

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по учебной работе

_____ А. Е. Рудин

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.02	Адсорбционные процессы защиты окружающей среды
(Индекс дисциплины)	(Наименование дисциплины)
Кафедра: 18	Инженерной химии и промышленной экологии
Код	Наименование кафедры
Направление подготовки:	20.04.01 Техносферная безопасность
Профиль подготовки:	Инженерная защита окружающей среды
Уровень образования:	магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	216	216	
	Аудиторные занятия	85	85	
	Лекции	17	17	
	Лабораторные занятия	34	34	
	Практические занятия	34	34	
	Самостоятельная работа	95	95	
	Промежуточная аттестация	36	36	
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3	4	
	Зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		6	6	

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная			6									
Очно-заочная				6								
Заочная												

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»

На основании учебных планов № 2/1/216, 2/2/217

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2 Цель дисциплины

Формирование компетенций будущих магистров в области адсорбционных и адсорбционно-каталитических процессов.

1.3 Задачи дисциплины

- обучить разработке инженерно-технических решений по защите окружающей среды от токсичных веществ;
- научить методам анализа, расчёта, проектирования установок адсорбционной техники;
- показать основные материалы, приборы, методы исследования адсорбционных процессов; процессы взаимодействия примесных компонентов на межфазных поверхностях пористых сорбентов, ионообменников, активных углей, цеолитов и силикагелей, хлопьев коагулянтов и флокулянтов;
- обеспечить понимание особенностей межфазных процессов в дисперсных системах техники и живой природы, формирование технически грамотных подходов к разработке решений по очистке стоков и газовых выбросов от загрязнителей, выделению ценных компонентов адсорбционными методами

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-1	способность структурировать знания, готовностью к решению сложных и проблемных вопросов	Второй
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Научные принципы получения и применения адсорбентов Уметь: 1) Анализировать и выбирать адсорбенты для конкретных технологических систем Владеть: 1) Навыками исследования адсорбентов и адсорбционных процессов		
ПК-9	Способностью создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания	Второй
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Порядок расчетов режимов выполнения нормирования операций Уметь: 1) Применять методики и процедуры анализа и оценки состояния технологических процессов Владеть: 1) Навыками оценки соответствия фактического исполнения технологических процессов установленным требованиям		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Управление рисками, системный анализ и моделирование (ОПК-1, ПК-9).

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Терминология и общие определения			
Тема 1. Понятие об адсорбции. Виды адсорбции. Применение в промышленности и исследованиях.	10	10	
Тема 2. Основные свойства сорбентов	12	12	
Тема 3. Параметры адсорбционных процессов. Применяемые аппараты и режимы проведения адсорбции.	14	14	
Тема 4 Адсорбенты и их виды	12	12	
Текущий контроль 1 (Коллоквиум)	1	1	
Учебный модуль 2. Равновесная сорбция. Основные действующие законы и их применение для исследования и технологических расчётов.			
Тема 5 Понятие о изотерме адсорбции. Способы измерения, существующие типы изотерм и их математическое описание.	12	12	
Тема 6. Определение общей удельной поверхности адсорбентов, метод БЭТ, физическая сорбция, хемосорбция, ионный обмен. Определение размеров и распределения частиц и пор.	12	12	
Тема 7. Адсорбционные методы определения общей и парциальной поверхности адсорбентов, гетерогенных носителей и катализаторов (современное состояние и тенденции развития)	12	12	
Текущий контроль 2 (Коллоквиум)	1	1	
Учебный модуль 3. Неравновесная адсорбция. Кинетика и динамика сорбции.			
Тема 8. Основные параметры и закономерности сорбции. Понятие о выходной кривой сорбции и времени защитного действия.	12	12	
Тема 9. Технологические расчёты сорбционных процессов.	18	18	
Тема 10 Десорбция, виды десорбции, типы десорбирующих агентов	12	12	
Текущий контроль 3 (Коллоквиум)	1	1	
Учебный модуль 4. Применение адсорбции для очистки газов и жидкостей, химического анализа, гетерогенного катализа. Типы используемых адсорбентов.			
Тема 11. Оксид алюминия, способы получения, структура и кислотно основные свойства.	12	12	
Тема 12. Углеродные материалы, синтез, физико-химические свойства и применение. Циркулены, фуллерены, углеродные нанотрубки. Углеродные волокна, углерод-углеродные композиционные материалы.	12	12	
Тема 13. Современное состояние и перспективы применения процессов адсорбции для очистки промышленных выбросов и сбросов.	12	12	
Тема 14 Процессы переработки нефти, крекинг, риформинг. Использование процессов адсорбции в нефтеперерабатывающей отрасли.	14	14	
Текущий контроль 4 (Коллоквиум)	1	1	
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	36	36	
Всего:	216	216	

