

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 02.06.2022 18:17:53
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
«_____» _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ АДСОРБЕНТОВ, ХЕМОСОРБЕНТОВ, КАТАЛИЗАТОРОВ
И ТВЕРДЫХ ИСТОЧНИКОВ КИСЛОРОДА

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 «Химия и технология адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода» 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.....	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа.....	12
4.3.1. Семинары, практические занятия	12
4.3.2. Лабораторные занятия.....	12
4.4. Самостоятельная работа.....	13
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	15
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	15
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	16
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	17
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	17
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	18
10.2. Программное обеспечение.....	18
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	18
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	18
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	18

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

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1 Готов использовать физико-химические методы анализа и средства измерения и контроля для определения параметров пористых тел, газовых и жидких сред.</p>	<p>ПК-1.6 Освоение стандартных методик получения и исследования нанопористых материалов</p>	<p>Знать: основные требования, предъявляемые к нанопористым материалам, основные технологии получения сорбентов и катализаторов на их основе (ЗН-1); Уметь: подбирать условия получения сорбентов и катализаторов на их основе для достижения заданных параметров, рекомендовать методики исследования сорбентов и катализаторов на их основе (У-1); Владеть: навыками получения традиционных сорбентов и катализаторов на их основе и методами исследования их свойств (Н-1);</p>
<p>ПК-3 Способен использовать знания о строении сорбентов и катализаторов на их основе для получения материалов с заданными свойствами</p>	<p>ПК-3.3 Определение требований к сорбентам в зависимости от области применения</p>	<p>Знать: области применения сорбентов и требования, предъявляемые к ним (ЗН-2); Уметь: оценивать соответствие свойств сорбента нормативным документам, обоснованно рекомендовать сорбенты в соответствии с заданными условиями применения (У-2); Владеть: навыками определения технических характеристик и сорбционной способности сорбентов (Н-2);</p>
<p>ПК-4 Способен проводить технологические и материальные расчеты производства, подбирать основное оборудование для</p>	<p>ПК-4.1 Знание основных технологических стадий процесса получения материалов и изделий сорбционной техник</p>	<p>Знать: основные технологические стадии процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода (ЗН-3); Уметь: описывать технологическую линию процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе,</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
проектирования технологии производства материалов и изделий сорбционной техники		хемосорбентов и твердых источников кислорода (У-3); Владеть: навыками составления технологической линии процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода (Н-3);
ПК-6 Готов подбирать технологии получения сорбентов и катализаторов на их основе	ПК-6.1 Знание технологии получения сорбентов и катализаторов на их основе	Знать: основные технологии получения сорбентов и катализаторов на их основ (ЗН-4); Уметь: варьировать свойства сорбентов и катализаторов на их основе путем изменения технологических параметров процесса получения (У-4); Владеть: навыками получения сорбентов в соответствии с технологической инструкцией (Н-4).
	ПК-6.2 Выбор технологии получения сорбентов в зависимости от исходного сырья	Знать: влияние структуры и свойств исходного сырья на свойства получаемого сорбента (ЗН-5); Уметь: подбирать параметры технологических стадий процесса получения сорбентов исходя из состава и структуры исходного сырья (У-5); Владеть: навыками определения параметров исходного сырья (Н-5).
	ПК-6.3 Регулирование свойств сорбентов путем изменения условий их получения на разных технологических стадиях	Знать: влияние условий проведения технологических стадий на свойства сорбентов, возможность регулирования свойств сорбентов путем изменения условий процесса получения (ЗН-6); Уметь: корректировать условия получения сорбентов с целью изменения их свойств (У-6); Владеть: навыками синтеза сорбентов под определенные параметры материалов (Н-6).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.03) изучается на 4 курсе, в 7 и 8 семестрах;

