

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 17.09.2024 12:50:57  
Уникальный программный ключ:  
528682d78e671e556ab07f03fe1ba2172f735a12



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
*[Подпись]* /Ларионова О.С./  
« 23 » августа 2019 г.

# **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Дисциплина** **НОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

**Направление подготовки** **19.03.01 Биотехнология**

**Направленность (профиль)** **Биотехнология**

**Квалификация выпускника** **Бакалавр**

**Нормативный срок обучения** **4 года**

**Кафедра-разработчик** **Микробиология, биотехнология и химия**

**Ведущий преподаватель.** **Древко Я.Б.**

*Разработчик: доцент, Древко Я.Б.*

*[Подпись]*  
(подпись)

**Саратов 2019**

## Содержание

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП .....	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	5
3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	10
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы и формирования .....	24

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Общая химическая технология» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11.03.2015 г. № 193, формируют следующую компетенцию, указанную в таблице 1.

Таблица 1

### Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология»

Компетенция		Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-1	«способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции»	<p><b>знает:</b> основы расчёта химического оборудования; основы химического производства и источники сырья; принципы построения и анализа химико-технологических систем.</p> <p><b>умеет:</b> составлять тепловые и материальные балансы химических производств; производить расчёт оборудования предприятий химической отрасли.</p> <p><b>владеет:</b> общими методами и приёмами использования закономерностей химических, физических и технологических наук</p>	5	лекции, лабораторные занятия.	доклад, устный опрос, письменный опрос, лабораторная работа

		для решения задач технологии применительно к массовому промышленному производству.			
--	--	--	--	--	--

Примечание:

Компетенция ПК-1 – также формируется в ходе освоения дисциплин: «Химическая кинетика и катализ», «Теоретические основы биотехнологии», «Автоматизация и системы управления биотехнологическими процессами», «Общая биотехнология» и факультативов: «Современные методы анализа в биотехнологии», «Нанобиотехнологии», а также в ходе прохождения учебной, производственной, научно-исследовательской, преддипломной практики и государственной итоговой аттестации.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### Перечень оценочных средств

Таблица 2

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	устный опрос	средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	вопросы по темам дисциплины: – перечень вопросов для устного опроса – задания для самостоятельной работы
2	письменный опрос	средство контроля, основанное на получении от обучающегося письменных ответов на вопросы по определенному разделу, теме.	перечень вопросов по заданным темам
3	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного	Темы лабораторных работ.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
		результата работы.	
4	Доклад	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в устной форме полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы докладов.

### Программа оценивания контролируемой дисциплине

Таблица 3

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1	Основные технологические показатели химического производства. Основные начала химической технологии.	ПК-1	лабораторная работа/ самостоятельная работа
2	Материальный и энергетический баланс химико-технологического процесса.		лабораторная работа/ самостоятельная работа
3	Термодинамические расчёты химико-технологических процессов. Константа равновесия.		лабораторная работа/ самостоятельная работа
4	Скорость и движущая сила химико-технологического процесса. Каталитические процессы.		лабораторная работа/ самостоятельная работа

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
5	Промышленные химические реакторы.		лабораторная работа/ самостоятельная работа
6	Химико-технологические системы.		лабораторная работа/ самостоятельная работа
7	Промышленная водоподготовка.		лабораторная работа/ самостоятельная работа
8	Важнейшие промышленные химические производства.		лабораторная работа/ самостоятельная работа

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Общая химическая технология» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Таблица 4

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-1, 5 семестр	<b>знает:</b>	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале по основным теоретическим и практическим основам химических и физико-химических методов иден-	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, наруша-	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей	обучающийся демонстрирует знание материала по основным теоретическим положениям лежащим в основе аналитических методов анализа, основным принци-

		тификации и определения веществ, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки	ет логическую последовательность в изложении программно-го материала		пам и методам идентификации химических соединений химическими и физико-химическими методами, практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
	<b>умеет:</b>	не умеет использовать методы и приемы идентификации и определения веществ на основе измерения величины аналитического сигнала, выбирать схему анализа и методику его проведения, оформлять результаты анализа, допускает существенные ошибки, неуверенно, с боль-	в целом успешное, но не системное умение выполнять качественный и количественный анализ, на основе правильного выбора схемы анализа и методики его проведения используя современные химические и физико-химические	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение выполнять качественный и количественный анализ, используя современные химические и физико-химические методы на основе измерения вели-	сформированное умение выполнять качественный и количественный анализ, используя современные химические и физико-химические методы на основе измерения величины аналитического сигнала и правильного

