структуре, химическому составу, пористости и ионообменным свойствам. Обсуждение методики проведения работы.	3	
1-3	<b>Получение порошкообразных и дробленых сорбентов из отечественных природных вермикулитов.</b> Проведение экспериментов по вспучиванию	5	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Примечание
	вермикулита (дегидратации) при различных температурах и определение основных параметров (насыпной плотности, суммарного объема пор, пикнометрической пористости и т.д.)		
1-3	<b>Получение порошкообразных и дробленых сорбентов из отечественных природных вермикулитов.</b> Получение сорбентов из природных вермикулитов методом кислотной активации и изучение его сорбционных свойств по осветлению метиленового голубого.	4	
1-3	<b>Получение порошкообразных и дробленых сорбентов из отечественных природных вермикулитов.</b> Обработка результатов, подготовка отчета и обсуждение полученных результатов.	2	
4	<b>Изучение физико-химических свойств промышленных синтетических катионообменных материалов.</b> Коллоквиум по классификации, химическому составу и ионообменным свойствам синтетических катионитов. Обсуждение методики проведения работы.	4	
4	<b>Изучение физико-химических свойств промышленных синтетических катионообменных материалов.</b> Перевод катионита в Н-форму, определение влажности, насыпной плотности и набухаемости.	8	
4	<b>Изучение физико-химических свойств промышленных синтетических катионообменных материалов.</b> Определение полной статической обменной емкости Н-катионита по раствору едкого натра, а также определение равновесной обменной емкости по по растворам хлорида натрия, уксуснокислого натрия, хлорида кальция и проведение потенциметрического титрования.	8	
4	<b>Изучение физико-химических свойств промышленных синтетических катионообменных материалов.</b> Обработка результатов, подготовка отчета и обсуждение полученных результатов.	4	
5-7	<b>Исследование свойств ионообменных адсорбентов в динамических условиях.</b> Коллоквиум обсуждению устройства динамической установки. Обсуждение методики проведения работы.	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Примечание
5-7	<b>Исследование свойств ионообменных адсорбентов в динамических условиях.</b> Проведение работы по сорбции катионов жесткости (кальция и магния) в динамических условиях. Подготовка отчета и обсуждение результатов.	6	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. Часы	Форма контроля
1	Ионообменные материалы и их место в сорбционной технике	6	Устный опрос №1
2	Классификация ионообменных материалов.	3	Устный опрос №1
3	Неорганические ионообменные материалы. Получение, свойства и применение.	3	Устный опрос №1
3	Полимерные органические ионообменные смолы. Получение, свойства и применение	3	Письменный опрос № 1
4	Регенерация ионообменных материалов.	6	Устный опрос №2
5	Влияние хроматографического эффекта на очистку и разделение элементов	3	Устный опрос №2
6	Аппаратурное оформление различных вариантов прямоточной и противоточной схем компоновки оборудования	6	Письменный опрос № 2
7	Режимы регенерации ионитов	6	Устный опрос №2

#### 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 информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме курсовой работы и зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков). При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин. Пример варианта вопросов на зачете:

**Вариант № 1**

1. Структура воды и обменная способность ионов.
2. Ионная пара. Константа ионизации.
3. Особенности очистки газов на новых ионообменных волокнах.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**а) основная литература:**

1. Лейкин Ю. А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов: учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология высокомолекулярных соединений" / Ю. А. Лейкин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 414 с. (ЭБС).
2. Сорбирующие материалы, изделия, устройства и процессы управляемой адсорбции/ В.В.Самонин [и др.] – СПб.: Наука, 2009. – 271 с.
3. Фенелонов, В.Б. Адсорбционно-капиллярные явления и пористая структура катализаторов и адсорбентов: сборник задач и вопросов с ответами и решениями/ В.Б.Фенелонов, М.С.Мельгунов; Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск: изд-во Новосиб. ун-та, 2010. - 188 с.
4. Самонин, В.В. Изучение селективности сорбции катионов цветных металлов из водных растворов на различных сорбентах: методические указания / В.В. Самонин, В.Ю. Никонова, М.Л. Подвязников ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. Технологии и изделий сорб. – СПб., 2010. – 19 с. (ЭБ)

