

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 30.05.2022 16:02:05  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

**Рабочая программа дисциплины  
ИОНООБМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ И ВОДООЧИСТКИ**

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

**Направленность программы бакалавриата  
Рациональное использование материальных, энергетических и водных ресурсов**

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

## 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. Лабораторные занятия .....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся .....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	13
10.1. Информационные технологии .....	13
10.2. Программное обеспечение .....	13
10.3. Информационные справочные системы .....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14

## 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-2	способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	<b>Знать:</b> классификацию загрязнений в окружающей среде и в воде; методы использования ионитов для водоочистки; классификацию природных ионитов; номенклатуру синтетических ионитов, используемых для очистки воды. <b>Уметь:</b> использовать достоинства водоочистки ионитами по сравнению с другими методами; определять полную, рабочую, статическую и динамическую обменные емкости; определять основные параметры природных ионитов; использовать достоинства водоочистки ионитами по сравнению с другими методами. <b>Владеть:</b> экономическими показателями методов водоснабжения; классификацией органических ионитов по типам и свойствам; методами применения природных ионитов; характеристиками основных промышленных ионитов с учетом функциональных групп.
ПК-5	готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	<b>Знать:</b> процессы очистки водных сред с использованием ионообменных материалов; основные стадии регенерации ионитов. <b>Уметь:</b> определять коэффициенты селективности при ионном обмене;

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p>оценивать достоинства и недостатки прямоточных и противоточных технологии регенерации ионитов.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>пониманием конструкции адсорберов и основными характеристиками их работы;</p> <p>основными технологическими решениями процесса водоподготовки ШВЕБЕБЕТ.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к профессиональному модулю по выбору Б1.В.ДВ.01.02 «Химическая технология очистки и рационального использования водных ресурсов», является обязательной (Б1.В.ДВ.01.02.08) и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

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», «Реагентные методы очистки воды», «Методы определения загрязнений в природных и сточных водах», «Рациональное использование водных ресурсов» и «Химия воды».

Настоящая дисциплина является одной из заключительных в учебном процессе. Данная дисциплина должна раскрыть студенту многообразие материалов данного типа, показать место ионообменной технологии в вопросах водоочистки сточных вод и водоподготовки для промышленных предприятий, а также указать пути развития ионообменных технологии, являющихся неотъемлемой частью процессов, связанных с очисткой и 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)	6/ 216
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>100</b>
занятия лекционного типа	20
занятия семинарского типа, в т.ч.	-
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	40
курсовое проектирование (КР или КП)	КР
КСР	40
В том числе КР	30
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>116</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 водоочистке.	2		4	20	ПК-2
2.	Классификация ионообменных материалов. Основные физико-химические свойства.	4		8	16	ПК-2
3.	Неорганические иониты. Классификация, свойства и применение.	2		4	20	ПК-2
4.	Органические ионообменные смолы, полиамфолиты, редокситы и жидкие иониты. Получение, свойства и применение.	6		12	20	ПК-2
5.	Процессы очистки водных сред с использованием ионообменных материалов. Основные закономерности и уравнения процессов: статика, кинетика, динамика. Аппаратурное оформление.	4		8	20	ПК-5
6	Основные стадии регенерации ионитов. Прямоточные и противоточные технологии регенерации ионитов	2		4	20	ПК-5
	Итого	20		40	116	