		шими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	методы анализа на основе измерения величины аналитического сигнала, оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик	тического сигнала и правильного выбора схемы и методики проведения анализа, оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик	выбора схемы и методики проведения анализа, оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик
	<b>владеет навыками:</b>	обучающийся не владеет навыками расчета и оценки результатов анализа, навыками работы на различных аналитических установках и приборах, навыками выполнения химических лабораторных операций, навыками приготовления растворов заданной концентрации, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено	в целом успешное, но не системное владение навыками расчета и оценки результатов анализа, навыками работы на различных аналитических установках и приборах, навыками выполнения химических лабораторных операций, навыками приготовления растворов заданной концентрации	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками расчета и оценки результатов анализа, навыками работы на различных аналитических установках и приборах, навыками выполнения химических лабораторных операций, навыками приготовления растворов заданной кон-	успешное и системное владение навыками расчета и оценки результатов анализа, навыками работы на различных аналитических установках и приборах, навыками выполнения химических лабораторных операций, навыками приготовления растворов заданной кон-



				центрации	
--	--	--	--	-----------	--

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 3.1 Входной контроль

1. Основные классы неорганических соединений: оксиды, кислоты, основания, соли (средние, основные, кислые, двойные, смешанные, комплексные). Привести примеры, назвать. Написать структурные формулы.
2. Написать уравнения реакций ортофосфорной кислотой и гидроксида калия с образованием средней и кислых солей.
3. Сколько литров кислорода потребуется для сжигания 30л сероводорода, если продуктами реакции являются оксид серы (IV) и вода?
4. Понятие степени окисления. Рассчитать степень окисления серы в серной кислоте, в сульфиде калия.
5. Что такое электролитическая диссоциация? Написать уравнения диссоциации серной кислоты, гидроксида бария, сульфата алюминия.
6. Написать выражение константы диссоциации для гидроксида аммония и уксусной кислоты.
7. Способы выражения концентрации растворов.
8. Что такое водородный показатель? Рассчитать pH 0.01M раствора соляной кислоты и 0.1M раствора сероводородной кислоты.
9. Написать уравнения гидролиза карбоната натрия по ступеням.
10. Химические равновесие. Способы смещения равновесия.
11. Комплексные соединения. Пример. Указать комплексообразователь, лиганд, координационное число, внутреннюю и внешнюю сферу.
12. Буферные растворы. Определение, пример.

Пример.

1. На 1,3 кг медно-магниевого сплава подействовали избытком разбавленной серной кислоты. При этом образовался газ объёмом 0.224 л при н.у. Определите массовую долю меди (в %).
2. Окислительно-восстановительная реакция:  

$$\text{FeS} + \text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}.$$
3. Сколько литров водорода выделится при взаимодействии 165 г железа с 1 кг 30%-ного раствора соляной кислоты?
4. Написать в ионно-молекулярной форме уравнение реакции взаимодействия иодида калия с нитратом свинца (II).

#### 3.2. Письменный опрос

№ 1. Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Из каких основных стадий состоит химико-технологический процесс? В каких стадиях химико-технологического процесса участвуют химические реакции?
2. Что такое химический процесс?
3. Какие Вы знаете технологические критерии эффективности химико-технологического процесса?
4. Почему химический процесс как единичный процесс химической технологии сложнее по сравнению с тепловыми и массообменными процессами?
5. Определите понятия «технологический режим», «технологическая схема процесса»?
6. Каковы пределы изменения степени превращения, выхода продукта, селективности?
7. В чём различие между полной (интегральной) и мгновенной (дифференциальной) селективностью?
8. Что называется производительностью, мощностью, интенсивностью?
9. Как связаны между собой: а) производительность и степень превращения реагента; б) производительность и выход целевого продукта?
10. Как определить направленность химической реакции? Как, сравнивая значения энергии Гиббса  $\Delta G$  для различных реакций, определить, какая из них является самопроизвольной?
11. Сформулируйте основные условия устойчивого равновесия?
12. Что характеризует химическое равновесие?
13. Что характеризует химическое равновесие?
14. Сформулируйте принцип Ле Шателье. Как он помогает предсказать влияние изменения температуры и давления на состояние равновесия химической реакции?
15. Чем различаются определения скорости гомогенной и гетерогенной химических реакций?
16. В чём заключается различие между макрокинетикой и микрокинетикой?
17. Какие реакции называют простыми, формально простыми, сложными?
18. Как составляют кинетические уравнения простых реакций?
19. От каких микрокинетических факторов зависит скорость химических реакций?
20. В чём суть уравнения Аррениуса?

#### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Каковы области применения катализа?
2. Дайте определение катализа.
3. Сущность положительного катализа?
4. Свойства твёрдых катализаторов?

#### № 2. Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к математической модели химического реактора.
2. Какие признаки могут быть положены в основу классификации химических реакторов?
3. Каковы различия в условиях перемешивания в проточных реакторах смешения и вытеснения?

4. Сформулируйте допущения модели идеального смешения.
5. Что собой представляет ХТС?
6. Что является конструкционными параметрами ХТС?
7. Что представляют собой ХТС?
8. По каким признакам классифицируют сырьё химической промышленности?
9. Что такое вторичные материальные ресурсы?
10. Что такое обогащение сырья и зачем его выполняют?
11. Что является характерными особенностями химического производства?
12. Что такое сырьё? Какие виды сырья Вы знаете?
13. Для каких целей используются в химической технологии вода и воздух?
14. По каким признакам классифицируют природные воды?

#### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Какие процессы относятся к гетерогенным? Перечислите стадии гетерогенного процесса. Назовите области протекания гетерогенного процесса.
2. Какие кинетические модели обычно используют для описания гетерогенных процессов, в которых газ или жидкость контактируют с твердым телом и взаимодействуют с ним, образуя целевой продукт? Дайте понятие «модель частицы с невзаимодействующим ядром».
3. Какое общее кинетическое уравнение описывает процесс взаимодействия частиц твердого вещества с окружающим газом в модели «частицы с невзаимодействующим ядром»?
4. Что понимается под лимитирующей стадией процесса? Какие стадии могут быть лимитирующими при протекании процесса в системе «газ – твердое тело»?
5. Приведите характеристические уравнения гетерогенного процесса в системе «газ – твердое тело» при различных лимитирующих стадиях. Предложите пути интенсификации процесса.
6. Укажите практические способы определения области протекания процесса в системе «газ – твердое тело». Какой из методов использован вами?
7. В чем заключаются различия в расчете реакторов для проведения гетерогенных процессов в системе «газ – твердое тело» в случаях, когда твердая фаза состоит из частиц одного размера и когда она характеризуется каким-то распределением частиц по размерам?

#### № 3. Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Что представляют собой исходные вещества?
2. Какой схемой можно представить связь исходного сырья с готовым продуктом?
3. Какие реакции используют для производства продуктов органического синтеза?
4. Из каких последовательных стадий состоит технологический процесс производства уксусной кислоты окислением ацетальдегида?
5. Что представляет собой охрана окружающей среды?
6. Что представляют собой эксплуатационные источники загрязнения? На какие группы они делятся?
7. На какие группы подразделяют вредные выбросы?

8. Какие Вы знаете источники искусственного загрязнения?
9. Дайте определение сточных вод.
10. Какие виды очистки применяют в химической технологии?
11. Каковы основные типы химических реакторов, предъявляемые к ним требования, приведите примеры их использования в технологии важнейших химических продуктов.
12. Напишите уравнение материального баланса реактора в общем виде.
13. Сопоставьте изменение основных параметров (концентрации, степени превращения и скорости химической реакции) в пространстве и времени в реакторах идеального смешения периодического действия (РИС-П), идеального смешения непрерывного действия (РИС-Н), каскаде реакторов (К-РИС) и реакторе идеального вытеснения (РИВ).
14. Составьте математические модели (характеристические и расчетные уравнения) для реакторов РИС-П, РИС-Н, РИВ, каскада реакторов К-РИС.
15. Проанализируйте достоинства и недостатки реакторов РИС-П, РИС-Н, РИВ, К-РИС.
16. Сравните эффективность реакторов идеального вытеснения и идеального смешения для различных типов реакций. Как влияет структура потока на селективность и выход целевого продукта?
17. Как подобрать тип реактора, обеспечивающего максимальную селективность для параллельной реакции по продукту R (целевому)?
18. Чем вызвано отклонение от идеальных моделей в реальных реакторах?
19. С какой целью вводят индикаторы в реакторы? Способы их ввода.
20. Требования к индикаторам.

#### Вопросы для самостоятельного изучения

1. Общие замечания о расчете химических реакторов.
2. Оптимизация химических процессов и реакторов.
3. Конструктивные элементы химических реакторов.
4. Схемы и конструкции промышленных химических реакторов.

#### Пример 1.

1. Определить, какое количество вещества можно переработать в реакторе идеального смешения периодического действия объемом 5 м<sup>3</sup> за сутки, если в нем проводить реакцию типа  $A \rightarrow C$  до степени превращения, равной 0.9. Константа скорости реакции  $k = 0.04$  мин<sup>-1</sup>. Начальная концентрация реагента  $C_{A,0} = 2$  моль/л. Время загрузки и выгрузки продукта составляет 30 минут (за одну операцию). Коэффициент заполнения реактора равен 0.8.