**б)Дополнительная**

1. Определение изотерм адсорбции катионов цветных металлов из водных растворов : Методические указания / В. В. Самонин[и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии материалов и изделий сорбц. техники. - СПб., 2008. - 14 с. (ЭБ)

**в) Вспомогательная**

1. Васильев В.П. Аналитическая химия : лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / В. П. Васильев [и др.] - 2-е изд., перераб. и доп., - М. : Дрофа, 2004 – 415 с.
2. Физико-химические свойства и области применения ионообменных материалов : Методические указания к лабораторной работе / В. В. Самонин [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии материалов и изделий сорбц. техники. - СПб., 2002. - 73 с.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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 для обучающихся по освоению дисциплины**

Все виды занятий по дисциплине «Ионообменные материалы и их применение» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

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 багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- посещение отраслевых выставок и семинаров, проводимых в Санкт-Петербурге;
- участие в конференциях.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в «Рабочей программе». По каждому из разделов, для самостоятельного изучения, приведенных в Рабочей программе дисциплины сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется также использовать Интернет-ресурсы.

## **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 электронной почты.

## **10.2. Программное обеспечение.**

Программное обеспечение практики включает необходимые программы и пакеты программ:

стандартные программные продукты пакета «Apache\_OpenOffice»

## **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Помещения оснащены мебелью, посадочных мест 20-30. Для проведения лекционных и семинарских занятий имеются, проектор BenQ MX518, ноутбук HP Compaq Presario – 2 шт., проектор Vivitek D508 DLP, проекционный экран – 2 шт., пульт для управления презентацией, доски

Для проведения лабораторных работ по данной дисциплине используется титровальные установки, электрошкаф сушильный, pH-метр Н18314, аквадистиллятор ДЭ-10, весы ВМК 1501, весы ВМК 651, весы аналитические ВЛР-200.

Для самостоятельной работы помещения оснащены мебелью на 10-15 посадочных мест. Имеются установки ВТА, колориметр КФК-2, ультратермостат 2-15С, электрошкаф сушильный, весы лабораторные ВМ 213, весы ВМК 1501, весы ВМК 651, весы аналитические ВЛР-200. Установки по определению защитных свойств катализаторов и поглотителей, установки «Динамика», анализатор циклогексана «ЛАЦ», анализатор газов «Магистр», центрифуга ЦЛМН Р-10-0,1, колориметр КФК-2МП, спектрофотометр LEKI SS2107, перемешивающее устройство LOIP LS Хроматограф ЛХМ-80, хроматограф Цвет-500М, генератор водорода «Цвет-Хром-16».

## **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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Ионообменные материалы и их применение»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ПК-10	способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	промежуточный
ПК-18	готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	промежуточный
ПК-20	готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	промежуточный

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

<b>Показатели оценки результатов освоения дисциплины</b>	<b>Планируемые результаты</b>	<b>Критерий оценивания</b>	<b>Компетенции</b>
Освоение раздела № 1	Знает теоретические основы дисциплины ионообменные материалы и их применение. Умеет классифицировать загрязнений окружающей среды Владеет пониманием экономических показателей для разных методов очистки воды.	Правильные ответы на вопросы №1-6 к зачету	ПК-10
Освоение раздела № 2	Знает классификацию и ассортимент ионообменных материалов, и их основные характеристики. Умеет рассчитывать рабочую, статическую и динамическую обменные емкости. Владеет способностью проводить сравнительный анализ ионообменных материалов с учетом основных характеристик.	Правильные ответы на вопросы №7-11	ПК-10
Освоение раздела № 3	Знает химический состав и пористую структуру неорганических ионитов. Умеет рассчитывать константу тонизации ионообменных смол. Владеет сравнительными	Правильные ответы на вопросы №12-15	ПК-10