#### 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 водоочистке.</u></p> <p>Водные ресурсы и их круговорот. Классификация загрязнений окружающей среды. 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>	2	
2	<p><u>Классификация ионообменных материалов. Основные физико-химические свойства.</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. Особенности ионообменных процессов. Ионная пара. Константа ионизации. Метод потенциометрического титрования. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Сольватация. Гидратация. Особенности гидратации ионов различного вида. Эквивалентный коэффициент сольватации.</p>	4	
3	<p><u>Неорганические иониты. Классификация, свойства и применение.</u></p> <p>Алюмосиликаты и их классификация. Сравнительные физико-химические характеристики синтетических и природных цеолитов. Характеристики природных цеолитов. Распространенность природных цеолитов. Перлит. Стекло вулканического происхождения. Состав. Свойства вспученного и природного перлита. Бокситы. Полиминеральные породы. Химический состав. Пористая структура. Применение.</p>	2	
4	<p><u>Органические ионообменные смолы, полиамфолиты, редокситы и жидкие иониты. Получение, свойства и применение.</u></p> <p>Ионообменные смолы, схема реализации процесса сорбции константа равновесия, статическая (СОЕ) и динамическая (ДОЕ) обменная емкость. Получение ионообменных смол и характеристика</p>	6	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>основных марок промышленных катионитов и анионитов. 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. 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. Полиамфолиты, иониты безреагентной регенерации, ионообменные волокна и мембраны, редокситы и жидкие иониты.</p>		
5	<p><u>Процессы очистки 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> <p>Конструкции адсорберов. Режимы адсорбции, структура слоя, схемы потоков, компоновка адсорберов.</p>	4	
6	<p>Основные стадии регенерации ионитов. Прямоточные и противоточные технологии регенерации ионитов. 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.</p>	2	



### 4.3. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1,2,3,4	Физико-химические и обменные свойства различных ионообменных материалов для очистки сточных вод	28	
5, 6	Исследование динамической обменной емкости синтетических катионитов для глубокой водоочистки	12	

### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Ионообменные материалы и их место в водоочистке. Основные загрязнения водных ресурсов на различных предприятиях. ПДК и штрафы на превышение сбросов. Основные методы обессоливания воды. Сравнение очистки воды с помощью обратного осмоса и ионитов.	15	Устный опрос №1
2	Классификация ионообменных материалов. Физико-химические свойства. Ряды селективности, ионные пары и иогенные группы. Определение констант ионизации.	11	Устный опрос №1
3	Неорганические ионообменные материалы. Получение, свойства и применение. Природные сорбенты. Алумосиликаты, классификация и другие. Структура и ионообменные свойства.	15	Устный опрос №1
4	Органические ионообменные смолы, полиамфолиты, редокситы и жидкие иониты. Получение, свойства и применение. Основные промышленные катиониты и аниониты. Использование для обессоливания и глубокой очистки воды. Сравнение с другими методами обессоливания.	15	Устный опрос №2
5	Процессы очистки водных сред с использованием ионообменных материалов. Кинетика и динамика сорбции, основные уравнения. Технологические схемы водоочистки и водоподготовки на предприятиях. Конструкция аппаратов для очистки воды и вспомогательное оборудование. Фильтрация и мембранные методы.	15	Устный опрос №2
6	Основные стадии регенерации ионитов. Аппаратурное оформление различных вариантов прямоточной и противоточной схем компоновки	15	Письменный опрос № 2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	оборудования для регенерации ионитов. Хроматографический эффект и его использование для очистки воды, разделения и выделения тяжелых элементов.		

### 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.

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
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация методов очистки воды, достоинства и место ионообменных процессов.</li> <li>2. Полиамфолиты: (АНКБ-2, АНКБ-10, АНКБ-35, АНКБ-50, АНКФ-221) - получение, структура и свойства, основное назначение, применение для очистки сточных вод гальванического производства.</li> <li>3. Технология водоподготовки ШВЕБЕБЕТ.</li> </ol>

## **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. Алексеев А. И. Химия воды : (в двух книгах) / А. И. Алексеев, А. А. Алексеев; М-во Образования РФ. Сев.-Зап. гос. заоч. техн. ун-т. - СПб. : Химиздат, 2007. Кн. 2. - 2007. - 454 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. Подвизников ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. Технологии и изделий сорб. – СПб., 2010. – 19 с. (ЭБ)

### **б) Дополнительная**

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. 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)
3. 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.
- 4.

## **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/>.

<http://www.cnsnb.ru/AKDIL/0048/default.shtm>

Химическая энциклопедия : в 5 тт.

Электронная версия для научных работников, преподавателей вузов, аспирантов и студентов. Содержит около 5000 терминов, охватывающих все разделы химии, а также пограничные области - биохимию, геохимию и другие.