2. Сравнить объемы единичного реактора идеального смешения, каскада, состоящего из  $n$  реакторов идеального смешения объемом  $0.1V_{РИС-Н}$  каждый и реактора идеального вытеснения при проведении жидкофазного процесса, описываемого реакцией  $2A \rightarrow R$  с константой скорости реакции, равной  $0.6$  м<sup>3</sup>/кмоль·мин. Степень превращения вещества A составляет 80%, объемный рас-

ход вещества А с концентрацией  $24 \text{ кмоль/м}^3 - 2.8 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

3. Реакция  $A + B \leftrightarrow R + S$  протекает в жидкой фазе и проводится в проточном реакторе идеального смешения объемом  $0.12 \text{ м}^3$ ;  $k_1 = 0.118 \text{ м}^3/\text{кмоль}\cdot\text{с}$ ;  $k_2 = 0.05 \text{ м}^3/\text{кмоль}\cdot\text{с}$ . В реактор поступают непрерывно с одинаковыми объемными скоростями два потока жидкости, в одном из которых содержится  $2.8 \text{ кмоль/м}^3$  вещества А, а в другом  $1.6 \text{ кмоль/м}^3$  вещества В. Требуется определить, с какой скоростью необходимо подавать каждый раствор, чтобы за время пребывания в аппарате прореагировало 75% вещества В. Принять, что плотность жидкости в процессе реакции не изменяется.

4. Реакция типа  $2A \rightarrow R$  проводится в РИВ, на выходе из которого концентрация продукта  $0.8 \text{ моль/л}$ . Константа скорости реакции  $0.24 \text{ л}/(\text{моль}\cdot\text{мин})$ . Начальная концентрация реагента А  $1.8 \text{ кмоль/м}^3$ . Определите объем реактора и конечную степень превращения вещества А, если производительность составляет  $3.8 \text{ кмоль R}$  в час.

6. Реакция гидролиза уксусного ангидрида  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}$  проводится в большом избытке воды, поэтому скорость ее можно представить уравнением первого порядка. Объемный расход реагентов равен  $20 \text{ л/мин}$ . Константа скорости реакции  $k = 0.38 \text{ мин}^{-1}$ . Степень превращения ангидрида составляет  $0.9$ . Определить необходимые объемы проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.

7. Реакция типа  $A + B \rightarrow \text{Продукты}$  проводится в РИВ, объемом  $0.1 \text{ л}$ . Константа скорости  $8.33 \text{ м}^3/\text{кмоль}\cdot\text{сек}$ . Объемная скорость подачи исходных веществ  $8.33 \times 10^{-7} \text{ м}^3/\text{сек}$ . Концентрации реагентов в исходной смеси  $C_{A,0} = C_{B,0} = 0.01 \text{ кмоль/м}^3$ . Какую степень превращения можно ожидать для каждого из реагирующих веществ? Каков должен быть объем проточного РИС для достижения той же степени превращения, что и в РИВ? Какую степень превращения можно ожидать в проточном РИС, имеющем объем, равный по объему РИВ?

8. Изменим в примере 8 условие на входе в РИВ, увеличив концентрацию вещества В на 50% ( $C_{B,0} = 0.015 \text{ кмоль/м}^3$ ) при неизменном содержании вещества А ( $C_{A,0} = 0.010 \text{ кмоль/м}^3$ ). Какую степень превращения по веществу А можно ожидать в рассмотренном выше РИВ при подаче исходных веществ с объемной скоростью  $8.33 \times 10^{-7} \text{ м}^3/\text{сек}$ ? На сколько надо увеличить объемную скорость подачи исходных веществ, чтобы при новых начальных концентрациях сохранить прежнюю степень превращения по веществу А? Какова должна быть объемная скорость подачи смеси нового состава в промышленный проточный реактор идеального смешения объемом  $0.1 \text{ м}^3$ , при которой степень превращения по веществу А будет 99%?

9. Процесс описывается реакцией второго порядка типа  $2A \rightarrow R$  с константой скорости  $2.8 \times 10^{-2} \text{ м}^3/(\text{кмоль} \times \text{с})$ . Исходная концентрация вещества А в потоке равна  $0.8 \text{ кмоль/м}^3$ . Требуемая степень превращения по веществу А составляет 0.85. Определите часовую производительность по продукту R в реакторе вытеснения объемом  $0.6 \text{ м}^3$  и в реакторе смешения объемом  $2 \text{ м}^3$ .

