

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.04.01 (Индекс дисциплины)	Каталитические процессы защиты окружающей среды (Наименование дисциплины)
Кафедра: 18 Код	Инженерной химии и промышленной экологии 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	51	51	
	Практические занятия	17	17	
	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 процессов каталитической деструкции загрязнений сточных вод и газовых выбросов.

1.3. Задачи дисциплины

- Дать основные понятия о катализе, типах процессов и применяемых катализаторах;
- раскрыть основные теории катализа;
- рассмотреть свойства катализаторов и способы их определения;
- показать закономерности протекания каталитических процессов;
- рассмотреть применяемое в катализе оборудование;
- дать примеры расчёта установок обезвреживания промышленных загрязнений.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-1	способностью структурировать знания, готовностью к решению сложных и проблемных вопросов	Второй
Планируемые результаты обучения Знать: 1) физико-химические основы получения каталитически-активных материалов Уметь: 1) Прогнозировать природу катализатора и технологии его приготовления Владеть: 1) Навыками исследования свойств каталитически-активных материалов		
ПК-9	Способностью создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания	Второй
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Правила проектирования технологического процесса Уметь: 1) Выполнять расчеты норм времени, расхода материалов, сырья, технологических отходов Владеть: 1) Навыками определения критериев технологической прогрессивности и экономической эффективности программ модернизации		

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. Катализ, введение и основные понятия.			
Тема 1. Понятие о химической кинетике, путях проведения реакции, константах скорости, порядке реакции и энергии активации.	10	10	
Тема 2. Классификация катализаторов и типы каталитических систем. Гомогенный и гетерогенный катализ.	12	12	
Тема 3. Механизмы действия катализаторов. Окислительно-восстановительные катализаторы. Роль соединений переходных металлов в катализе.	14	14	
Тема 4. Роль катализаторов в становлении современной промышленности.	12	12	
Текущий контроль 1 (коллоквиум)	1	1	
Учебный модуль 2 Структура гетерогенных катализаторов			
Тема 5. Основы приготовления катализаторов.	12	12	
Тема 6. Типы подложек – носителей катализаторов и их приготовление.	12	12	
Тема 7. Методы нанесения каталитических слоёв на подложки.	12	12	
Текущий контроль 2 (коллоквиум)	1	1	
Учебный модуль 3. Физико-химические методы исследования катализаторов			
Тема 8. Изучение морфологии, дисперсности, химического состава, фазового состава, текстурных характеристик, площади поверхности.	12	12	
Тема 9. Изучение механических свойств катализаторов.	18	18	
Тема 10. Изучение химических свойств катализаторов. Интегральные и дифференциальные методы исследования, схемы проточно-циркуляционных установок.	12	12	
Текущий контроль 3 (коллоквиум)	1	1	
Учебный модуль 4. Применение катализаторов в процессах очистки газовых и жидких сред от загрязнений.			
Тема 11. Схемы применения окислительно-восстановительного катализа для очистки сточных вод и газовых выбросов от различных токсикантов.	12	12	
Тема 12. Механизмы активации кислорода в водных растворах.	12	12	
Тема 13. Взаимодействие пероксида водорода с ионами переходных металлов и их соединениями.	12	12	
Тема 14. Методы расчёта каталитических установок.	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		
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		

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
14.	3	2	3	2		
ВСЕГО:		17		17		

3.2. Практические и семинарские 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	Кинетика катализа, понятие о константах реакции, порядке реакции и энергии активации (семинар – диспут).	3	4	4	4		
1, 2, 3	Изучение научных основ теории катализа, понятие о каталитическом центре, внешне-, внутренне-диффузионной и кинетической области протекания процесса (семинар-диспут)	3	3	4	3		
2	Гомогенный и гетерогенный катализ, области применения, достоинства и недостатки (семинар)	3	3	4	3		
5, 6, 7	Методы приготовления гетерогенных катализаторов. Виды подложек и способы нанесения каталитических покрытий (семинар-диспут)	3	4	4	4		
8, 9, 10	Методы физико-химического исследования свойств гетерогенных катализаторов. Схемы установок по изучению химической активности (семинар-диспут).	3	3	4	3		
ВСЕГО:			17		17		

