

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04

(индекс дисциплины)

Теория химических процессов органического синтеза

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **12** Органической химии

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических веществ

Уровень образования: бакалавриат

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	144		
	Аудиторные занятия	54		
	Лекции	18		
	Лабораторные занятия	36		
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	54		
	Промежуточная аттестация	36		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	5		
	Зачет			
	Курсовая работа	5		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

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

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология

и на основании учебного плана № b180301.12-12_20
b180301.12-3_20

Кафедра-разработчик: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

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

Сформировать компетенции обучающегося в области химической технологии органических веществ.

1.3. Задачи дисциплины

- Сформировать способности понимать физико-химическую суть процессов получения органических веществ;
- Раскрыть основные закономерности использования теоретических знаний в комплексной инженерной деятельности;
- Рассмотреть требования к выполнению технологических расчетов процессов и оборудования, к разработке технологических процессов, проектированию и использованию нового оборудования химической технологии.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	1
Планируемые результаты обучения Знать: 1) виды технической документации, используемой в химической технологии; 2) классификацию и характеристику типового оборудования процессов химической технологии органических веществ; 3) разновидность технологических схем, аппаратурное оформление и принципы работы технологического оборудования для производства органических веществ. Уметь: 1) подбирать оборудование для конкретного процесса химической технологии органических веществ; 2) готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования, используемого в химической технологии. Владеть: 1) навыками осуществления технологических операций в синтезе продуктов органического синтеза.		
ПК-12	Способность анализировать технологический процесс как объект управления	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные методы управления химико-технологическим процессом. Уметь: 1) анализировать химико-технологический процесс в целом и отдельные его узлы. Владеть: 1) навыками экспериментального определения основных характеристик химико-технологических процессов; 2) принципами обработки и оценки результатов экспериментов по синтезу органических веществ.		
ПК-16	Способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального	12

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	исследования	
Планируемые результаты обучения Знать: 1) концепции, принципы и методологию планирования экспериментов в области получения органических веществ. Уметь: 1) осуществлять обработку результатов проведенных экспериментов и оценивать их погрешности. Владеть: 1) методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области химической технологии органических веществ.		
ПК-20	Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	12
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные способы анализа отечественного и зарубежного опыта в сфере химии и технологии органических веществ. Уметь: 1) использовать критический подход при анализе отечественного и зарубежного опыта в сфере химии и технологии органических веществ. Владеть: 1) навыками и приемами анализа отечественного и зарубежного опыта в сфере химии и технологии органических веществ.		

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

Общая химическая технология (ПК-9, ПК-12);

Введение в технологию органических веществ (ПК-20);

Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности) (ПК-9, ПК-20);

Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-16).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Стереохимия и материальные расчеты химических реакций.			
Тема 1. Материальный баланс процесса и его характеристики Простые и сложные реакции, стехиометрически независимые реакции и ключевые вещества. Уравнения баланса простых и сложных реакций, таблицы балансов. Расчеты концентраций и парциальных давлений компонентов процесса.	8		
Тема 2. Безразмерные характеристики баланса реакций Степень конверсии, выходы, селективность. Парциальные молярные балансы.	8		
Текущий контроль 1. Коллоквиум	2		
Учебный модуль 2. Равновесие органических реакций			
Тема 3. Термодинамические основы равновесия органических реакций Основные термодинамические соотношения, их применение для расчета констант равновесия для идеальных газов по табличным данным. Расчет констант равновесия для реальных газов. Приближенные методы расчета констант равновесий, способ структурных групп. Расчет констант равновесий для жидкофазных и гетерофазных реакций.	14		
Тема 4. Экспериментальные методы определения констант равновесия	14		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Расчет состава равновесных смесей для разных типов простых и сложных реакций. Термодинамические факторы выбора условий химического процесса.			
Текущий контроль 2 (Коллоквиум)	2		
Текущий контроль 2 (Защита отчета по лабораторной работе №1,2)	2		
Учебный модуль 3. Основы кинетического исследования и построения кинетических моделей органических реакций.			
Тема 5. Кинетика органических реакций Скорости, превращения веществ и скорости реакций, их определения. Кинетическое уравнение и кинетическая модель. Кинетическое исследование процесса, экспериментальные установки и варьируемые параметры.	14		
Тема 6. Связь кинетики и механизма органических реакций Гипотеза о схеме превращений для сложных реакций и способы ее подтверждения. Гипотеза о механизме реакций в построение кинетических уравнений. Элементарные и неэлементарные реакции, их механизм и кинетика. Метод маршрутов. Преобразование кинетических уравнений с учетом разных форм реагентов и катализаторов. Связь кинетики с селективностью сложных реакций.	5		
Тема 7. Основы обработки кинетических экспериментальных данных Поиск констант уравнений методами линейного и нелинейного МНК. Проверка адекватности модели с экспериментом визуальным и статистическими методами. Дискриминация других гипотез. Оценка доверительного интервала найденных констант при обработке опытов по линейному и нелинейному МНК, доверительные эллипсоиды. Интегральный метод обработки опытов, его применение для простых и обратимых реакций с одной, двумя и более неизвестными константами, изучавшимися в периодических условиях и в потоке. Дифференциальный метод обработки опытов для простых и обратимых реакций разного типа. Параллельные реакции, закономерности в составе их продуктов и селективности. Определение отношения констант параллельных реакций и реакционной способности. Кинетическое исследование параллельных реакций. Последовательные реакции, закономерности в составе их продуктов и селективности, роль степени конверсии и соотношения реагентов определение соотношения констант последовательных стадий реакции. Кинетическое исследование последовательных и более сложных систем реакций интегральным и дифференциальным методами.	5		
Тема 8. Типы органических реакций Радикальные реакции. Способы и характеристика стадии зарождения цепи. Продолжение и обрыв цепи. Механизмы основных радикально-цепных реакций замещения, расщепления и присоединения, характеристики их элементарных стадий. Кинетика неразветвленных цепных реакций, влияние способов зарождения и обрыва цепи. Разветвленные цепные реакции, их кинетические уравнения. Специальные методы исследования радикально-цепных реакций и свободных радикалов. Особенности исследования кинетики и обработки данных для радикальных реакций. Гомогенные катализаторы, требования к ним, достоинства и недостатки. Реакции нуклеофильного катализа, два типа их механизмов, построение и анализ кинетических уравнений, наличие некаталитической реакции и автокатализ. Факторы, определяющие эффективность нуклеофильного катализа. Кисотно-основной и электрофильный катализ, их механизм и области применения. Концепция жестких и мягких кислот и оснований, ее применение для выбора катализаторов. Константы кислотности и основности. Абсолютная шкала кислотности и основности, кислотность и функция кислотности Гаммета, закономерности в их изменении. Скорости переноса протона. Специфический кислотно-основной катализ, анализ разных зависимостей их скорости от кислотности (основности) среды. А-1 и А-2 механизмы катализа. Кинетика общего кислотно-основного катализа, уравнение, Бренстеда. Электрофильный	10		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<p>катализ. Строение и конфигурация каталитически активных комплексов переходных металлов, лиганды, правило 16-18 электронов. Элементарные реакции металлокомплексных соединений, их механизмы (диссоциация, присоединение и замещение лигандов, перенос электрона, диссоциативная координация, внедрение, внешняя атака лиганда, элиминирование). Механизм важнейших реакций металлокомплексного катализа, их элементарные стадии и основные типы металлокомплексных катализаторов. Кинетика металлокомплексного катализа, функция закомплексованности катализатора, ингибиторы катализа.</p> <p>Особенности исследования промежуточных каталитических комплексов и кинетики гомогенно-каталитических реакций, обработки опытов интегральным и дифференциальным методами.</p> <p>Иммобилизованные гомогенные катализаторы, их виды, носители и способы получения. Особенности механизма и кинетики реакций на этих катализаторах, их преимущества и недостатки.</p> <p>Гетерофазные реакции. Их значение и основные типы. Равновесие и кинетика межфазного переноса. Кинетическая область гетерофазных реакций, вывод и анализ уравнений скорости. Катализ межфазного переноса. Переходная область гетерофазных реакций без учета реакции в пленке, построение и анализ кинетических уравнений. Переходная область с учетом реакции в пограничной пленке, вывод и анализ уравнения Хатта. Мгновенная реакция в пограничной пленке, вывод и анализ уравнения скорости. Кинетика, состав продуктов и селективность сложных реакций при гетерофазных процессах. Особенности исследования и обработки опытов при гетерофазных процессах, установление области протекания реакции.</p> <p>Гетерогеннокаталитические реакции. Их значение и области применения. Классификация гетерогенных катализаторов, способы их получения и применения. Характеристика работы гетерогенных катализаторов. Адсорбционные явления при катализе. Характеристики физической структура катализаторов и их определение, изотермы и теплоты адсорбции. Механизм гетерогеннокаталитических реакций. Теории, основанные на коллективных свойствах катализатора. Механизм и природы активных центров при кислотно-основном катализе. Механизм реакций на переходных металлах и их окислах, аналогии с металлокомплексным катализом. Корреляции активности и селективности гетерогенных катализаторов с их свойствами. Физические и физико-химические методы исследования гетерогенных катализаторов и поверхностных комплексов с субстратами. Основы кинетики гетерогенно каталитических реакций, основные области протекания реакции и способы их установления. Кинетическая область гетерогенного катализа, построение уравнений для однородной и неоднородной поверхности катализатора. Сорбционная область катализа на однородной и неоднородной поверхности, переходные с ней области. Внешнедиффузионная и переходные с ней области, вывод и анализ уравнений скорости, тепловая устойчивость переходной области. Внутридиффузионная и переходная с ней области, вывод и анализ уравнения скорости, фактор эффективности и критерий Тиле. Особенности разных областей гетерогенного катализа, методов их исследования и обработки экспериментов. Селективность сложных реакций при гетерогеннокаталитических реакциях.</p>			
Текущий контроль 3 (Коллоквиум)	1		
Текущий контроль 3 (Защита отчета по лабораторной работе №3)	4		
Учебный модуль 4. Основы выбора и оптимизации условий проведения химических процессов			
<p>Тема 9. Основы расчета реакторов для проведения химико-технологических процессов различных типов</p> <p>Удельная производительность идеальных реакторов и их комбинаций, роль перемешивания и секционирования. Выбор типа реакционного узла для разных процессов по критерию удельной производительности. Влияние параметров</p>	5		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
процесса (концентраций, парциальных давлений, соотношения реагентов, степени конверсии, температуры) на удельную производительность реакторов. Возможности выбора этих параметров по критерию удельной производительности. Зависимость селективности сложных реакций от концентраций (парциальных давлений), соотношения реагентов, и степени конверсии, возможности регулирования селективности при помощи этих параметров. Влияние на селективность типа реакторов и способа введения реагентов. Расчет селективности для последовательностей идеальных реакторов, выбор типа реакционного узла по критерию селективности. Зависимость селективности от температуры.			
Тема 10. Основы экономической оценки эффективности химико-технологических процессов Основы применения экономических критериев для оптимизации реакционного узла. Примеры оптимизации реакционного узла по экономическим критериям.	5		
Текущий контроль 4. Коллоквиум	2		
Текущий контроль 4. Курсовая работа	7		
Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен	36		
ВСЕГО:	144		