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 13 млн научных статей и публикаций.

[www.diss.rsl.ru](http://www.diss.rsl.ru)

Электронная библиотека диссертаций РГБ. Диссертации и авторефераты из фонда Российской государственной библиотеки (РГБ) по всем отраслям знания. Глубина полнотекстового доступа — с 1998 г.

[www.chemport.ru](http://www.chemport.ru)

Химический портал. Крупнейший и самый посещаемый химический ресурс Рунета.

[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

Университетская библиотека онлайн. Электронно-библиотечная система учебных материалов для вузов.

[www.chemweb.com](http://www.chemweb.com)

Крупнейший он-лайнный химический портал в мире. С 2003 года владелец - компания Elsevier Ltd. Содержит информацию по исследованиям в области химии и химической промышленности. Тематика: аналитическая химия, биохимия, катализ, электрохимия, топливо, неорганическая химия, химические материалы, органическая химия, фармакология, физическая химия, полимеры. Доступ к 350 журналам различных издательств и базам данных.

[www.pubs.acs.org](http://www.pubs.acs.org)

American Chemical Society (ACS) Научные и научно-практические журналы по химии Американского химического общества на английском языке. Ресурс содержит журналы по основным разделам химии и смежным областям знаний, включая химию широкого профиля, медицинскую химию, физическую химию, органическую химию, а также биохимию, биотехнологию и т.д. Полные тексты в формате html и PDF.

Глубина полнотекстового доступа - с 1996 года. Коллекции ретроспективных выпусков с 1879 по 1995 гг.

[www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp](http://www.rsc.org/Publishing/Journals/Index.asp)

RSC Publishing journals RSC Publishing некоммерческое издательство, принадлежащее крупнейшей европейской организации, обеспечивающей информационное обеспечение в области химии - The Royal Society of Chemistry (Королевскому химическому обществу (Cambridge, UK)). Издательство, известное с 1841г., занимается

## 9. Методические для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Ионообменная технология водоподготовки и водоочистки» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 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 УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

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.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. 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, рН-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 «Ионообменная технология водоподготовки и водоочистки»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ПК-2	способность участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	промежуточный
ПК-5	готовность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	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 классификацию загрязнений в окружающей среде и в воде. Умеет использовать достоинства водоочистки ионитами по сравнению с другими методами. Владеет экономическими показателями методов водоснабжения.	Правильные ответы на вопросы №1-5 к зачету	ПК-2
Освоение раздела № 2	Знает методы использования ионитов для водоочистки; Умеет определять полную, рабочую, статическую и динамическую обменные емкости. Владеет классификацией органических ионитов по типам и свойствам.	Правильные ответы на вопросы №6-10 к зачету	ПК-2
Освоение раздела № 3	Знает классификацию природных ионитов. Умеет определять основные параметры природных ионитов. Владеет методами применения природных ионитов.	Правильные ответы на вопросы №11-15 к зачету	ПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 4	Знает номенклатуру синтетических ионитов, используемых для очистки воды. Умеет использовать достоинства водоочистки ионитами по сравнению с другими методами. Владеет характеристиками основных промышленных ионитов с учетом функциональных групп.	Правильные ответы на вопросы №16-20 к зачету	ПК-2
Освоение раздела № 5	Знает процессы очистки водных сред с использованием ионообменных материалов. Умеет определять коэффициенты селективности при ионном обмене. Владеет пониманием конструкции адсорберов и основными характеристиками их работы.	Правильные ответы на вопросы №21-25 к зачету	ПК-5
Освоение раздела № 6	Знает основные стадии регенерации ионитов. Умеет оценивать достоинства и недостатки прямоточных и противоточных технологии регенерации ионитов. Владеет основными технологическими решениями процесса водоподготовки ШВЕБЕБЕТ.	Правильные ответы на вопросы №26-30 к зачету	ПК-5

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

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

#### **Примерные темы курсовых работ**

1. Исследование механизма адсорбции тяжелых металлов (или d-элементов) на природных ионитах.
2. Определение функционального состава поверхности ионитов методом кислотно-основных индикаторов.
3. Исследование процесса сорбции катионов цветных металлов из отработанных растворов гальванических ванн.
4. Определение ионообменных свойств материалов на основе смеси природных сорбентов.
5. Влияние pH концентрированных водных растворов меди и свинца на ионообменные свойства катионитов и анионитов.
6. Использование ионообменных материалов на основе лигнина для очистки сточных вод.