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, 2	Исследование кинетики каталитического разложения пероксида водорода на гомогенных и гетерогенных катализаторах.	3	4	4	4		
1, 2	Исследование механизмов взаимодействия кислорода и пероксида водорода с каталитическими центрами	3	4	4	4		
3, 4	Изучение кинетики разложения этилацетата на щелочном катализаторе	3	4	4	4		
2, 4	Изучение применяемых в промышленности типов катализаторов, их свойств и выбор для конкретных	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)
	процессов						
3, 4,5,6	Изучение процесса окисления красителей на волокнистом катализаторе.	3	5	4	5		
5,6.7	Изучение процесса приготовления гетерогенного катализатора на стекловолокнистой подложке	3	5	4	5		
8	Изучение элементного состава образцов гетерогенных катализаторов рентгено-флуоресцентным методом	3	4	4	4		
10, 11	Изучение процесса окисления сульфидов на волокнистом катализаторе	3	4	4	4		
12, 14	Изучение процесса деструкции органических веществ на стекловолокнистом катализаторе	3	4	4	4		
11.12,14	Изучение процесса окисления сульфита натрия на гомогенных и гетерогенных катализаторах.	3	4	4	4		
4, 11, 14	Анализ процессов совместной диффузии и катализа с помощью критериальных зависимостей	3	3	4	3		
8, 9, 10, 11	Анализ конструкционных параметров каталитических установок для применения в условиях конкретных производств	3	3	4	3		
2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Методы выбора форм катализаторов и конструкций аппаратов и составление технологических схем очистки промышленных сбросов и выбросов	3	3	4	3		
ВСЕГО:			51		51		

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		

6. 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

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
			время, всего 2 вопроса) – максимум 50 баллов; <ul style="list-style-type: none"> 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	
40 – 50	3 (удовлетворительно)
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. Радоуцкий В.Ю. Опасные природные процессы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В., Васюткина Д.И.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 198 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28371>. — ЭБС «IPRbooks», 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. Каталитические процессы в защите окружающей среды. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Витковская Р. Ф., Петров С. В. – СПб.: СПбГУПТД, 2017.– 26 с.– Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017100, 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;
3. Mathcad Education – University Edition.

...

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	Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ: <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; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.
Практические занятия	Практические занятия позволяют студенту овладеть навыками расчетов кинетических и технологических параметров каталитических процессов и аппаратов
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков применения различных физико-химических методов анализа и пробоподготовки.
Самостоятельная работа	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. Самостоятельная работа, связанная с выполнением индивидуальных заданий выполняется индивидуально.

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с демонстрационным вариантом задания (перечнем вопросов), проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

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	Перечисляет основные физико-химические характеристики катализаторов и способы их получения В соответствии с заданными свойствами конечного продукта планирует технологические стадии получения катализаторов Выполняет анализ каталитических свойств материалов физико-химическими методами	Вопросы для устного собеседования Практическое задание	Перечень вопросов для устного собеседования (10 вопросов) Перечень заданий (5 заданий)
ПК – 9/2	Формулирует требования к выбору и использованию катализаторов в системах каталитической очистки промышленных сбросов и выбросов Оценивает комплекс соотношений характеристик исходного сырья и необходимых доз химических реагентов для достижения нормативных показателей Рассчитывает нормы расхода материалов при каталитической очистке сбросов и выбросов на основе научно-обоснованных нормативов	Вопросы для устного собеседования Практическое задание	Перечень вопросов для устного собеседования (16 вопросов) Перечень заданий (5 заданий)

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)	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. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
75 – 85	4 (хорошо)	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. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Многочисленные грубые ошибки.</p> <p>Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы.</p> <p>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
1 – 16		<p>Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины.</p> <p>Содержание работы полностью не соответствует заданию.</p> <p>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>
0		<p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).</p> <p>Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.</p> <p>Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>

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

№ п/п	Формулировка вопроса (задания)	Номер темы
1.	Понятие о скорости химической реакции. Путь химической реакции. Основное уравнение химической кинетики, константа скорости, порядок реакции и энергия активации.	1
2.	Катализаторы, определения, механизмы действия катализаторов. Понятие о промежуточном комплексе субстрат – катализатор.	2
3.	Типы катализаторов и каталитических реакций. Гетерогенный и гомогенный катализ, особенности, преимущества, недостатки.	2
4.	Роль переходных металлов и их соединений в окислительно-восстановительном катализе.	3
5.	Примеры каталитических процессов в промышленности.	4