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	5	1				
2	5	1				
3	5	4				
4	5	2				
5	5	2				
6	5	2				
7	5	2				
8	5	2				
9	5	1				
10	5	1				
ВСЕГО:		18				

3.2. Практические и семинарские занятия

Не предусмотрено

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
3	Определение концентрационной константы равновесия	5	12				
4	Определение константы скорости процесса	5	12				
5	Определение скоростей прямой и обратной реакции равновесного процесса	5	12				
ВСЕГО:			36				

4. КУРСОВАЯ РАБОТА

4.1. Цели и задачи курсовой работы

В ходе выполнения курсовой работы студенты должны применить полученные навыки и знания химии и технологии органических веществ для расчета материального баланса, а также кинетико-термодинамического расчета процесса получения органического вещества. Во «Введении» следует указать современные методы синтеза заданного вещества, в основной части показать умения осуществлять необходимые химико-технологические расчеты, в «Заключении» дать рекомендации по оптимизации процесса.

4.2. Тематика курсовой работы

1. Процесс получения монохлорпроизводных из углеводов.
2. Процесс получения полихлорпроизводных из углеводов.
3. Процесс окисления углеводов до альдегидов.
4. Процесс окисления углеводов до кислот.
5. Процесс окисления спиртов до альдегидов.
6. Процесс получения аминов из спиртов и аммиака.
7. Процесс диспропорционирования ароматических углеводов.
8. Процесс получения сложных эфиров этерификацией.
9. Процесс получения спиртов из галогенпроизводных.
10. Процесс получения стирола из этилбензола.
11. Процесс получения нитрила бензойной кислоты и бензальдегида из толуола.
12. Процесс получения акрилонитрила.
13. Процесс получения простого эфира из спирта.
14. Процесс окисления алкена до эпоксида.
15. Процесс нитрования фенола.