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1.	3	2	3	2		
2.	3	1	3	1		
3.	3	1	3	1		
4.	3	1	3	1		
5.	3	1	3	1		
6.	3	1	3	1		
7.	3	1	3	1		

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
8.	3	1	3	1		
9.	3	2	3	2		
10.	3	1	3	1		
11.	3	1	3	1		
12.	3	1	3	1		
13.	3	1	3	1		
14.	3	2	3	2		
ВСЕГО:		17		17		

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1,2	Изучение научных основ теории адсорбции, равновесия между фазами (семинар-диспут)	3	4	4	4		
3,4	Определение материального баланса процесса адсорбции (расчет)	3	6	4	6		
5,6	Обсуждение применяемых в промышленности типов адсорбентов, их свойств и выбор для конкретного процесса	3	4	4	4		
7,8	Расчет кинетики адсорбции с использованием критериальных уравнений	3	6	4	6		
9	Определение коэффициентов массоотдачи в парогазовой смеси	3	6	4	6		
10-12	Анализ конструктивных параметров адсорберов для применения в условиях конкретных производств (диспут)	3	4	4	4		
13,14	Выбор конструкций адсорберов для составления технологических схем очистки промышленных сбросов и выбросов	3	4	4	4		
ВСЕГО:			34		34		

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1-3	Определение сорбционной ёмкости углеродного сорбента.	3	4	4	4		
4,8	Определение статической и	3	4	4	4		

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	динамической ёмкости ионообменника						
4,6	Определение изотерм сорбции углеродного волокна в статическом и динамическом режиме.	3	4	4	4		
7,8	Исследование процесса очистки воды от органических загрязнений на углеродном сорбенте	3	5	4	5		
8	Определение содержания органических кислот методом тонкослойной хроматографии	3	5	4	5		
9	Определение состава органических жидкостей методом газовой хроматографии	3	4	4	4		
9,10.11	Изучение процесса разделения красителей методом колоночной жидкостной хроматографии.	3	4	4	4		
12,13	Определение содержания металлов в воде методом проточного ионного обмена	3	4	4	4		
ВСЕГО:			34		34		

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1–4	Коллоквиум	3	4	4	4		

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	36	4	36		
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	3	59	4	59		
Подготовка к экзаменам ³	3	36	4	36		
ВСЕГО:			131	131		

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция с презентацией; лекция-диалог; проблемная лекция	8	6	
Практические занятия	Рассмотрение примеров решения прикладных задач, дискуссия, опрос, коллоквиум, презентация домашнего задания	6	6	
Лабораторные занятия	Проведение учебного эксперимента на лабораторном стенде	34	17	
ВСЕГО:		48	29	

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций и лабораторных занятий, прохождение текущей аттестации	30	<ul style="list-style-type: none"> 2 балла за посещение каждой лекции (всего 9 лекций в семестре), максимум 18 баллов; 2 балла за каждую <u>своевременно</u> выполненную лабораторную работу (всего 8 работ в семестре), максимум 16 баллов; до 5 баллов за каждую выполненную и успешно защищенную лабораторную работу (всего 8 работ в семестре), максимум 40 балл; до 9 баллов за каждый успешно пройденный текущий контроль (всего 4 коллоквиума в семестре), максимум 36 баллов
2	Подготовка и представление устных докладов, либо участие в студенческой конференции «Инновации молодежной науки» с публикацией тезисов доклада	30	<ul style="list-style-type: none"> 50 баллов за доклад на занятии (всего 1 доклад в семестре), максимум 50 баллов; 50 баллов за публикацию тезисов доклада на конференции, либо до 50 баллов за доклад, максимум 50 баллов.
3	Сдача экзамена	40	<ul style="list-style-type: none"> Ответ на теоретический вопрос 25 баллов (полнота, владение терминологией, затраченное время, всего 2 вопроса) – максимум 50 баллов; Решение практического задания – до 50 баллов за задание, максимум 50 баллов.
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале
86 - 100	5 (отлично)
75 – 85	4 (хорошо)
61 – 74	

51 - 60	3 (удовлетворительно)
40 – 50	
17 – 39	2 (неудовлетворительно)
1 – 16	
0	

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная учебная литература

1. Панов, В. П. Адсорбционно-каталитические процессы в защите окружающей среды / В. П. Панов, Р. Ф. Витковская. – СПб.: СПГУТД, 2013. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1762, по паролю.
2. Панов, В. П. Инженерная защита окружающей среды: учебник для студ. учреждений высш. образования / В. П. Панов, Н. Ю. Бусыгин. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 304 с. – (Сер. Бакалавриат). - ISBN 978-5-4468-0764-2. - Библиогр.: с. 291–294. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2049, по паролю.