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия» и «Органическая химия», «Физико-химические основы процессов сорбции», «Динамика сорбции», «Оборудование и основы проектирования заводов по производству материалов и изделий сорбционной техники», «Новое в химии и технологии сорбентов», «Методы исследования высокодисперсных и пористых тел» / «Методы аттестации параметров пористой структуры и свойств сорбентов». Полученные в процессе изучения дисциплины «Химия и технология адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Промышленная адсорбция», «Принципы создания систем жизнеобеспечения», «Технология средств индивидуальной и коллективной защиты органов дыхания / Применение сорбирующих изделий в чрезвычайных ситуациях в средствах защиты органов дыхания», 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)	10/ 360 (7 семестр - 5/180; 8 семестр - 5/180)
Контактная работа с преподавателем:	178
занятия лекционного типа	7 семестр - 36 8 семестр - 12
занятия семинарского типа, в т.ч.	-
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	7 семестр -72 (36) 8 семестр - 48 (24)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	7 семестр - 4 8 семестр - 6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	146 7 семестр - 68 8 семестр - 78
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет (7 семестр) Экзамен (8 семестр)/ 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			
7 семестр							
1.	Введение в технологию веществ и материалов для средств химической защиты. История развития и современное состояние отрасли.	4	-	4	8	ПК-3	ПК-3.3
2.	Строение и свойства углеродных сорбирующих материалов.	6	-	9	12	ПК-1, ПК-3, ПК-6	ПК-1.6, ПК-3.3, ПК-6.2
3.	Технология получения активных углей.	16	-	35	12	ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-6	ПК-1.6, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
4.	Технология получения углей катализаторов и импрегнированных химических поглотителей	2	-	12	12	ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-6	ПК-1.6, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
5.	Технология получения катализаторов и химических поглотителей массивного типа	2	-	12	12	ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-6	ПК-1.6, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
6.	Технология твердых источников кислорода. Технология химических источников кислорода на основе неорганических пероксидных соединений	6	-	-	12	ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-6	ПК-1.6, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
8 семестр							
6.	Технология твердых источников кислорода. Технология химических источников	-	-	-	18	ПК-1, ПК-3, ПК-4,	ПК-1.6, ПК-3.3, ПК-4.1,

№ 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			
	кислорода на основе неорганических пероксидных соединений					ПК-6	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
7.	Строение и свойства неорганических сорбирующих материалов.	4	-	12	20	ПК-3	ПК-3.3
8.	Технологии получения силикагелей.	4	-	18	20	ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-6	ПК-1.6, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
9.	Технология получения цеолитов.	4	-	18	20	ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-6	ПК-1.6, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение в технологию веществ и материалов для средств химической защиты. История развития и современное состояние отрасли.</u> Предмет технологии средств противохимической защиты, Основные виды средств противохимической защиты, активированные угли, импрегнированные углекатализаторы, хемпоглотители, регенеративные средства и области их использования. История развития и современное состояние промышленного производства углеродных сорбентов, катализаторов, хемосорбентов и твердых источников кислорода. Роль отечественных ученых в создании и развитии	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	производства этих продуктов		
2	<p><u>Строение и свойства углеродных сорбирующих материалов.</u> Особенности и основные типы пористых углеродных материалов (ПУМ). Строение ПУМ: микроструктура, текстурные параметры. Поверхностные свойства ПУМ. Классификация углеродных сорбентов и основные области их использования. Требования к пористой структуре углей газового типа, рекуперационных и осветляющих углей, углей - носителей катализаторов и хемосорбционных добавок. Сравнительные характеристики углей отечественных и зарубежных производителей.</p> <p>Общая классификация углеродсодержащего сырья для получения углеродных сорбентов. Требования к сырью. Элементарный состав органической части основных видов сырья.</p> <p>Принципиальная блок схема и концептуальная модель переработки углеродсодержащего сырья в пористые углеродные материалы. Общая характеристика процессов получения пористых углеродных материалов.</p>	6	
3	<p><u>Технология получения активных углей.</u></p> <p>Основные стадии подготовки исходных материалов для получения углеродных сорбентов. Дробление. Измельчение, Классификация измельчительного оборудования по энерго-напряженности. Механические эффекты при тонком измельчении. Влияние режима измельчения на пористую структуру углеродных сорбентов. Химическая обработка исходных материалов: основные виды, назначение и способы осуществления.</p> <p>Стадия формования углеродсодержащего сырья. Концептуальная блок схема получения формованных углеродных сорбентов. Основы теории формообразования и прочности высокодисперсных структур. Основные способы формования углеродсодержащих высокодисперсных материалов.</p> <p>Стадия карбонизации углеродсодержащих материалов. Классификация процессов термической обработки. Основные закономерности пиролиза углеродсодержащих материалов. Структурные превращения углеродсодержащих веществ при карбонизации: реакции деструкции и синтеза. Факторы,</p>	16	лекция-визуализация (2)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>влияющие на ход процесса карбонизации углеродсодержащего сырья. Технология получения углеродных молекулярных сит из растительного сырья, ископаемых и полимерных материалов.</p> <p>Стадия активирования. Парогазовое и химическое активирование - их особенности. Механизмы формирования пористой структуры активированных углей при парогазовой активации. Влияние температурных и аэродинамических режимов на процесс парогазовой активации. Степень обгара (активации), ее влияние на параметры пористой структуры и механическую прочность активированных углей. Влияние катализаторов на процесс парогазовой активации.</p> <p>Химическое активирование: его назначение и основные активирующие агенты. Влияние параметров химического активирования на текстурные характеристики углеродных сорбентов.</p> <p>Технологические схемы получения дробленых углей из растительного и каменноугольного сырья. Технологические режимы процессов и основное оборудование. Технические характеристики активированных углей отечественных и зарубежных производителей.</p> <p>Технологическая схема получения порошкообразного угля из древесного сырья. Технологические режимы процесса. Технические характеристики продуктов отечественных и зарубежных марок.</p> <p>Технологические схемы получения формованных углей из растительного и каменноугольного сырья. Технологические режимы процессов и основное оборудование. Технические характеристики активированных углей отечественных и зарубежных марок.</p>		
4	<p><u>Технология получения углей катализаторов и импрегнированных химических поглотителей</u></p> <p>Технология получения углей-катализаторов и импрегнированных химических поглотителей. Угли-катализаторы и химические поглотители в технике противохимической защиты. Технологические схемы получения импрегнированных катализаторов и химпоглотителей. Основные технические характеристики получаемых продуктов.</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<p><u>Технология получения катализаторов и химических поглотителей массивного типа</u> Технология получения и свойства гопкалита. Нерегенерируемые химические поглотители кислых газов и паров. Состав химических поглотителей и назначение отдельных компонентов. Технологические схемы производства химических поглотителей и характеристики получаемых продуктов. Регенерируемые твердые поглотители двуокиси углерода (ТРП) на основе оксидов и карбонатов щелочных и щелочноземельных материалов. Рецепт ТРП, их стехиометрическая емкость. Технологическая схема производства ТРП на основе карбоната калия.</p>	2	
6	<p><u>Технология твердых источников кислорода.</u> <u>Технология химических источников кислорода на основе неорганических пероксидных соединений</u> Рецептура, технические характеристики и области применения ТИК на основе хлоратов натрия и калия. Реакции выделения кислорода. Технологии получения ТИК. Основные способы получения пероксидных соединений. Основные рецептуры и регенеративные свойства проектов на основе надпероксидов натрия и калия. Технологическая схема получения регенеративных продуктов на матричной основе.</p>	6	
7	<p><u>Строение и свойства неорганических сорбирующих материалов.</u> Алюмосиликаты. Место в природе. Особенности строения. Изоморфизм. Островные, ленточные. слоистые и каркасные алюмосиликаты. Строение силикагелей. Строение цеолитов. Строение активного оксида алюминия. Области применения.</p>	4	
8	<p><u>Технологии получения силикагелей.</u> Технологическая схема получения силикагелей. Особенности гранулирования силикагелей. Влияние технологии получения на пористую структуру силикагеля. Направления получения водостойкого и модифицированного силикагелей. Золь-гель технология</p>	4	
9.	<p><u>Технология получения цеолитов.</u> Промышленные и лабораторные способы получения цеолитов. Факторы, влияющие на пористую структуру материала.</p>	4	