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется в индивидуальном порядке, с использованием рекомендуемых источников информации, в т.ч. электронные ресурсы и ГОСТы.

Результаты представляются в виде отчета, объемом 15-20 листов машинописного текста, содержащего следующие обязательные элементы: схемы химических реакций, механизмы химических реакций, технологические схемы процесса, таблицы и рисунки.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ 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
1,2,3,4	Коллоквиум	5	4				
2,3	Защита отчета по лабораторной работе	5	2				
4	Защита курсовой работы	5	1				

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	5	32				
Подготовка к лабораторным занятиям	5	15				
Выполнение курсовой работы	5	7				
Подготовка к экзамену	5	36				

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
ВСЕГО:		54+36				

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	Проблемная лекция	2		
ВСЕГО:		2		

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Попова, Л.М., Вершилов, С.В. Технология органических веществ: Учебное пособие / Л.М. Попова. - СПбГТУ РП. - СПб, 2015. – Часть 1. - 90 с.

2.

б) дополнительная учебная литература

3. Евдокимов, А.Н. Теория химико-технологических процессов органического синтеза [Текст]: Ч. 1. Гетерофазные реакции: учебное пособие/ А.Н. Евдокимов: СПбГТУРП. СПб. 2011. – 64 с. Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/teorchemtexn.htm>. — НИЦ ВШТЭ

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

1. Евдокимов, А.Н. Основы химико-технологических расчетов процессов производства органических веществ [Текст]: учебное пособие/ А.Н. Евдокимов, А.В. Курзин -СПбГТУРП. – СПб. 2014 – 105 с. Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/2.pdf>. — НИЦ ВШТЭ

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

1. ЭБС «IPRbooks». URL адрес: www.iprbookshop.ru

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

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом (ноутбук, медиапроектор);

2. Учебные лаборатории по химии и технологии органических веществ. Перечень используемого лабораторного оборудования: приборы (испаритель роторный LABOROTA-4000), химреактивы, химическая посуда, спектрофотометр СФ-2000.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации по следующим темам: «Материальный баланс процесса и его характеристики», «Безразмерные характеристики баланса реакций», «Термодинамические основы равновесия органических реакций», «Кинетика органических реакций», «Основы обработки кинетических экспериментальных данных», «Типы органических реакций».

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции являются теоретическим обеспечением дисциплины. На лекциях излагается основное содержание дисциплины, формулируются главные понятия и методология предмета. Содержание дисциплины иллюстрируется конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Работа с конспектом лекций по данной дисциплине; • Чтение рекомендованной основной и дополнительной литературы; • Просмотр российских и зарубежных периодических изданий; ресурсов Интернет. <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или лекции.</p>
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют приобретению навыков экспериментальной работы по получению органических веществ, что необходимо для подготовки обучающихся к научным исследованиям, они дают наглядное представление о химико-технологических процессах производства органических веществ.</p> <p>Следует предварительно изучить учебно-методические указания по выполнению лабораторных работ.</p>
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, подготовки к коллоквиумам и экзамену. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться при участии преподавателя.</p> <p>Курсовая работа является важной формой самостоятельной работы студентов. Выполнение курсовой работы предусмотрено при изучении дисциплины и имеет целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний, развитие практических навыков их применения, овладения элементами самостоятельной работы при технологических расчетах процессов и оборудования. При подготовке курсовой работы требуется использование соответствующей литературы: учебной, учебно-методической, научно-исследовательской, справочной, нормативно статистической. Тематику курсовой работы студент выбирает самостоятельно, руководствуясь прилагаемым перечнем направлений (п. 4.2). Темы являются индивидуальными для каждого студента.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, отчеты по лабораторным занятиям, 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