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	характеристиками ионитов по типу матрицы и изогенных групп.		
Освоение раздела № 4	<p>Знает методы получения основных промышленных катионитов и их характеристики.</p> <p>Умеет рассчитывать константы ионизации ионитов.</p> <p>Владеет методами потенциометрического титрования для оценки использования ионообменных материалов в промышленных процессах</p>	Правильные ответы на вопросы №16-27	ПК-18
Освоение раздела № 5	<p>Знает технологические особенности очистки жидких (водных) сред с использованием ионообменных материалов.</p> <p>Умеет оценивать обменную емкость ионитов с учетом особенностей ионообменных процессах.</p> <p>Владеет методами определения селективности различных элементов для катионитов и анионитов.</p>	Правильные ответы на вопросы №28-37	ПК-18
Освоение раздела № 6	<p>Знает особенности очистки газов на волокнах и учитывать возможности развития данного процесса.</p> <p>Умеет использовать научно-техническую информацию для совершенствования сорбционной технологии.</p> <p>Владеет навыками изучения литературы по механизму сорбционной очистки при очистке водных и газовых сред.</p>	Правильные ответы на вопросы №38-44	ПК-20
Освоение раздела № 7	<p>Знает основные тенденции современных технологий водоподготовки.</p> <p>Умеет оценивать выбор процессов и вспомогательного оборудования по результатам исследований передовых процессов очистки.</p> <p>Владеет пониманием передовых технологий регенерацией сорбентов и направлением их развития.</p>	Правильные ответы на вопросы №45-48	ПК-20



Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
промежуточная аттестация проводится в форме курсовой работы и зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

### **3. Примерные темы курсовых работ для проведения промежуточной аттестации.**

1. Исследование механизма адсорбции тяжелых металлов (или d-элементов) на углеродной поверхности.
2. Определение функционального состава углеродной поверхности методом кислотно-основных индикаторов.
3. Исследование процесса сорбции катионов цветных металлов на сажах различной природы, в т.ч. фуллереновой.
4. Определение ионообменных свойств фторопластовых материалов
5. Влияние pH водных растворов на ионообменные свойства углеродных материалов различного строения
6. Получение ионообменных материалов на основе лигнина и исследование их ионообменных свойств
7. Влияние химического активатора на кислотные группы сульфогля
8. Определение изотермы сорбции ионов щелочно-земельных и цветных металлов на неорганическом сорбенте
9. Исследование ионообменных свойств природных сорбентов.
10. Разработка методики определения катионов цветных металлов с использованием арсеноазо-III.

#### **Вопросы к зачету**

##### **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-10:**

- 1 Понятие ионообменного материала.
- 2 Классификация загрязнений окружающей среды.
- 3 ПДК элементов в воздухе. ПДК элементов в воде. Изменение качества природных вод.
- 4 Экономические показатели методов водоснабжения.
- 5 Структура воды и обменная способность ионов.
- 6 Классификация методов очистки воды поддисперсному состоянию загрязняющих веществ и характеру действующих на них связывающих сил.
- 7 Разновидности ионов в ионитах.
- 8 Характеристика ионитов по типу матрицы, внешней форме, пористости, знаку заряда и природе противоионов.
- 9 Полная, рабочая, статическая, динамическая обменные емкости.
- 10 Неорганические иониты. Классификация: сульфиды, оксигидраты, ферроцианиды, гетерополярные соли.
- 11 Неорганические иониты. Химический состав и строение, пористая структура, ионообменные свойства. Получение и модификация в промышленности и лабораторной практике. Основные области использования.
- 12 Цеолиты. Глины. Разновидности структуры, ионообменные свойства.
- 13 Получение ионообменных смол и характеристика основных марок промышленных катионитов и анионитов. Константа ионизации и ее влияние на работу ионообменных смол.
- 14 Катиониты. Характеристика по типу матрицы и ионогенных групп.
- 15 Аниониты. Характеристика по типу матрицы и виду, и положению ионогенных групп.