б) дополнительная литература и другие информационные источники

1. Экологическое состояние атмосферы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов-бакалавров/ А.В. Мешалкин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Ар Букс, 2015.— 273 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33871.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Гребенников С. Ф. Сорбция в полимерных системах [Электронный ресурс]: монография / Гребенников С. Ф., Эльтеков Ю. А. — СПб.: СПГУТД, 2014.— 286 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1967, по паролю.
3. Ведягин А.А. Каталитические методы защиты окружающей среды. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ведягин А.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 68 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44940>. — ЭБС «IPRbooks»
4. Гребенников С. Ф. Сорбция в полимерных системах [Электронный ресурс]: монография / Гребенников С. Ф., Эльтеков Ю. А. — СПб.: СПГУТД, 2014.— 286 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1967, по паролю.

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

1. Спицкий С. В. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся: методические указания / С. В. Спицкий. – СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.

2. Караулова, И. Б. Организация самостоятельной работы обучающихся / И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступа http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2014550, по паролю.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «СПбГУПТД», <http://publish.sutd.ru>
3. ГУП Водоканал Санкт-Петербурга www.vodokanal.spb.ru/

8.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория инструментальных методов анализа, оснащенная приборами: спектрофотометры СФ-2000, ИК Фурье ФСМ-1201; Спектроскан МАКС-GV; жидкостный хроматограф ЦВЕТ-4000; анализатор углерода ТОПАЗ С (все приборы с компьютерным управлением);

Лабораторные стенды. Видеопроектор с экраном, компьютер, ноутбук.

8.5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Pro Russian Upgrade Open No Level Academic;
2. Office Professional Plus 2007 Russian Academic No Level;

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Презентации по темам лекций, видеофильмы.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины; • конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p>
Практические занятия	На практических занятиях (семинарах) разъясняются теоретические положения курса, разбор конкретных ситуаций, проведение расчетов, развиваются организаторские способности обучающихся
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков применения различных физико-химических методов анализа и пробоподготовки.
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и других источников информации, а также подготовки к коллоквиумам и экзамену.</p> <p>Самостоятельная работа, связанная с выполнением индивидуальных заданий выполняется индивидуально.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом задания (перечнем вопросов), проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

**10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ****10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания****10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования**

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-1/2	<p>Характеризует физико-химические и технологические параметры адсорбентов</p> <p>Анализирует особенности ведения технологического процесса адсорбции и регенерации адсорбента</p> <p>Проводит исследования свойств адсорбентов физико-химическими методами</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практическое задание</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (10 вопросов)</p> <p>Перечень заданий (5 заданий)</p>

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-9/2	<p>Формулирует требования к выбору и использованию адсорбентов в системах адсорбционной очистки промышленных сбросов и выбросов</p> <p>Определяет составы исходного сырья и осуществлять контроль параметров технологического процесса</p> <p>Обоснованно выбирает методы очистки потоков и параметры технологических процессов для достижения оптимального эффекта очистки</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практическое задание</p>	<p>Перечень вопросов для устного собеседования (16 вопросов)</p> <p>Перечень заданий (5заданий)</p>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
86 - 100	5 (отлично)	<p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
75 – 85	4 (хорошо)	<p>Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Индивидуальное задание выполнено в достаточном объеме, но ограничивается только основными подходами.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
61 – 74		<p>Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.</p> <p>Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
51 - 60	3 (удовлетворительно)	<p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
40 – 50		<p>Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. При этом нарушены правила оформления или сроки представления работы.</p> <p>Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	<p>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил</p>

	оформления или сроков представления работы. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
1 – 16	Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Содержание работы полностью не соответствует заданию. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
0	Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