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-9 (1)	1. Воспроизводит классификацию и характеристику типового оборудования процессов химической технологии органических веществ. 2. Подбирает оборудование для конкретного процесса химической технологии органических веществ. 3. Использует навыки осуществления технологических операций в синтезе продуктов органического синтеза.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание (задача). 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к экзамену (40 вопросов) 2. Практические задания (15 заданий) 3. Перечень тем курсовых работ (15)
ПК-12 (2)	1. Применяет основные методы управления химико-технологическим процессом. 2. Анализирует химико-технологический процесс в целом и отдельные его узлы. 3. Использует принципы обработки и оценки результатов экспериментов по синтезу органических веществ.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание (задача). 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к экзамену (40 вопросов) 2. Практические задания (15 заданий) 3. Перечень тем курсовых работ (15)
ПК-16 (12)	1. Планирует и проводит обработку результатов эксперимента. 2. Оценивает погрешности, выдвигает гипотезы и устанавливает границы их применения. 3. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического исследования.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание (задача). 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к экзамену (40 вопросов) 2. Практические задания (15 заданий) 3. Перечень тем курсовых работ (15)
ПК-20 (12)	Анализирует научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	1. Устное собеседование 2. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к экзамену (40 вопросов) 2. Перечень тем курсовых работ (15)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Курсовая работа
отлично	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий знание методов управления химико-технологическими процессами, а также глубокое понимание физико-химической сути процессов получения органических веществ. Обучающийся может производить технологические расчеты химико-технологических процессов и оборудования. Могут присутствовать несущественные ошибки, не связанные с сутью обсуждаемой проблемы. Критический, оригинальный подход к материалу.	Курсовая работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию. Проанализирована основная и дополнительная литература; Химико-технологические расчеты курсовой работы выполнены в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению курсовых работ, принятыми на кафедре органической химии. Защита курсовой работы проведена грамотно с демонстрацией мультимедийной презентации. Ответы на вопросы даны исчерпывающие.

хорошо	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации (материалы лекций, рекомендованная литература). Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки, большая часть которых может быть исправлена самостоятельно при устном собеседовании с преподавателем.	Химико-технологические расчеты курсовой работы выполнены в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению курсовых работ, принятыми на кафедре органической химии. Допустимо наличие незначительных погрешностей в оформлении курсовой работы. Проанализирована основная и дополнительная литература по проблематике курсовой. Защита курсовой работы проведена грамотно с демонстрацией мультимедийной презентации. Ответы на вопросы даны с несущественными ошибками.
удовлетворительно	Ответ неполный, основанный только на материалах лекций. Может перечислить методы управления химико-технологическими процессами. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов	В тексте курсовой работы присутствуют ошибки в химико-технологических расчетах, неточности и непоследовательность излагаемого материала. Недостаточно грамотная защита, слабое владение специальной терминологией, допущены существенные ошибки при ответе на вопросы.
неудовлетворительно	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Неспособность интерпретировать наблюдаемые или описываемые явления с позиций основных положений изученной дисциплины (вне зависимости от успешности выполненного письменного задания).	В курсовой работе неточно освещены вопросы темы, присутствуют значительные отклонения от необходимых требований, не выполнены химико-технологические расчеты; суждения и выводы отсутствуют; логика работы нарушена. Материал излагается с многочисленными ошибками и непоследовательно; ответы на вопросы отсутствуют. Курсовая работа не соответствует заданию.

** Существенные ошибки – недостаточная глубина и осознанность ответа (например, студент не смог применить теоретические знания для объяснения явлений, для установления причинно-следственных связей, сравнения и классификации явлений и т.д.).*

** Несущественные ошибки – неполнота ответа (например, упущение из вида какого-либо нехарактерного факта, дополнения при описании процесса, явления, закономерностей и т.д.); к ним могут быть отнесены оговорки, допущенные при невнимательности студента.*

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, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Особенности органических реакций, их классификации	1
2	Материальные характеристики химических процессов: мольные количества веществ, мольный поток, полнота реакции, уравнение материального баланса	2
3	Характеристика сложных реакций: основной, целевой и побочные продукты, стехиометрически независимые превращения, ключевые компоненты, их определение	2
4	Основные показатели химико-технологических процессов: степень конверсии, селективность, выход. Формулы для их расчета, уравнение, показывающее их взаимосвязь	2
5	Концентрация, парциальное давление и мольная доля вещества: определение, формулы для расчета	2
6	Термодинамические расчеты химического равновесия идеальных газофазных систем (ΔG и K_p): приближенные (метод структурных групп) и точные (метод Темкина-Шварцмана).	3

