

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 27.10.2023 13:43:54
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
« 23 » апреля 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ПРОМЫШЛЕННАЯ АДСОРБЦИЯ

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Направленность программы бакалавриата

Технология сорбентов и процессов газо- и водоочистки на их основе

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 В.В. Самонин
доцент		Е.А. Спиридонова

Рабочая программа дисциплины «Промышленная адсорбция» 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 «Химическая технология»		М.В. Рутто
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.....	10
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.....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	12
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)
ПК-5 Способен подбирать технологии очистки газовых и жидких сред и почв с использованием сорбционных технологий	ПК-5.1 Знание основных технологий для достижения и поддержания заданного состава газовых и жидких сред с использованием сорбционных технологий	Знать: технологии очистки и поддержания заданного состава газовых и жидких сред, требования, предъявляемые к газовым и жидким средам, концентрационные ограничения применения сорбционных технологий (ЗН-1); Уметь: рекомендовать сорбционные технологии для очистки газовых и жидких сред (У-1); Владеть: навыками проведения очистки газовых и жидких сред с использованием сорбционных технологий (Н-1);
ПК-5 Способен подбирать технологии очистки газовых и жидких сред и почв с использованием сорбционных технологий	ПК-5.3 Проведение оценки эффективности использования сорбционно-активных материалов для очистки газовых и жидких сред и почв	Знать: область применения сорбционно-активных материалов для очистки газовых и жидких сред и почвы (ЗН-2); Уметь: подбирать сорбенты для очистки газовых и жидких сред сорбционными методами (У-2); Владеть: навыками определения рабочих характеристик сорбентов в статических и динамических условиях, навыками определения параметров газовых и жидких сред при проведении сорбционной очистки (Н-3).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.06) изучается на 4 курсе, в 7 семестре;

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физико-химические основы процессов сорбции», «Динамика сорбции» и «Методы исследования высокодисперсных и пористых тел / Методы аттестации параметров пористой структуры и свойств сорбентов». Полученные в процессе изучения дисциплины «Промышленная адсорбция» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Принципы создания систем жизнеобеспечения», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/ 216
Контактная работа с преподавателем:	108
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	-
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	54 (27)
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	72
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	КР, Экзамен/36

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.	Основные источники загрязнения окружающей среды. Стратегии природопользования с позиций технологии сорбционных процессов	4	0	-	10	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.3
2.	Сорбционные методы очистки	6	0	8	12	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.3
3.	Оптимальное функционирование химической и перерабатывающей промышленности на примере производства сорбентов и катализаторов. Безотходные технологии получения адсорбентов	6	0	-	10	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.3
4.	Очистка жидких (водных) сред	8	0	18	10	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.3
5.	Сорбционно-каталитическая очистка почв	2	0	-	10	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.3
6.	Очистка газовых сред	8	0	20	10	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.3
7.	Регенерация	2	0	8	10	ПК-5	ПК-5.1 ПК-5.3