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	
1	<u>Введение в лабораторию дисциплины.</u> Техника безопасности. Коллоквиум к лабораторному практикуму. Особенности строения сорбирующих материалов. Исходное сырье. Технологии получения. Методики исследования материалов.	4	2	
2	<u>Свойства углеродных сорбентов</u> Определение физико-химических параметров активных углей и исходного сырья.	9	4	
3	<u>Технология получения активных углей</u> Получение гранулированных / дробленых / порошкообразных углей методом парогазовой / химической активацией и исследование их свойств.	35	18	
4	<u>Технология получения химического поглотителя на угольной основе</u> Получением химического поглотителя аммиака на угольной основе. Определение защитных свойств материала.	12	6	
5	<u>Технология получения известкового химического поглотителя</u> Получение химического поглотителя диоксида углерода на основе гидроксида кальция и исследование его свойства.	12	6	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
7	<u>Строение слоистых силикатов</u> Модифицирование вермикулита и исследование его свойств.	12	6	
8	<u>Технология получения силикагеля</u> Получения силикагеля и исследование его свойств. Определение влияния параметров синтеза на пористую структуру силикагеля	18	9	
9	<u>Технология получения цеолита</u> Получение цеолита и исследование его свойства. Определение влияния параметров синтеза на пористую структуру цеолита.	18	9	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	История развития технологии углеродных сорбентов Активные угли. Области применения. Аллотропные формы углерода.	8	Коллоквиум при выполнении лабораторных работ
2	Отличительные особенности аллотропных форм углерода. Особенности строения активных углей. Структур и текстура Мировое производство активных углей. Активные угли в медицине. Особенности поверхностных свойств активных углей. Окисленный уголь.	12	Коллоквиум при выполнении лабораторных работ
3	Современные печи активации. Химические реакции в процессе карбонизации. Виды активирующих агентов. Отличительные особенности вращающихся печей. Особенности получения порошкообразных углей. Влияние типа исходного углеродсодержащего сырья на свойства активных углей.	12	Коллоквиум при выполнении лабораторных работ, контрольная работа
4	Особенности углей-катализаторов, осветляющих углей, рекуперационных углей и углей газового типа.	12	Коллоквиум при выполнении