7	Особенности термодинамических расчетов химических равновесий для реальных газов: фугитивность, активность, коэффициент сжимаемости, приведенные параметры, K_y	3
8	Термодинамические характеристики химического равновесия жидкофазных систем	3
9	Методы экспериментального определения константы равновесия: статические, динамические. Роль K_p в химико-технологических расчетах	4
10	Классификация химических реакций по числу стадий	4
11	Классификация химических реакций по термическим и фазовым условиям	4
12	Классификация химических реакций по наличию и типу катализаторов, по кинетическому признаку	4
13	Классификация процессов по фазовой характеристике, виду катализатора	4
14	Классификация процессов по температурному режиму реактора	4
15	Классификация процессов по характеру движения исходных реагентов и продуктов реакций	4
16	Химический реактор: определение, требования и факторы, определяющие устройство реакторного аппарата, классификация реакторов по конструкции	4
17	Основные кинетические характеристики химических процессов: скорость превращения веществ, скорость и кинетические уравнения простых и сложных реакций	5
18	Кинетическая модель и основные этапы ее построения	5
19	Основные понятия гипотезы о механизме простых реакций: порядок реакции, переходное состояние (активированный комплекс) и его термодинамические характеристики	6
20	Особенности описания кинетики сложных реакций: метод стационарных концентраций, метод равновесий, метод маршрутов; истинные и эффективные константы скорости реакций	6
21	Основные этапы статистической обработки кинетических данных	6
22	Описание кинетики реакций в периодических условиях (линеаризация данных, МНК)	6
23	Особенности обработки кинетических данных реакций, проводимых в реакторе идеального вытеснения	7
24	Общая характеристика гомогенного катализа: определение, классификация, число оборотов катализатора, примеры реакций	8
25	Механизм и особенности кинетики гомогенного катализа	8
26	Механизм кислотного гомогенного катализа: специфический и общий кислотный	8
27	Механизм основного гомогенного катализа: специфический и общий основной	8
28	Характеристика электрофильного катализа	8
29	Основные стадии металлокомплексного катализа, особенности его кинетики	8
30	Промышленные процессы металлокомплексного катализа	8
31	Характеристика гетерогенных катализаторов: классификация, основные требования, виды	8
32	Технологические характеристики гетерогенных катализаторов: удельная поверхность, пористость	8
33	Особенности кинетики гетерогенно-каталитических реакций. Примеры таких процессов в промышленности	8
34	Стадии радикально-цепной реакции	8
35	Характеристика радикальных реакций замещения, присоединения	8
36	Кинетика радикальных реакций	8
37	Радикально-цепные процессы в промышленности	8
38	Идеальный периодический реактор и особенности кинетики химических процессов в периодических условиях	9
39	Реактор идеального вытеснения и особенности кинетики химических процессов в потоке (истинное и условное время контакта)	9
40	Экономические критерии для оптимизации реакционного узла	10

10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	В реакторе протекают следующие реакции: $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{ClCHCl}_2 + \text{HCl}$ (1) $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{HCl}$ (2) $\text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ (3)	$X_A = 0,69$ $X_B = 0,649$ $\Phi_B = 0,3$ $\Phi_\Gamma = 0,33$

	$\text{CH}_2\text{ClCHCl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2 + \text{HCl}$ (4) $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$ (5) $\text{CH}_2\text{ClCHCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4 + \text{HCl}$. (6) В реактор подают 100 моль/ч дихлорэтана и 65 моль/ч хлора, а выходы винилхлорида, трихлорэтана, дихлорэтилена и тетрахлорэтана равны, соответственно, 0.21, 0.16, 0.23 и 0.09. Рассчитать степень конверсии дихлорэтана (А) и хлора (Б), селективность реакции по винилхлориду (В) и дихлорэтилену (Г).	
2	В периодическом реакторе в избытке NaOH идут реакции: $(\text{CH}_3)_3\text{CCl} + \text{NaOH} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{NaCl}$ (1) $(\text{CH}_3)_3\text{CCl} + \text{NaOH} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (2) до полной конверсии <i>трет</i> -бутилхлорида. Вычислить разницу энергий активации двух реакций, если выход спирта при 30 °С составил 90 %, а при 50 °С – 70 %.	54716 Дж/моль

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, курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

10.3.3. Особенности проведения экзамена и защиты курсовой работы:

Время на подготовку ответа по билету 40 минут.

На защиту курсовой работы обучающийся представляет текст курсовой работы (в том числе обязательно в электронном виде). Защита происходит посредством демонстрации презентации. Время, отводимое обучающемуся на доклад, ограничено (8–10 мин).