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Основные источники загрязнения окружающей среды. Методы, применяемые для очистки газовых и жидких сред. Классификация загрязнений окружающей среды. ПДК элементов в воздухе. ПДК элементов в воде и почве. Изменение качества природных вод.	2	
1	Стратегии природопользования с позиций технологии сорбционных процессов. Элементы и компоненты природоохранного права: защита естественной природной среды (полная, заповедная охрана), рациональное использование природных ресурсов, борьба с загрязнениями окружающей среды	2	
2	Сорбционные методы очистки. Природные и промышленные сорбенты. Классификация, основные параметры.	2	
2	Сорбционные методы очистки. Основные закономерности и уравнения сорбционных процессов: статика, кинетика, динамика.	2	
2	Сорбционные методы очистки. Основы адсорбции из воды, вытеснительный характер адсорбции, сравнение с адсорбцией газов и паров из газовых сред.	2	
3	Оптимальное функционирование химической и перерабатывающей промышленности на примере производства сорбентов и катализаторов. Рациональное функционирование химической и перерабатывающей промышленности на примере производства сорбентов и катализаторов, анализ промышленных технологий производства адсорбентов с позиций природоохранной деятельности. Рациональные технологии производства сорбентов. Альтернативные технологии получения активных углей. Отходы и их использование в сорбционной технике.	2	
3	Примеры безотходных технологий получения адсорбентов. Замкнутый ресурсный цикл ХПИ. Безотходная карбидотермическая технология получения широкого спектра композиционных сорбирующих материалов различного назначения из карбидов (солеобразных, алмазо- и металлоподобных).	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	Очистка жидких (водных) сред. Основные закономерности и уравнения. Аппаратурное оформление. Применяемые адсорбенты.	2	
4	Очистка жидких (водных) сред. Практическое применение процессов очистки водных сред. Адсорбционная очистка моторных топлив. Сушка жидких сред.	6	МГ
5	Сорбционно-каталитическая очистка почв. Сорбционно-каталитическая очистка почв от гербицидов. Очистка почв от компонентов ракетных топлив. Направленное изменение микробного ценоза почвы.	2	
6	Очистка газовых сред. Основные загрязняющие вещества. Очистка от S-содержащих газов, очистка от N-содержащих газов	4	МГ
6	Очистка газовых сред. Адсорбционно-каталитическая очистка газовых сред. Сушка газовых сред. Короткоцикловые безнагревные процессы.	4	МГ
7	Регенерация сорбентов. Термическая регенерация, химическая, вытеснительная, экстракционная, вакуумная десорбция.	2	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Очистка модельных растворов сточных вод от органических красителей на сорбентах различного типа. Определение влияния условий проведения процесса на эффективность очистки. Оценка кинетики процесса очистки. Определение	8	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
	динамических параметров процесса.			
4	Водообработка поверхностных вод. Коагуляция и флокуляция. Сорбционная доочистка воды с использованием бытовых фильтров от спектра загрязняющих веществ.	12	6	
4	Эффективность сорбционных технологий при очистке воды от коллоидных и растворенных нефтепродуктов	6	3	
6	Кинетика и динамика процессов хемосорбции на химическом поглотителе. Очистка воздуха от диоксида углерода.	10	5	
6	Кинетика и динамика процессов хемосорбции на химическом поглотителе. Очистка воздуха от паров органических веществ и аммиака.	10	5	
8	Определение эффективности термической регенерации на активных углях различных марок.	8	4	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Классификация загрязнений окружающей среды. ПДК элементов в воздухе, воде и почве. Изменение качества природных вод.	10	Устный опрос № 1
2	Классификация природных сорбентов, Строение и сорбционные свойства.	6	Устный опрос № 1
2	Активный уголь, силикагель, активная окись алюминия, хемпоглотители, катализаторы и осушители	6	Устный опрос № 1
3	Основы адсорбции из воды, сравнение с адсорбцией газов и паров из газовых сред. Правило Траубе и области его выполнения.	10	Устный опрос № 1
4	Рациональное функционирование химической и перерабатывающей промышленности. Безотходные технологии получения сорбентов	10	Устный опрос № 1
5, 6	Примеры технологических схем очистки газовых и жидких сред с использованием сорбционных технологий. Аппаратурное оформление. Область применения.	20	Устный опрос № 2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
7	Регенерация сорбентов после очистки газов	10	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: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена.

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

Пример темы курсовой работы:

Повышение гидрофобности активного угля с использованием азотсодержащих соединений и оценка его адсорбционной активности в условиях влажного потока воздуха.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Экзаменационный билет № 1

1. Классификация загрязнения ОС по типу воздействия и источнику загрязнения. Источники загрязнения атмосферы, гидросферы, почвы. Методы определения загрязнений.
2. Химическая регенерация сорбентов, применяемые методы и реагенты.
3. Проиллюстрируйте на одних осях выходные кривые для слоя активного угля при сорбции из потока воздуха, содержащего а) бензол; б) аммиак

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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. Самонин, В.В. Сорбционные технологии защиты человека, техники и окружающей среды / В. В. Самонин, М. Л. Подвязников, Е. А. Спиридонова. - Санкт-Петербург : Наука, 2021. - 531 с. - ISBN 978-5-02-040519-6
2. Сорбирующие материалы, изделия, устройства и процессы управляемой адсорбции / В.В.Самонин, М.Л.Подвязников, В.Ю.Никонова [и др.] – Санкт-Петербург: Наука, 2009. – 271 с. – ISBN 978-5-02-025346-9.
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; Новосибирский государственный университет. - Новосибирск: издательство Новосибирского университета, 2010. - 188 с. – ISBN 5-94356-934-0.