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	Отличие углей катализаторов от углей поглотителей. Особенности процессов хемосорбции. Рекуперация – особенности проведения процесса. Способы регенерации активных углей.		лабораторных работ
5	Отличие массивных и пористых поглотителей в статических и динамических условиях. Типы химических поглотителей. Особенности процессов абсорбции. Способы удаления кислых газов. Области применения массивных химических поглотителей.	12	Коллоквиум при выполнении лабораторных работ
6	Твердые источники кислорода и их области применения. Преимущества и недостатки ТИКов перед другими источниками кислорода. Особенности технологии получения ТИКов. Химические реакции сопровождающие процессы выделения кислорода.	30	Устный опрос
7	Изоморфизм. Основные понятия. Область использования неорганических сорбентов. Особенности процессов осушки воздуха. Алюмосиликаты – области применения. Глины как ионообменный материал.	20	Коллоквиум при выполнении лабораторных работ
8	Строение силикагеля. Способы получения водостойкого силикагеля.	20	Коллоквиум при выполнении лабораторных работ
9	Цеолиты в нефтепереработке. Способы гранулирования цеолитов.	20	Коллоквиум при выполнении лабораторных работ

4.5 Примеры контрольной работы

Вариант 1

1. Приведите примеры предприятий изготовителей активных углей.
2. Представьте блок-схему получения угля БАУ-А
3. Охарактеризуйте преимущества и недостатки вращающихся печей активации.

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 зачета в 7 семестре и экзамена в 8 семестре.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в зачета.

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 два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Строение активного угля.
2. Технологическая схема получения угля-катализатора.

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 «зачет».

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 два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Экзаменационный билет № 1

1. Модельные типы структур пористых тел
2. Хемосорбция. Механизм хемосорбции на примере поглощения углекислого газа на ХПИ

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. Сорбционная осушка газовых и жидких сред / В. В. Самонин, М. Л. Подвязников, Е. А. Спиридонова, В. Ю. Никонова. - Санкт-Петербург: Наука, 2011. – 138 с. - ISBN 978-5-02-025403-9
4. 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 978-5-94356-934-0.
5. Мухин, В.М. Производство и применение углеродных адсорбентов: учебное пособие / В. М. Мухин, В. Н. Клушин - Москва: Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 2012. - 307 с. - ISBN 978-5-7237-0905-8.

б) электронные учебные издания:

1. Григорьева, Л.В. Методика расчета материального баланса производства наноструктурированных материалов сорбционной техники, производительности и числа единиц технологического оборудования: учебное пособие/ Л.В.Григорьева, В.В.Далидович; 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. -31 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Далидович, В.В. Вращающиеся барабанные пламенные печи: методические указания/ В.В.Далидович, Л.В.Григорьева; 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), 2008. -27с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Григорьева, Л.В. Измерение изотермы адсорбции по парам воды в статических условиях : Практикум / Л. В. Григорьева, В. В. Далидович ; 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.-15 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Колосенцев, С.Д. Определение эффективного объема микропор углеродных сорбентов : методические указания / С. Д. Колосенцев, В. Л. Киселева, Е. Д. Хрылова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии материалов и изделий сорбционной техники. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013.-13 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 05.04.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Ягодовский, В. Д. Адсорбция : учебное пособие / В. Д. Ягодовский. - 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.
9. Морачевский, А. Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебное пособие / А. Г. Морачевский. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-1857-2. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168815> (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 «Химия и технология адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода» 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) 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 весы ВМК 1501, весы ВМК 651, весы аналитические ВЛР-200, установки ВТА, колориметр КФК-2, ультратермостат 2-15С, перемешивающее устройство LOIP LS; шахтная печь, шкаф сушильный LOIP LF - 60/355 - GG1, печью муфельной LF – 5/11 – G1, печью карбонизации и активации, вращающейся печью, шнек-гранулятором, двухвальным смесителем, прессом П-10, шаровой мельницей, вибромельницей, виброистирателем.

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Химия и технология адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и
твердых источников кислорода»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Готов использовать физико-химические методы анализа и средства измерения и контроля для определения параметров пористых тел, газовых и жидких сред.	промежуточный
ПК-3	Способен использовать знания о строении сорбентов и катализаторов на их основе для получения материалов с заданными свойствами.	промежуточный
ПК-4	Способен проводить технологические и материальные расчеты производства, подбирать основное оборудование для проектирования технологии производства материалов и изделий сорбционной техники.	промежуточный
ПК-6	Готов подбирать технологии получения сорбентов и катализаторов на их основе	промежуточный