10. В наклонном вращающемся трубчатом реакторе типа цементной печи твердое вещество В взаимодействует с газом А постоянного состава по уравнению:  $A(\text{г}) + B(\text{тв}) = P(\text{тв})$ . Исходная смесь состоит из частиц разного размера:  $1.58 \text{ мм}$  и меньше (50 мас.%);  $3.175 \text{ мм}$  (25 мас.%);  $6.35 \text{ мм}$  (25 мас.%). Для определения таких конструктивных параметров реактора, как длина, диаметр, угол наклона, скорость вращения, необходимо знать время пребывания твердого вещества в аппарате. С целью расчета указанной величины провели следующий опыт: две порции твердого материала ввели в смесь, аналогичную той, которая, как предполагалось, будет в реакторе, и выдержав в течение 1 часа подвергли пробы анализу. Было обнаружено, что частицы размером  $3.175 \text{ мм}$  прореагировали на 87.5%, а частицы размером  $6.35 \text{ мм}$  – на 58%.

Найдите время пребывания частиц в указанном реакторе (считая, что поток в нем подчиняется законам идеального вытеснения), необходимое для превращения вещества В: а) на 98%, б) на 95%.

### 3.3. Лабораторная работа

Лабораторная работа направлена на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося.

Перечень тем лабораторных работ:

Основные технологические показатели химического производства.

Определение технико-экономических показателей химико-технологических процессов.

Определение технологических показателей химического производства.

Материальный и энергетический баланс химико-технологического процесса.

Определение оптимальных значений параметров технологического процесса.

Составление теплового баланса химико-технологического процесса.

Определение константы химического равновесия.

Кинетика химико-технологического процесса.

Изучение способов регулирования скорости химико-технологического процесса.

Изучение различных каталитических процессов.

Изучение типов промышленных химических реакторов. РИС и РИВ.

Изучение основных типов связей между элементами ХТС.

Изучение моделей ХТС.

Определение основных показателей качества воды.

Инженерное описание химико-технологического процесса.

Изучение схем различных синтезов неорганических и органических веществ.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Общая химическая технология».

### **3.4 Доклады**

Для систематизации, закрепления и обобщения теоретических и практических знаний и умений в решении конкретных теоретических, практических задач.

1. Закрепление и развитие навыков ведения самостоятельной работы; овладение умением написания доклада.

2. Подтверждение профессиональной готовности к решению практических задач.

3. Выявление уровня знаний и степени подготовленности обучающихся для самостоятельной профессиональной работы.

Задачи, решаемые студентом в ходе выполнения доклада:

1. Значимость выбранной темы доклада.

2. Теоретическое и практическое применение полученных знаний.

3. Овладение теорией, работа с литературными источниками.

4. Обобщение материалов, полученных в результате проведенной работы.

Наряду с глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками и умениями по специальности, практическими навыками решения методических и организационных задач студент должен показать свои креативные способности. В докладе должно быть проявлено умение создавать что-либо качественно новое, оригинальное и применение новых информационных технологий. Это может найти отражение в новизне подхода к решению теоретических и практических проблем в области документационного обеспечения управления. В работе могут быть использованы собственные разработки, полученные в результате прохождения курса лекций, выполнения практических заданий.

Тема доклада должна быть значима, соответствовать по специальности и дисциплине. Доклад призван способствовать овладению современными принципами речевой коммуникации.

Значимость сводится к тому, что доклад выполняется на основе конкретных материалов, собранных студентами. Такой подход дает возможность студенту по-

казать не только подготовку в вопросах теории, методики организации в области делопроизводства, но и проявить свои практические умения.

Успешное выполнение доклада зависит от умения студента точно выбрать наиболее значимую и конкретную тему.

При подготовке к написанию доклада надо рассмотреть и внимательно изучить название или тему доклада, чтобы название или тема были максимально приближены к данной дисциплине.

Необходимо разработать задачу и цель доклада.

Работа может быть подготовлена в письменном и устном виде. При использовании материала появляется необходимость его грамотного планирования, квалифицированной интерпретации полученных фактов и сведений.

Важнейшим критерием выбора темы становится её актуальность. Она должна быть социально значимой.

Написание доклада начинается с определения актуальности темы, объекта и предмета доклада.

Уточнив объект и предмет доклада, студент обосновывает гипотезу - научное предложение, выдвигаемое для объяснения каких-либо явлений. При определении *цели* доклада необходимо исходить из его направленности. Если доклад носит теоретико-прикладной характер, то его цель связана с поиском типового решения проблемы. В том случае, когда исследование носит прикладную направленность, его цель увязывается с практическим регулированием определенных исследований.