б) электронные учебные издания:

1. 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 : СПбГТИ(ТУ), 2016.-56 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Исследование физико-химических свойств воды и водных растворов, модифицированных фуллеренами : учебное пособие / В.В.Самонин, М.Л.Подвязников, Е.А.Спиридонова [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 : СПбГТИ(ТУ), 2014.-79 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Получение катализаторов методом пропитки пористых носителей : методические указания к лабораторной работе : Методические указания / Е.А.Власов, К.В.Семикин, Д.А.Смирнова [и др.] ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра ресурсосберегающих технологий. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015.- 31 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Топалова, О. В. Химия окружающей среды : учебное пособие / О. В. Топалова, Л. А. Пимнева. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 160 с. - ISBN 978-5-8114-1504-5. // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: по подписке.
5. Волков, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник / В. А. Волков. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 672 с. - ISBN 978-5-8114-1819-0. // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: по подписке.
6. Ягодковский, В. Д. Адсорбция : учебное пособие / В. Д. Ягодковский. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 219 с. - ISBN 978-5-00101-656-4. // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: по подписке.

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 «Промышленная адсорбция» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ(ТУ) 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. 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) 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 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.

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.

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 используются кондуктометр «Эксперт-002-2-6п», иономер И-500, колориметр КФК-2МП, концентратомер КН-2м, анализатор «Эксперт-001-рН-ХПК-БПК», рН-метр НІ 8314, хроматограф ЛХМ-80, 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 ЦІМН 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 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Промышленная адсорбция»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-5	Способен подбирать технологии очистки газовых и жидких сред и почв с использованием сорбционных технологий	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)
ПК-5.1 Знание основных технологий для достижения и поддержания заданного состава газовых и жидких сред с использованием сорбционных технологий	Приводит примеры технологий очистки и поддержания заданного состава газовых и жидких сред, называет требования, предъявляемые к газовым и жидким средам, концентрационные ограничения применения сорбционных технологий (ЗН-1);	Выполнение курсовой работы; правильные ответы на защите курсовой работы; правильные ответы на вопросы № 1, 9-8-12, 15-22, - 24-26 к экзамену	Перечисляет области применения технологий очистки и поддержания заданного состава газовых и жидких сред, рассказывает некоторые требования, предъявляемые к газовым и жидким средам, оценивает целесообразность сорбционных технологий для очистки газовых и жидких сред	Приводит конкретные примеры технологий очистки и поддержания заданного состава газовых и жидких сред, показывает преимущества и недостатки технологии, приводит классификацию требований, предъявляемые к газовым и жидким средам, знает концентрационные интервалы применения сорбционных технологий для очистки газовых и жидких сред	Предлагает технологии очистки и поддержания заданного состава газовых и жидких сред в соответствии с заданными условиями, рассказывает преимущества и недостатки технологии, предлагает альтернативные варианты, определяет связь между требованиями, предъявляемыми к газовым и жидким средам, концентрационными интервалами применения сорбционных технологий для очистки газовых и жидких сред и технологией очистки
	Рекомендует сорбционные технологии для очистки газовых и жидких сред (У-1);	Выполнение курсовой работы; правильные ответы на защите курсовой	Сопоставляет различные сорбционные технологии для очистки газовых и жидких сред, определяет закономерности протекания	Сопоставляет и анализирует эффективность различных сорбционных технологий очистки газовых и жидких сред; определяет	Способен самостоятельно сопоставлять и анализировать эффективность различных сорбционных технологий очистки

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
		работы; правильные ответы на вопросы № 30-39, 47-50 к экзамену	сорбционных процессов; с ошибками письменно строит графические зависимости протекания сорбционных процессов очистки газовых и жидких сред	закономерности протекания сорбционных процессов и прогнозирует влияние на них различных факторов с небольшими подсказками преподавателя; строит графические зависимости протекания сорбционных процессов очистки газовых и жидких сред	газовых и жидких сред; определяет и объясняет закономерности протекания сорбционных процессов и прогнозирует влияние на них различных факторов; строит графические зависимости протекания сорбционных процессов очистки газовых и жидких сред в соответствии с дополнительными условиями преподавателя.
	Владеет навыками проведения очистки газовых и жидких сред с использованием сорбционных технологий (Н-1);	Выполнение курсовой работы; правильные ответы на защите курсовой работы; правильные ответы на вопросы № 51-56 к экзамену	Разрабатывает план проведения очистки газовых и жидких сред с использованием сорбционных технологий; с подсказками преподавателя решает поставленные задачи в области выбора сорбента для очистки газовых и жидких сред	Самостоятельно составляет алгоритм проведения процесса сорбционной очистки, определения оптимальных параметров процесса очистки; подбора сорбента для очистки газовых и жидких сред в соответствии с поставленными задачами	Разрабатывает план, составляет алгоритм и демонстрирует проведение процесса сорбционной очистки газовых и жидких сред в соответствии с поставленными задачами, самостоятельно определяет оптимальные условия проведения процесса