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-1.6 Освоение стандартных методик получения и исследования нанопористых материалов	Знает основные требования, предъявляемые к нанопористым материалам, основные технологии получения сорбентов и катализаторов на их основе (ЗН-1);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 1-25	приводит несколько параметров различных сорбентов и катализаторов на их основе; приводит примеры стадий получения различных адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода.	приводит некоторые требования, предъявляемые к различным нанопористым материалам (активным углям, силикагелям, цеолитам, катализаторам на пористой основе, химическим поглотителям и др.); рассказывает основные стадии получения различных сорбентов и катализаторов на их основе, поясняет назначение каждой стадии; не перечисляет основные отличия в технологиях получения адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода	приводит требования, предъявляемые к различным нанопористым материалам (активным углям, силикагелям, цеолитам, катализаторам на пористой основе, химическим поглотителям и др.); рассказывает основные стадии получения различных сорбентов и катализаторов на их основе; поясняет назначение каждой стадии; перечисляет основные отличия в технологиях получения адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода
	Умеет подбирать условия получения сорбентов и	Выполнение лабораторных	Показывает связь свойств адсорбентов,	Объясняет изменение свойств сорбентов и	Объясняет изменение свойств сорбентов и

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	катализаторов на их основе для достижения заданных параметров, рекомендовать методики исследования сорбентов и катализаторов на их основе (У-1);	работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 1-25	хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода и условий получения материалов; предлагает не оптимальные методики исследования сорбентов и катализаторов на их основе	катализаторов при варьировании условий их получения; представляет с подсказками преподавателя данные зависимости в графическом виде, предлагает методики исследования адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода, не учитывая различные требования.	катализаторов при варьировании условий их получения; представляет самостоятельно данные зависимости в графическом виде, обоснованно подбирает методики исследования адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода с учетом различных требований.
	Владеет навыками получения традиционных сорбентов и катализаторов на их основе и методами исследования их свойств (Н-1);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 7, 11, 10	Составляет блок-схемы получения адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода	Составляет блок-схемы получения адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода с подсказками преподавателя, обосновывая каждую стадию; получает различные сорбенты в	Составляет блок-схемы получения адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода, обосновывая каждую стадию; получает различные сорбенты в лабораторных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
				лабораторных условиях и исследует их свойства.	условиях и исследует их свойства.
ПК-3.3 Определение требований к сорбентам в зависимости от области применения	Знает области применения сорбентов и требования, предъявляемые к ним (ЗН-2);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 26-52	Дает несколько примеров применения, краткую классификацию материалов и областей их применения.	Приводит примеры использования адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода, в различных областях, перечисляет требования, предъявляемые к сорбентам для конкретных областей использования, приводит подробную классификацию материалов по областям их применения.	Приводит примеры использования адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода, в различных областях, обосновывает их эффективность с учетом их свойств, рекомендует вид сорбентов для решения различных задач; перечисляет требования, предъявляемые к сорбентам для конкретных областей использования, приводит подробную классификацию материалов по областям их применения.
			Умеет оценивать соответствие свойств лабораторных	Сопоставляет требования,	Анализирует нормативные

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	сорбента нормативным документам, обоснованно рекомендовать сорбенты в соответствии с заданными условиями применения (У-2);	работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 26-52	предъявляемые к сорбентам и катализаторам на их основе со свойствами материалов.	требования, предъявляемые к сорбентам и катализаторам на их основе, сопоставляет свойства материалов с требованиями и предлагает порядок определения области их применения.	нормативные документы и анализирует нормативные требования, предъявляемые к сорбентам и катализаторам на их основе, сопоставляет свойства материалов с требованиями и составляет алгоритм для определения области их применения.
	Владеет навыками определения технических характеристик и сорбционной способности сорбентов (Н-2);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 32 36-43, 50-52	Демонстрирует навыки определения технических характеристик и сорбционной способности сорбентов.	С помощью подсказок преподавателя демонстрирует навыки обоснованного подбора сорбента под указанные условия их применения, демонстрирует навыки определения технических характеристик и сорбционной способности сорбентов.	Демонстрирует навыки обоснованного подбора сорбента под указанные условия их применения, демонстрирует навыки определения технических характеристик и сорбционной способности сорбентов.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-4.1 Знание основных технологических стадий процесса получения материалов и изделий сорбционной техники	Знает основные технологические стадии процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода (ЗН-3);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 53-74	Перечисляет физико-химические особенности протекания стадий процесса получения адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода; называет условия проведения процесса	Кратко рассказывает физико-химические особенности протекания стадий процесса получения адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода; приводит несколько примеров условий получения, называет оборудование, применяемое для данных целей; рассказывает об особенностях данного процесса и факторах, влияющих на него.	Подробно рассказывает физико-химические особенности протекания стадий процесса получения адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и твердых источников кислорода; приводит множество примеров условий получения, называет оборудование, применяемое для данных целей; рассказывает об особенностях данного процесса и факторах, влияющих на него.
	Умеет описывать технологическую линию процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода (У-3);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные	Описывает последовательность процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и	Описывает краткую схему процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода и объясняет	Описывает подробную технологическую линию процесса получения адсорбентов, катализаторов на их