7. Изучение модификации бентонита методом пиларирования окислами металлов.
8. Определение изотермы сорбции ионов щелочно-земельных и цветных металлов на неорганическом сорбенте.
9. Исследование ионообменных свойств природных сорбентов по отношению в катионами и анионам.
10. Разработка методики определения катионов цветных металлов с использованием арсеноазо-III.

### **Вопросы к зачету**

#### **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-2:**

- 1 Структура воды и обменная способность ионов.
- 2 Ионообменные материалы и ионогенные группы.
- 3 Водные ресурсы и их круговорот. Классификация загрязнений окружающей среды. ПДК элементов в воде. Изменение качества природных вод.
- 4 Экономические показатели методов водоснабжения.
- 5 Классификация методов очистки воды, достоинства и место ионообменных процессов.
- 6 Разновидности ионов в ионитах.
- 7 Характеристика ионитов по типу матрицы, внешней форме, пористости, знаку заряда и природе противоионов.
- 8 Полная, рабочая, статическая, динамическая обменные емкости.
- 9 Ионная пара. Константа ионизации. Метод потенциометрического титрования.
- 10 Константа ионизации. Метод потенциометрического титрования. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Сольватация. Гидратация.
- 11 Неорганические иониты. Классификация: сульфиды, оксигидраты, ферроцианиды, гетерополярные соли.
- 12 Аллюмосиликаты и их классификация. Использование при очистки сточных вод.
- 13 Характеристики природных цеолитов. Распространенность природных цеолитов. Использование для очистки от катионов.
- 14 Перлит. Стекло вулканического происхождения. Состав.
- 15 Бокситы. Полиминеральные породы. Химический состав. Пористая структура. Применение для очистки воды.
- 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, сульфогли) получение, структура, свойства. Использование для очистки воды.
- 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 для очистки от анионов.
- 19 Полиамфолиты: (АНКБ-2, АНКБ-10, АНКБ-35, АНКБ-50, АНКФ-221) - получение, структура и свойства, основное назначение, применение для очистки сточных вод гальванического производства.
- 20 Иониты безреагентной регенерации, ионообменные волокна и мембраны, редокситы и жидкие иониты. Очистка водных растворов.

#### **б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-5:**

- 21 Процессы очистки водных сред с использованием ионообменных материалов.

- 22 Ряды селективности для основных катионитов и наиболее распространенных ионов.
- 23 Аниониты. Ряды селективности, механизм поглощения.
- 24 Очистка жидких (водных) сред. Традиционные методы и ионный обмен, достоинства и недостатки. Кинетика ионного обмена. Динамические характеристики процесса, определение величины динамической обменной емкости.
- 25 Конструкции адсорберов. Режимы адсорбции, структура слоя, схемы потоков, компоновка адсорберов.
- 26 Основные стадии регенерации ионитов.
- 27 Прямоточные и противоточные технологии регенерации ионитов.
- 28 Технология водоподготовки ШВЕБЕБЕТ.
- 29 Фильтры с очисткой воды сверху вниз, а регенерацией снизу-вверх.
- 30 Сравнение распределения ионов при прямоточной и противоточной регенерации. Сравнение 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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Зав. кафедрой		Профессор В.В. Самонин
Профессор		Ст. науч. сотр. Ю.С. Федоров

Рабочая программа дисциплины «Ионообменная технология водоподготовки и водоочистки» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии материалов и изделий сорбционной техники  
протокол от «25» января 2016 № 8

Заведующий кафедрой химии и технологии  
материалов и изделий сорбционной техники

Самонин В.В.

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета  
протокол от «26» января 2016 № 5

Председатель

Прояев В.В.

## 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 УМУ		С.Н.Денисенко