1.1. Перечень вопросов к экзамену

№ п/п	Формулировка вопроса (задания)	№ тем
1.	Адсорбция. Определения, основные понятия. Виды адсорбции. Десорбция.	1
2.	Свойства сорбентов. Насыпная плотность, удельная поверхность, удельный объём пор, распределение пор по размеру, предельная сорбция, энтальпия и энтропия сорбции, гидравлическое сопротивление слоя. Способы выражения количества поглощённого вещества.	1,2
3.	Общее описание сорбционных процессов. Динамические и статические режимы сорбции. Приведённая скорость движения газа или жидкости. Расходы компонентов и материальный баланс процесса.	3
4.	Основные стадии работы сорбционной установки.	3,4
5.	Общая схема устройства и работы адсорбционной установки.	3,5
6.	Изотерма сорбции, её значение для исследования свойств веществ, анализа и сорбционной очистки.	4
7.	Основные виды изотерм сорбции.	4
8.	Способы измерения изотерм сорбции в жидких и газовых средах.	4,5
9.	Мономолекулярная адсорбция. Уравнение Ленгмюра, Фрейндлиха.	4,5
10.	Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эммета, Теллера. Достоинства и недостатки.	5
11.	Применение уравнения БЭТ для изучения удельной поверхности сорбента.	5
12.	Способы определения объёма пор и их распределения по размеру, ртутная порометрия.	4
13.	Типы адсорбции, физическая, хемосорбция, ионный обмен.	5
14.	Основные способы определения общей и удельной поверхности сорбентов и катализаторов.	4,5
15.	Уравнения массоотдачи и массопередачи. Материальный баланс адсорбера, рабочая линия процесса.	4
16.	Скорость адсорбции и способы её вычисления.	6
17.	Выходная кривая динамической адсорбции, время защитного действия.	7
18.	Материальный баланс адсорбера, рабочая линия процесса, расчёт числа теоретических ступеней.	8
19.	Сорбенты на основе пористого оксида алюминия, способы получения, основные свойства.	9
20.	Сорбенты на основе силикагеля, способы получения, свойства.	10
21.	Цеолиты (молекулярные сита) природные и синтетические, способы получения, свойства.	10
22.	Углеродные сорбенты, активированный уголь, углеродные волокна, сажи, способы получения, структура, основные свойства.	11
23.	Новые формы углеродных сорбентов. Циркулены, фуллерены, углеродные нанотрубки, стеклоуглерод, филаментарный углерод, углерод-углеродные композиционные материалы. Углеродные носители катализаторов.	12

24.	Короткоцикловая безнагревная адсорбция, преимущества и область применения.	12
25.	Адсорбционные процессы для очистки промышленных выбросов и сбросов.	13
26.	Процессы переработки нефти, крекинг, риформинг. Использование процессов адсорбции в нефтеперерабатывающей отрасли.	14

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций
Не предусмотрены.

Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Определить требуемое количество активированного угля, высоту слоя адсорбента и диаметр адсорбера периодического действия для поглощения паров бензина из смеси его с воздухом. Расход паровоздушной смеси 3450 м ³ /ч. Начальная концентрация бензина $C_0=0.02$ кг/м ³ . Скорость паровоздушной смеси 0,23 м/с, считая на полное сечение аппарата, динамическая активность угля по бензину 7% (масс.), остаточная активность после десорбции 0,8% (масс.), насыпная плотность угля 500 кг/м ³ . Продолжительность десорбции. Сушки и охлаждения адсорбента составляет 1,45 ч.	$C = (68 \pm 4)$ млрд ⁻¹
2	Определить длину зоны массопередачи неподвижного слоя цеолита NaA ($d_s = 0.002$ м) и рабочую высоту колонного аппарата для процесса глубокой осушки газов ($C_{пр} = 2,94 \cdot 10^{-6}$ кг/м ³) при следующих условиях: высота неподвижного слоя 0,26м, $C_0 = 0,01$ кг/м ³ , скорость паровоздушного потока, отнесенная к полному сечению аппарата, 0,5 м/с, $t_{нас} = 190$ мин, $t_{пр} = 110$ мин.	13,8 см
3	Адсорбция некоторого газа на поверхности твердого тела описывается изотермой Лэнгмюра и при 25 ⁰ с характеризуется константой адсорбционного равновесия $K=0,85$ кПа ⁻¹ . Рассчитайте давление газа в изучаемой системе при разных степенях заполнения поверхности газом: $\theta = 0,15$; $\theta = 0,95$.	0,21 кПа; 0,95 кПа.

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Определяются Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013 г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения экзаменов

- время на подготовку к устному собеседованию составляет 30 минут;
- выполнение практико-ориентированного задания составляет 30 минут.