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
		ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 53-74	твердых источников кислорода и объясняет функциональное назначение каждого этапа.	функциональное назначение каждого этапа.	основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода и объясняет функциональное назначение каждого этапа.
	Владеет навыками составления технологической линии процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода (Н-3);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 69, 70, 74	Изображает последовательность процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода и объясняет функциональное назначение каждого этапа.	Изображает краткую блок-схему процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода и объясняет функциональное назначение каждого этапа.	Изображает подробную технологическую линию процесса получения адсорбентов, катализаторов на их основе, хемосорбентов и твердых источников кислорода и объясняет функциональное назначение каждого этапа.
ПК-6.1 Знание технологии получения сорбентов и катализаторов на	Знает основные технологии получения сорбентов и катализаторов на их основ (ЗН-4);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной	Рассказывает основные технологии процесса получения адсорбентов, хемосорбентов,	Рассказывает основные технологии процесса получения адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и	Рассказывает основные технологии процесса получения адсорбентов, хемосорбентов,

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
их основе		работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 75-90, 97-104	катализаторов и твердых источников кислорода с использованием подсказок преподавателя и методических материалов	твердых источников кислорода с использованием подсказок преподавателя	катализаторов и твердых источников кислорода без использования подсказок преподавателя и методических материалов.
	Умеет варьировать свойства сорбентов и катализаторов на их основе путем изменения технологических параметров процесса получения (У-4);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 75-90, 97-104	Показывает графические закономерности свойств сорбентов и катализаторов на их основе при изменении условий получения с использованием подсказок преподавателя и методических материалов	Показывает графические закономерности свойств сорбентов и катализаторов на их основе при изменении условий получения с использованием подсказок преподавателя	Показывает графические закономерности свойств сорбентов и катализаторов на их основе при изменении условий получения
	Владеет навыками получения сорбентов в соответствии с технологической инструкцией (Н-4).	Выполнение лабораторных работ	Выполняет задания по получению сорбентов с заданными параметрами в соответствии с методическими указаниями, условия синтеза предлагаются	Выполняет задания по получению сорбентов с заданными параметрами в соответствии с методическими указаниями, самостоятельно	Выполняет задания по получению сорбентов с заданными параметрами в соответствии с методическими указаниями, самостоятельно

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			преподавателем.	подбирает условия синтеза с коррективкой преподавателя.	подбирает условия синтеза.
ПК-6.2 Выбор технологии получения сорбентов в зависимости от исходного сырья	Знает влияние структуры и свойств исходного сырья на свойства получаемого сорбента (ЗН-5);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 76-78, 87, 90, 100-101	С подсказками преподавателя описывает связь свойства сорбента – свойства исходного сырья.	Описывает особенности формирования сорбента в зависимости от состава и свойств исходного материала. Не может описать обратную закономерность.	Описывает особенности формирования сорбента в зависимости от состава и свойств исходного материала, и наоборот
	Умеет подбирать параметры технологических стадий процесса получения сорбентов исходя из состава и структуры исходного сырья (У-5);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену №	Кратко рассказывает о принципах подбора параметров технологических стадий исходя из состава и структуры исходного угля, но не может их объяснить.	Объясняет принцип подбора параметров технологических стадий исходя из состава и структуры исходного угля, но не может сформулировать закономерности формирования структуры готового материала в	Объясняет принцип подбора параметров технологических стадий исходя из состава и структуры исходного угля, формулирует закономерности формирования структуры готового материала в

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
		76-78, 87, 90, 100-101		зависимости от состава исходного сырья	зависимости от состава исходного сырья
	Владеет навыками определения параметров исходного сырья (Н-5).	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 91-96	Составляет алгоритм определения параметров исходного сырья с подсказками преподавателя и демонстрирует навыки их определения с использованием методических указаний.	Составляет алгоритм определения параметров исходного сырья с подсказками преподавателя и демонстрирует навыки их определения.	Составляет алгоритм определения параметров исходного сырья и демонстрирует навыки их определения.
ПК-6.3 Регулирование свойств сорбентов путем изменения условий их получения на разных технологических стадиях	Знает влияние условий проведения технологических стадий на свойства сорбентов, возможность регулирования свойств сорбентов путем изменения условий процесса получения (ЗН-6);	Выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 86-88, 97-104	Кратко рассказывает о влиянии условий получения на свойства сорбентов	Перечисляет влияние технологических стадий на свойства сорбентов, предлагает варианты регулирования свойств сорбентов путем изменения условий процесса получения	Перечисляет и приводит примеры влияние технологических стадий на свойства сорбентов, предлагает варианты регулирования свойств сорбентов путем изменения условий процесса получения
	Умеет корректировать	Выполнение	Отвечает на	Отвечает на	Отвечает на