№ п/п	Формулировка вопроса (задания)	Номер темы																										
6.	Структура гетерогенного катализатора, понятие о носителе и каталитическом слое. Требования к носителям.	5																										
7.	Известные способы нанесения каталитических слоёв на инертный носитель. Сравнение, преимущества, недостатки.	6																										
8.	Носители катализаторов, применяемые в технике, сравнение, преимущества, недостатки	7																										
9.	Способы изучения формы, дисперсности катализаторов, ртутная порометрия	7,8																										
10.	Способы определения поверхности гетерогенного катализатора. Сорбционные методы.	8																										
11.	Исследование фазового состава и текстурных характеристик катализаторов. Рентгеновские, ультразвуковые, микроскопические способы.	7,8																										
12.	Основные физико-химические способы изучения химического состава катализаторов.	7,8																										
13.	Механические свойства катализаторов, прочность, упругость, твёрдость и способы их определения.	9																										
14.	Методы исследования химической стойкости гетерогенных катализаторов.	9																										
15.	Понятие о химической активности, селективности катализаторов.	9																										
16.	Способы определения химической активности катализаторов. Дифференциальные и интегральные проточные и проточно-циркуляционные реакторы, достоинства и недостатки.	10																										
17.	10	18.	Роль окислительно-восстановительного катализа в промышленности. Схемы его применения для очистки жидкостей и газов от загрязнителей. Преимущества каталитической схемы очистки.	11	19.	Кислород, как агент жидкофазного окисления. Растворимость кислорода в воде, механизмы активации растворённого кислорода.	12	20.	Пероксид водорода, как окислитель. Его химические свойства, неустойчивость, основные пероксидные ионы и радикалы. Механизмы взаимодействия пероксида водорода с переходными металлами.	13	21.	Особенности процессов окисления органических соединений пероксидом водорода в присутствии катализаторов.	13	22.	Основные загрязнители промышленных газовых выбросов, поддающиеся очистке каталитическим способом	12,13	23.	Химический состав выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания.	13	24.	Расчёт каталитического блока обезвреживания выхлопных газов.	11,13	25.	Основные загрязнители промышленных сточных вод, которые могут быть удалены каталитическим методом	12,13	26.	Расчёт каталитической установки каталитического окисления пероксидом водорода красителей в сточной воде текстильного предприятия.	14
18.	Роль окислительно-восстановительного катализа в промышленности. Схемы его применения для очистки жидкостей и газов от загрязнителей. Преимущества каталитической схемы очистки.	11																										
19.	Кислород, как агент жидкофазного окисления. Растворимость кислорода в воде, механизмы активации растворённого кислорода.	12																										
20.	Пероксид водорода, как окислитель. Его химические свойства, неустойчивость, основные пероксидные ионы и радикалы. Механизмы взаимодействия пероксида водорода с переходными металлами.	13																										
21.	Особенности процессов окисления органических соединений пероксидом водорода в присутствии катализаторов.	13																										
22.	Основные загрязнители промышленных газовых выбросов, поддающиеся очистке каталитическим способом	12,13																										
23.	Химический состав выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания.	13																										
24.	Расчёт каталитического блока обезвреживания выхлопных газов.	11,13																										
25.	Основные загрязнители промышленных сточных вод, которые могут быть удалены каталитическим методом	12,13																										
26.	Расчёт каталитической установки каталитического окисления пероксидом водорода красителей в сточной воде текстильного предприятия.	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	Для элементарной газофазной реакции $\text{H}_2 + \text{Ar} \rightarrow 2\text{H} + \text{Ar}$ значение константы скорости при 3000 К равно $2,2 \cdot 10^4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Определите скорость этой реакции, если известны концентрации $[\text{H}_2] = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ М}$, $[\text{Ar}] = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ М}$. При каком значении концентрации аргона скорость реакции увеличится вдвое?	$v = 0,037 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$
2	Необходимо определить при температуре 273 К константу скорости реакции, энергия активации которой равна $160 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. С какой допустимой погрешностью следует осуществить измерение температуры, чтобы получить значение константы скорости с точностью до 2 %?	$\Delta T = 0,08 \text{ К}$

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
3	При иницировании фотохимической реакции необходимая для возбуждения энергия равна $126 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$. Определите численные значения величин, соответствующих этой энергии: частота света; волновое число, длина волны, нм.	$\nu = 3,16 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$ $\omega = 10500 \text{ см}^{-1}$ $\lambda = 952 \text{ нм}$
4	Присутствие катализатора позволяет уменьшить энергию активации химического процесса, реализуемого при температуре 500°C , от 50 до 35 кДж. Покажите : а) во сколько раз увеличится скорость каталитической реакции по сравнению с некаталитической, полагая, что все другие факторы скорости реакции остаются неизменными; б) при какой температуре каталитическая реакция протекала бы с такой же скоростью, что и некаталитическая при 500°C ; какие преимущества дает использование катализатора.	$K_2 = 10,3 \text{ к}1$ $T_2 = 541,1 \text{ К}$

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.