**б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-18:**

- 16 Органические иониты. Катиониты. Аниониты. Характеристика по типу матрицы и виду и положению ионогенных групп.
- 17 Промышленные органические зернистые катиониты: (КУ-2-8, КУ-23, КУ-1, КФ-11т, КБ-2, КБ-2-7П, КБ-4, сульфоугли) получение, структура, свойства.
- 18 Промышленные органические зернистые аниониты: (АВ-17-8, АВ-17П, АВ-16ГС, ЭДЭ-10П, АН-31, АН-18-8, АН-18П, АН-251) получение, строение, свойства, применение.
- 19 Особенности ионообменных процессов.
- 20 Ионная пара. Константа ионизации.
- 21 Метод потенциометрического титрования. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха.
- 22 Сольватация. Гидратация. Особенности гидратации ионов различного вида. Эквивалентный коэффициент сольватации.
- 23 Иониты безреагентной регенерации.
- 24 Полиамфолиты: (АНКБ-2, АНКБ-10, АНКБ-35, АНКБ-50, АНКФ-221) - получение, структура и свойства, основное назначение, области применения.
- 25 Ионообменные волокна. Ионообменные мембраны. Получение, свойства, области использования.
- 26 Жидкие иониты. Особенности строение, механизм ионного обмена.
- 27 Редокситы. Твердые и жидкие редокситы. Строение, особенности эксплуатации. Закономерности ионного обмена.
- 28 Сорбционные свойства ионитов. Сорбционная емкость, сорбционная способность, сорбируемость.
- 29 Селективность ее виды и особенность. Коэффициент распределения, коэффициент селективности.
- 30 Ряды селективности для основных катионитов и наиболее распространенных ионов.
- 31 Аниониты. Ряды селективности, механизм поглощения.
- 32 Изотерма ионного обмена. Графическое изображение, размерность, селективность, обратимость.
- 33 Очистка жидких (водных) сред. Традиционные методы и ионный обмен, достоинства и недостатки. Кинетика ионного обмена. Динамические характеристики процесса, определение величины динамической обменной емкости.
- 34 Очистка бытовых и городских сточных вод. Основные стадии очистки, параметры процесса, роль ионообменных технологий, используемые иониты.
- 35 Умягчение пресной воды. Схема процесса. Обессоливание бытовых сточных вод. Цель очистки, основные стадии технологии, применяемые иониты, подготовка воды к ионообменной очистке.
- 36 Очистка промывных вод гальванических производств. Ионообменная очистка и альтернативные методы. Ионообменная очистка от ртути мышьяка, от ионов хрома.
- 37 Конструкции адсорберов. Режимы адсорбции, структура слоя, схемы потоков, компоновка адсорберов

**в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-20:**

- 38 Очистка газовых сред на основе публикаций. Спектр основных загрязняющих веществ, основные технологические решения процесса очистки.
- 39 Наиболее токсичные соединения (амины, меркаптаны), подвергающиеся очистке на перспективных ионообменных материалах.
- 40 Развитие тенденций по очистке газов. Используемые иониты. Основные стадии процесса.
- 41 Основные типы реакций, реализующихся в водной пленке при протекании

ионообменных процессов.

- 42 Особенности очистки газов на новых макропористых ионитах, отличие от процессов очистки на гелевых ионообменных смолах.
- 43 Особенности очистки газов на новых ионообменных волокнах.
- 44 Основные технологические решения процесса очистки газовых сред, используемые в разных странах.
- 45 Основные стадии регенерации ионитов. Прямоточные и противоточные технологии регенерации ионитов, история развития.
- 46 Последние достижения - технология водоподготовки ШВЕБЕБЕТ.
- 47 Фильтры с очисткой воды сверху вниз, а регенерацией снизу-вверх.
- 48 Сравнение распределения ионов при прямоточной и противоточной регенерации. Сравнение зарубежных технологий АПКОРЕ и ПЬЮРОПАК.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.