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	условия получения сорбентов с целью изменения их свойств (У-6);	лабораторных работ, выполнение контрольной работы; правильные ответы на вопросы к зачету и к экзамену № 86-88, 97-104	дополнительные вопросы с ошибками в рамках «свойства сорбентов – условия их получения».	дополнительные вопросы с подсказками преподавателя в рамках «свойства сорбентов – условия их получения».	дополнительные вопросы в рамках «свойства сорбентов – условия их получения».
	Владеет навыками синтеза сорбентов под определенные параметры материалов (Н-6).	Выполнение лабораторных работ	Получает, исследует и оценивает свойства сорбента	Рассчитывает качественный и количественный состав и выбирает условия синтеза для получения материала с заданными свойствами, согласовывает с преподавателем, вносит корректировки, получает, исследует и оценивает свойства сорбента	Рассчитывает качественный и количественный состав и выбирает условия синтеза для получения материала с заданными свойствами, получает, исследует и оценивает свойства сорбента, анализирует полученные результаты с позиции области применения данного материала.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

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

для зачета и экзамена:

1. История развития сорбционной техники.
2. Классификация активных углей по принципу формообразования
3. Основные типы ПУМ. Общие структурные и текстурные характеристики ПУМ. Особенности микроструктуры ПУМ. Упорядоченные кристаллические образования (УКО). Структура поверхности углеродных материалов.
4. Углеродные молекулярные сита (УМС), особенности их строения и области их применения.
5. Назначение углей-катализаторов и области их применения.
6. Состав противогазовых углей-катализаторов и назначение отдельных компонентов.
7. Импрегнированные угли – хемосорбенты для противогазовой техники.
8. Регенерируемые поглотители CO_2 на основе окислов и карбонатов щелочных металлов.
9. Химические источники кислорода на основе неорганических перекисных соединений.
10. Фильтрующе-сорбирующие материалы (ФСМ). Их назначение и особенности строения. Способы получения ФСМ.
11. Нерегенерируемые химические поглотители кислых газов и паров. Рецептура основных химических поглотителей и требования к ним. Технологическая схема процесса получения ХПИ
12. Кинетические и динамические особенности процесса поглощения углекислого газа на ХПИ.
13. ГОСТ Химический поглотитель известковый. Характеристика условий исследований.
14. Влияние строения химического поглотителя на его свойства. Особенности хемосорбции.
15. Особенности активных углей, применяемых в фармацевтической и пищевой промышленности. Особенности получения.

для экзамена:

16. Особенности регенеративных источников кислорода. Преимущества и недостатки.
17. Строение силикагелей
18. Сорбционные свойства силикагелей
19. Особенности строения алюмосиликатов
20. Строение слоистых силикатов и их свойства
21. Строение и свойства цеолитов.
22. Цеолиты как молекулярные сита.
23. ГОСТ. Классификация силикагелей.
24. Поверхностные свойства силикагелей. Области применения.
25. Сравнение характеристик цеолитов и силикагелей. Оценка области использования.

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

для зачета и экзамена:

26. Классификация активных углей по областям применения
27. Основные области применения активированного угля в промышленности.

28. Требования, предъявляемые к хемосорбентам.
29. Химический поглотитель известковый. Механизм хемосорбции. Расчет стехиометрической емкости и степени отработки.
30. Нормативные документы, определяющие основные показатели свойств активных углей;
31. Сравнение требований к активным углям с позиции российских и зарубежных нормативных документов.
32. Методики испытания сорбционных материалов на пример активного угля.
33. Требования, предъявляемые к активным углям газового типа
34. Требования, предъявляемые к активным углям для сорбции из жидких сред.
35. Требования, предъявляемые к рекуперационным углям.
36. Основные методы определения пористой структуры углеродных материалов.
37. Определение прочностных характеристик углеродного сорбента.
38. Методика определения времени защитного действия.
39. Параметры импрегнированных химических поглотителей в соответствии с ГОСТ.
40. Схема динамической установки определения защитных свойств химического поглотителя.
41. Характеристики активных углей, приведенных в стандартах.
42. Методика определения времени защитного действия в соответствии со стандартом. Обоснование условий определения.
43. Определение параметров активных углей – йодное число и сорбция метиленового голубого. Связь с пористой структурой активных углей.