В соответствии с целью доклада определяются задачи, которые направлены на решение рассматриваемых в докладе проблем.

Предварительно студент совместно с преподавателем уточняет содержание доклада. Определяются объем и сроки окончания работы.

### *Структура доклада*

- титульный лист
- содержание
- основная часть, раскрывающая содержание работы
- список литературы (3-5 учебников, монографий, научных статей)
- приложения, если есть (таблицы, иллюстрации).



Рекомендуемая тематика доклада по дисциплине приведена в таблице 5.

Таблица 5

**Темы докладов, рекомендуемые к написанию при изучении дисциплины**

**«Общая химическая технология»**

№ п/п	Темы докладов
1	Развитие химической технологии как науки.
2	Типовые стадии и типовые процессы химических производств
3	Химико-технологический процесс и его содержание
4	Классификация химико-технологических процессов
5	Основные технологические понятия: целевой и побочный продукт, производительность, мощность, интенсивность, расходные коэффициенты
6	Степень превращения : понятие о СП и равновесной СП, выражение СП через концентрации реагентов при постоянном объеме.
7	Выход продукта: теоретический и практический, стехиометрический и равновесный. Взаимосвязь выхода и степени превращения.
8	Селективность, взаимосвязь селективности, степени превращения и выхода продукта
9	Понятие о равновесии ХТП. Константа химического равновесия, выражение константы равновесия через концентрации и парциальные давления компонентов
10	Смещение равновесия. Правило Ле-Шателье, направление смещения равновесия при изменении $t$ , $p$ , $C$ .
11	Проточные реактора
12	Турбулентные эффекты в реакторах
13	ХТС
14	Реактора в периодическом цикле
15	Материальный баланс
16	Оценка эффективности стадий производства

№ п/п	Темы докладов
17	Промежуточные продукты и их учет в материальном балансе
18	Контроль качества в химической технологии
19	Масштабирование химических процессов
20	Разработка реакторов
21	Виды мешалок применяемых в реакторах
22	Запорная арматура реакторов
23	Методы контроля температуры и давления в ХТС

### 3.5 Промежуточная аттестация

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология вид промежуточной аттестации – зачет.

Цель промежуточной аттестации обучающихся является комплексная и объективная оценка качества усвоения ими теоретических знаний, умения синтезировать полученные знания и применять их к решению практических задач при освоении основной образовательной программы высшего образования за определенный период

Зачет (дифференцированный зачет) – это вид итогового контроля, при котором усвоение обучающимся учебного материала по дисциплине оценивается на основании результатов текущего контроля (тестирования, текущего опроса, выполнения индивидуальных заданий и определенных видов работ на лабораторных занятиях) в течение семестра.

#### Вопросы, выносимые на зачет

1. Из каких основных стадий состоит химико-технологический процесс? В каких стадиях химико-технологического процесса участвуют химические реакции?

2. Что такое химический процесс?

3. Какие Вы знаете технологические критерии эффективности химико-технологического процесса?

4. Почему химический процесс как единичный процесс химической технологии сложнее по сравнению с тепловыми и массообменными процессами?

5. Определите понятия «технологический режим», «технологическая схема процесса»?

6. Каковы пределы изменения степени превращения, выхода продукта, селективности?

7. В чём различие между полной (интегральной) и мгновенной (дифференциальной) селективностью?

8. Что называется производительностью, мощностью, интенсивностью?

9. Как связаны между собой: а) производительность и степень превращения реагента; б) производительность и выход целевого продукта?

10. Как определить направленность химической реакции? Как, сравнивая значения энергии Гиббса  $\Delta G$  для различных реакций, определить, какая из них является самопроизвольно?

11. Сформулируйте основные условия устойчивого равновесия?

12. Что характеризует химическое равновесие?

13. Что характеризует химическое равновесие?

14. Сформулируйте принцип Ле Шателье. Как он помогает предсказать влияние изменения температуры и давления на состояние равновесия химической реакции?

15. Чем различаются определения скорости гомогенной и гетерогенной химических реакций?

16. В чём заключается различие между макрокинетикой и микрокинетикой?

17. Какие реакции называют простыми, формально простыми, сложными?

18. Как составляют кинетические уравнения простых реакций?

19. От каких микрокинетических факторов зависит скорость химических реакций?

20. В чём суть уравнения Аррениуса?

21. Каковы области применения катализа?

22. Дайте определение катализа.

23. Сущность положительного катализа?