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-5.3 Проведение оценки эффективности использования сорбционно-активных материалов для очистки газовых и жидких сред и почв	перечисляет и приводит примеры областей применения сорбционно-активных материалов для очистки газовых и жидких сред и почвы (ЗН-2);	Выполнение курсовой работы; правильные ответы на защите курсовой работы; правильные ответы на вопросы № 2-7, 13, 14, 23 к экзамену	Приводит примеры областей применения сорбционно-активных материалов для очистки газовых и жидких сред и почвы, но не знает их преимущества и недостатки	Приводит примеры областей применения сорбционно-активных материалов для очистки газовых и жидких сред и почвы, но перечисляет их преимущества и недостатки	Приводит примеры областей применения сорбционно-активных материалов для очистки газовых и жидких сред и почвы, но перечисляет их преимущества и недостатки, рассказывает основные особенности применения, отвечая на дополнительные вопросы преподавателя
	объясняет принципы выбора сорбентов для очистки газовых и жидких сред сорбционными методами (У-2);	Выполнение курсовой работы; правильные ответы на защите курсовой работы; правильные ответы на вопросы № 27-29, 40-46 к экзамену	Объясняет основные принципы выбора сорбентов для очистки газовых и жидких сред, но не может оценить их преимущества и недостатки	Объясняет основные принципы выбора сорбентов для очистки газовых и жидких сред, оценивает их преимущества и недостатки	Объясняет основные принципы выбора сорбентов для очистки газовых и жидких сред, оценивает их преимущества и недостатки, сопоставляет эффективность различных сорбционно-активных материалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	демонстрирует навыки определения и расчета рабочих характеристик сорбентов в статических и динамических условиях, навыки определения параметров газовых и жидких сред при проведении сорбционной очистки (Н-3).	Выполнение курсовой работы; правильные ответы на вопросы на защите курсовой работы; правильные ответы на вопросы № 57-60 к экзамену	Демонстрирует навыки проведения сорбционных процессов в статических и динамических условиях и определения параметров газовых и жидких сред	Демонстрирует навыки проведения сорбционных процессов в статических и динамических условиях, рассчитывает основные параметры сорбентов на основе экспериментальных данных	Демонстрирует навыки проведения сорбционных процессов в статических и динамических условиях, рассчитывает основные параметры сорбентов на основе экспериментальных данных; прогнозирует изменение значений различных параметров при изменении условий протекания процесса

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:

1. Замкнутый ресурсный цикл ХПИ
2. Углеродные адсорбенты из отходов
3. Неорганические отходы как адсорбенты
4. Природные сорбенты. Дисперсные кремнеземы
5. Природные сорбенты. Слоистые и слоисто-ленточные силикаты
6. Природные сорбенты. Каркасные силикаты (цеолиты)
7. Природные сорбенты. Перлит. Бокситы. Доломит, магнезит
8. Сорбция катионов металлов из водных сред. Пути повышения сорбционной емкости
9. Применение адсорбционных технологий в водоподготовке
10. Сравнение физико-химического (адсорбционного) и биохимического методов очистки воды
11. Очистка воды от нефтепродуктов в различных концентрационных диапазонах. Применяемые виды адсорбентов.
12. Особенности применения сорбционных методов для очистки воды от микрофлоры.
13. Очистка водных сред от радионуклидов с использованием силикагелей
14. Очистка водных сред от радионуклидов с использованием цеолитов
15. Сорбция лития из водных растворов
16. Удаление из воды кремневой кислоты и фтора
17. Очистка воды от катионов железа и ртути
18. Очистка воды от азот- и серосодержащих веществ
19. Классификация примесей. Методы удаления примесей из воды.
20. Физико-химические методы очистки воды. Коагуляция и флокуляция.
21. Конструкционное оформление сорбции из водных сред. Основные закономерности
22. Основные конструкции адсорберов
23. Применение порошкообразных сорбентов для очистки водных сред. Основные приемы и конструкционные решения.
24. Очистка топлив от ароматических соединений
25. Адсорбционная сероочистка дизельного газоконденсатного топлива
26. Сушка жидких углеводородов
27. Применение сорбентов для очистки и сушки жидких диэлектриков
28. Сорбционная очистка почв от гербицидов
29. Использование цеолитов в растениеводстве
30. Направленное изменение микробного ценоза почвы с использованием сорбционных методов
31. Очистка газовых сред от диоксида серы. Методы Хитачи, Лурги-Штратмана, Райнлюфт
32. Очистка газовых сред от диоксида серы. Методы Бергбау-Форшунг, Вестфако
33. Очистка газов от H_2S и CS_2 фирмой Пинч-Бамаг
34. Очистка газов от сероводорода на активных углях
35. Сорбционная очистка газов от азотсодержащих соединений
36. Виды катализаторов, активные компоненты и носители катализаторов
37. Каталитическая активность и окислительно-восстановительный механизм процесса каталитического окисления
38. Особенность окисления трихлордифенилов (ТХД) на твердофазных катализаторах