для экзамена:

44. Особенности регенеративных источников кислорода. Преимущества и недостатки.
45. Строение силикагелей
46. Сорбционные свойства силикагелей
47. Особенности строения алюмосиликатов
48. Строение слоистых силикатов и их свойства
49. Строение и свойства цеолитов.
50. Методика определения удельной поверхности силикагеля.
51. Методика определения активных центров на поверхности силикагеля.
52. Метод молекулярных щупов для определения пористой структуры цеолитов

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:

для зачета и экзамена:

53. Способы окисления поверхности углерода
54. Основные стадии термохимического превращения углеродных материалов.
55. Химические реакции взаимодействия окислителей с углеродом.
56. Зависимость эффективной константы скорости реакции парогазовой активации от температуры.
57. Основные механизмы развития микропористой структуры карбонизатов при парогазовой активации.
58. Особенности химического активирования углеродосодержащего сырья неорганическими веществами. Коэффициент пропитки и его влияние на степень активирования
59. Особенности процесса формирования углеродосодержащих композиций. Основные факторы, определяющие процесс формирования и прочность высококонцентрированных дисперсных систем.

60. Особенности процессов хемосорбции. Химические реакции. Отличие хемосорбции от катализа
61. Структурные и химические превращения углеродосодержащих материалов при измельчении.
62. Химические превращения УСМ при термообработке. Структурные превращения УСМ при термообработке.
63. Зависимость объемно-структурных и прочностных характеристик высокодисперсных систем от структурообразующих факторов.
64. Химические и физические факторы, регулирующие образование пористости карбонизатов.
65. Способы активации углесодержащих материалов и основные факторы, определяющие степень активации.
66. Устройства и принцип работы вращающейся барабанной печи карбонизации при производстве гранулированных углей.
67. Устройства и принцип работы вращающихся печей активации.
68. Технологические параметры стадии карбонизации и активации в соответствии с технологическим регламентом.

для экзамена:

69. Методы получения силикагелей.
70. Методы модифицирования силикагелей.
71. Условия получения микропористого силикагеля.
72. Условия получения крупнопористого силикагеля.
73. Методы получения порошкообразных цеолитов.
74. Технология получения гранулированного силикагеля

г) Вопросы для оценки навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-6:

для зачета и экзамена:

75. Параметры пористой структуры активированных углей различного типа (газовых, рекуперационных, осветляющих)
76. Особенности строения ископаемых углей.
77. Метаморфический ряд ископаемых углей
78. Ископаемые угли и основные стадии углеобразования, виды сырья.
79. Концептуальная схема получения активного угля.
80. Физико-химические основы структурообразования (ФУС). Концептуальная модель.
81. Дробленые углеродные сорбенты и основные технологические стадии их получения (на основе угля БАУ).
82. Особенности технологии получения осветляющего активированного угля ОУ (по сравнению с БАУ), требования к готовому продукту.
83. Формованные (гранулированные) активированные угли и основные технологические стадии их получения.
84. Основные технологические параметры процесса получения гранулированных углей типа АГ-3 (стадии смешения компонентов исходного сырья, формования, карбонизации, активации, отсева). Требования к готовому продукту.
85. Активированные угли, получаемые способом химической активации. Основные технологические стадии процесса их производства.
86. Основные технологические параметры процесса получения углей СКТ (стадии приготовления исходных компонентов, смешения, формования, карбонизации и активации). Требования к активированному углю марки СКТ.

87. Основные виды сырья и условия их переработки при производстве УМС.
88. Технологические режимы основных стадий получения противогазового угля-катализатора.
89. Технология получения регенеративных продуктов на основе надперекисей натрия и калия. Их рецептуры и свойства
90. Обосновать технологию получения гранулированного угля на основе углеродсодержащего сырья. Охарактеризовать методы оценки его качества.
91. Методы контроля эффективности процесса активации.
92. Методика расчета количества импрегнирующей добавки при получении химического поглотителя на основе активного угля.
93. Методика определения оптимального количества импрегнирующей добавки в угле-поглотителе.
94. Расчет степени отработки материала с учетом стехиометрической емкости массивного поглотителя.
95. Методика расчета кинетических показателей процесса хемосорбции.
96. Влияние методики получения импрегнированного химического поглотителя на его свойства.

для экзамена:

97. Определение влияния условий процесса получения цеолита на структуру материала.
98. Методы получения силикагелей.
99. Методы модифицирования силикагелей.
100. Условия получения микропористого силикагеля.
101. Условия получения крупнопористого силикагеля.
102. Методы получения порошкообразных цеолитов.
103. Технология получения гранулированного силикагеля
104. Методика получения водостойкого силикагеля.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4.5 Варианты контрольной работы для текущей аттестации

1. Приведите примеры предприятий изготовителей *вид сорбента*.
2. Представьте блок-схему получения угля *марка*
3. Охарактеризуйте преимущества и недостатки *вид оборудования*.

Вариация заданий дается преподавателем – вид сорбента / марка активного угля / вид оборудования.

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 зачета и экзамена.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым («удовлетворительно») уровнем сформированности компетенции.

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