24. Свойства твёрдых катализаторов?

25. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к математической модели химического реактора.

26. Какие признаки могут быть положены в основу классификации химических реакторов?

27. Каковы различия в условиях перемешивания в проточных реакторах смешения и вытеснения?

28. Сформулируйте допущения модели идеального смешения.

29. Что собой представляет ХТС?

30. Что является конструктивными параметрами ХТС?

31. Что представляют собой ХТС?

32. По каким признакам классифицируют сырьё химической промышленности?

33. Что такое вторичные материальные ресурсы?

34. Что такое обогащение сырья и зачем его выполняют?

35. Что является характерными особенностями химического производства?

36. Что такое сырьё? Какие виды сырья Вы знаете?

37. Для каких целей используются в химической технологии вода и воздух?

38. По каким признакам классифицируют природные воды?

39. Какие процессы относятся к гетерогенным? Перечислите стадии гетерогенного процесса. Назовите области протекания гетерогенного процесса.

40. Какие кинетические модели обычно используют для описания гетерогенных процессов, в которых газ или жидкость контактируют с твёрдым телом и взаимодействуют с ним, образуя целевой продукт? Дайте понятие «модель частицы с невзаимодействующим ядром».

41. Какое общее кинетическое уравнение описывает процесс взаимодействия частиц твердого вещества с окружающим газом в модели «частицы с невзаимодействующим ядром»?

42. Что понимается под лимитирующей стадией процесса? Какие стадии могут быть лимитирующими при протекании процесса в системе «газ – твердое тело»?

43. Приведите характеристические уравнения гетерогенного процесса в системе «газ – твердое тело» при различных лимитирующих стадиях. Предложите пути интенсификации процесса.

44. Укажите практические способы определения области протекания процесса в системе «газ – твердое тело». Какой из методов использован вами?

45. В чем заключаются различия в расчете реакторов для проведения гетерогенных процессов в системе «газ – твердое тело» в случаях, когда твердая фаза состоит из частиц одного размера и когда она характеризуется каким-то распределением частиц по размерам?

46. Что представляют собой исходные вещества?

47. Какой схемой можно представить связь исходного сырья с готовым продуктом?

48. Какие реакции используют для производства продуктов органического синтеза?

49. Из каких последовательных стадий состоит технологический процесс производства уксусной кислоты окислением ацетальдегида?

50. Что представляет собой охрана окружающей среды?

51. Что представляют собой эксплуатационные источники загрязнения? На какие группы они делятся?

52. На какие группы подразделяют вредные выбросы?

53. Какие Вы знаете источники искусственного загрязнения?

54. Дайте определение сточных вод.

55. Какие виды очистки применяют в химической технологии?

56. Каковы основные типы химических реакторов, предъявляемые к ним требования, приведите примеры их использования в технологии важнейших химических продуктов.

57. Напишите уравнение материального баланса реактора в общем виде.

58. Сопоставьте изменение основных параметров (концентрации, степени превращения и скорости химической реакции) в пространстве и времени в реакторах идеального смешения периодического действия (РИС-П), идеального смешения непрерывного действия (РИС-Н), каскаде реакторов (К-РИС) и реакторе идеального вытеснения (РИВ).

59. Составьте математические модели (характеристические и расчетные уравнения) для реакторов РИС-П, РИС-Н, РИВ, каскада реакторов К-РИС.

60. Проанализируйте достоинства и недостатки реакторов РИС-П, РИС-Н, РИВ, К-РИС.

61. Сравните эффективность реакторов идеального вытеснения и идеального смешения для различных типов реакций. Как влияет структура потока на селективность и выход целевого продукта?

62. Как подобрать тип реактора, обеспечивающего максимальную селективность для параллельной реакции по продукту R (целевому)?

63. Чем вызвано отклонение от идеальных моделей в реальных реакторах?  
 64. С какой целью вводят индикаторы в реакторы? Способы их ввода.  
 65. Требования к индикаторам.

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

##### 4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Общая химическая технология» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой, исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

##### 4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*			Описание
	«отлично»	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	
<b>высокий</b>	«отлично»	«зачтено»	«зачтено (отлично)»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<b>базовый</b>	«хорошо»	«зачтено»	«зачтено (хорошо)»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*			Описание
	«удовлетворительно»	«зачтено»	«зачтено (удовлетворительно)»	
<b>пороговый</b>	«удовлетворительно»	«зачтено»	«зачтено (удовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
—	«неудовлетворительно»	«не зачтено»	«не зачтено (неудовлетворительно)»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

\* - форма промежуточной аттестации в семестре определяется в соответствии с таблицей 2 рабочей программы дисциплины (модуля)

#### 4.2.1. Критерии оценки устного (письменного) опроса

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** основы расчёта химического оборудования; основы химического производства и источники сырья; принципы построения и анализа химико-технологических систем;

**умения:** составлять тепловые и материальные балансы химических производств; производить расчёт оборудования предприятий химической отрасли;

**владение навыками:** общими методами и приёмами использования закономерностей химических, физических и технологических наук для решения задач технологии применительно к массовому промышленному производству.