39. Особенности процесса очистки воздуха от вредных примесей в производстве синтетического каучука
40. Активированные металлические носители и катализаторы. Никель Ренея и технология Бальди-Дамиано
41. Применение активированных металлических катализаторов
42. Каталитические изделия
43. Регенерация адсорбентов. Химическая регенерация
44. Регенерация адсорбентов. Термическая регенерация
45. Регенерация адсорбентов. Вытеснительная десорбция
46. Регенерация адсорбентов. Экстракционная десорбция
47. Экономические характеристики регенерации активных углей
48. Осушка газовых сред. Основные понятия. Сорбенты, применяемые для осушки.
49. Конструкционное оформление процессов осушки газовых сред
50. Метод КБА для осушки и разделения газовых сред
51. Проиллюстрируйте на одних осях выходные кривые для слоя активного угля при сорбции из потока воздуха, содержащего
 - а) бензол; б) аммиак
52. Изобразите изотерму адсорбции паров воды на силикагеле и цеолите, поясните разницу. Оцените область применения данных материалов как осушителей.
53. Изобразите выходную кривую за слоем активного угля (сорбция бензола из газовой фазы). Рассчитайте динамическую емкость.
54. Приведите формулу и пример расчета эффективности очистки воды по 3 параметрам.
55. Спрогнозируйте работу химического поглотителя аммиака в сравнении с активным углем по бензолу.
56. Спрогнозируйте работу химического поглотителя аммиака в сравнении с активным углем по аммиаку.
57. Изобразите циклограмму идеального и реального процесса КБА. Объясните разницу.
58. Составьте алгоритм проведения определения показателя ХПК. Что оно характеризует?
59. Составьте алгоритм определения оптимального рН водного раствора при удалении из него красителя с использованием активного угля
60. Составьте алгоритм подбора оптимальных условий модифицированного овермикулита.

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

4. Пример тем курсовых работ:

1. Получение и исследование модифицированного вермикулита по отношению к нефтепродуктам.
2. Определение оптимальных условий удаления фенола из водных сред на активных углях.
3. Влияние предварительной очистки воды на сорбционную доочистку от катионов железа на неорганических сорбентах.
4. Разработка технологии сорбционной очистки газа от диоксида углерода с использованием химического поглотителя.
5. Модифицирование активного угля и исследование поверхностных свойств.
6. Получение катионитов из отходов деревоперерабатывающих производств.
7. Получение блочных осушителей на основе мелкопористого силикагеля.
8. Определение оптимальных условий функционирования установки короткоциклового безнагревной адсорбции.

Примеры вопросов на защите курсовой работы:

1. Приведите алгоритм проведения сорбционного процесса, показанного в курсовой работе?
2. Как Вы определяли параметр сорбента, приведенный в таблице в презентации?
3. С чем связан выбор приведенных в презентаций условий проведения процесса? Являются ли данные условия оптимальными? Почему?
4. В чем преимущество модифицированного Вами материала перед промышленно выпускаемым аналогом? Почему?
5. Как Вы объясните представленный на графике в презентации вид зависимости?

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы и экзамена.

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