#### Критерии оценки

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: - знание основ расчёта химического оборудования; основ химиче-
----------------	--

	<p>ского производства и источники сырья; принципы построения и анализа химико-технологических систем; практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умение составлять тепловые и материальные балансы химических производств; производить расчёт оборудования предприятий химической отрасли; оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик;</li> <li>- успешное и системное владение навыками использования закономерностей химических, физических и технологических наук для решения задач технологии применительно к массовому промышленному производству</li> </ul>
<b>хорошо</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала, не допускает существенных неточностей; <ul style="list-style-type: none"> <li>- в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение составлять тепловые и материальные балансы химических производств; производить расчёт оборудования предприятий химической отрасли; оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик</li> <li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками расчета и оценки результатов анализа, навыками использования закономерностей химических, физических и технологических наук для решения задач технологии применительно к массовому промышленному производству</li> </ul> </li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала;</li> <li>в целом успешное, но не системное умение составлять тепловые и материальные балансы химических производств; производить расчёт оборудования предприятий химической отрасли; оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик</li> <li>- в целом успешное, но не системное владение навыками использования закономерностей химических, физических и технологических наук для решения задач технологии применительно к массовому промышленному производству</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале по основным теоретическим и практическим основам расчёта химического оборудования; основ химического производства и источники сырья; принципы построения и анализа химико-технологических систем, не знает практику применения материала, допускает существенные ошибки;</li> <li>- не умеет составлять тепловые и материальные балансы химических производств; производить расчёт оборудования предприятий химической отрасли; оформлять результаты анализа, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>- обучающийся не владеет навыками общими методами и приёмами использования закономерностей химических, физических и техноло-</li> </ul>

	гических наук для решения задач технологии применительно к массовому промышленному производству, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено;
--	--

#### 4.2.2. Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

**знания:** проведения эксперимента при соблюдении техники безопасности;

**умения:** самостоятельной работы с химическими реактивами и на различных приборах;

**владение навыками:** экспериментального исследования.

#### Критерии оценки выполнения лабораторных работ

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно определил цель работы;</li> <li>- выполнил работу в рациональной последовательности и полном объеме с безусловным соблюдением правил безопасности;</li> <li>- грамотно, логично описал проведенные наблюдения и сформулировал выводы из результатов опыта (наблюдения).</li> </ul>
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно определил цель работы;</li> <li>- выполнил работу в полном объеме с безусловным соблюдением правил безопасности, но не в рациональной последовательности;</li> <li>- анализирует и обобщает результаты проведенных наблюдений и опытов с помощью преподавателя;</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно определил цель работы;</li> <li>- выполнил работу не менее чем на половину с безусловным соблюдением правил безопасности;</li> <li>- затруднения при анализе и обобщении результатов проведенных наблюдений и опытов;</li> <li>- выводы и обобщения аргументирует слабо, допускает в них ошибки;</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>- не смог определить цель работы и подготовить необходимое оборудование самостоятельно;</li> <li>- выполнил работу менее чем на половину, либо допустил однократное нарушение правил безопасности.</li> </ul>

#### 4.2.3. Критерии оценки доклада

При подготовке доклада обучающийся демонстрирует:

**знания:** теоретических основ обобщенного изложения материала по заданной теме;

**умения:** грамотно и аргументировано изложить суть проблемы, разработки методов научного изыскания;

**владение навыками:** работы с научным текстом: поиска, анализа, переработки и систематизации информации по заданной теме.



### Критерии оценки доклада

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"><li>- актуальность темы;</li><li>- соответствие содержания теме;</li><li>- глубину проработки материала;</li><li>- полноту использования источников, грамотность их анализа.</li></ul>
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"><li>- выполнение работы полностью, но допущены некоторые недочеты.</li></ul>
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"><li>- недостаточно полное раскрытие темы доклада;</li><li>- затруднения в изложении, аргументировании.</li></ul>
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: <ul style="list-style-type: none"><li>- не раскрыта полностью тема доклада.</li></ul>

*Разработчик: доцент, Древки Я.Б.*

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)