

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

**Программа дисциплины**  
Химическая технология Б1.Б.17

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Неорганическая химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Галкин В.И.

**Рецензент(ы):**

Миронов В.Ф.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Галкин В. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 786517

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) директор химического института Галкин В.И.  
директорат химического института им. А.М. Бутлерова Химический институт им. А.М. Бутлерова  
, Vladimir.Galkin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Химическая технология" является - знакомство с теоретическими основами химической технологии (физико-химические основы химических процессов, микро- и макрокинетика, теория подобия, критериальные уравнения, расчет химических реакторов), основными составляющими химико-технологических процессов (сырье, энергия, катализ, аппаратура, гидромеханические, тепловые и массообменные процессы), а также рассмотрение на этой основе конкретных технологий производства некоторых важнейших химических продуктов (серной, азотной и фосфорной кислот, аммиака, мочевины, этилена, полимерных материалов).

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.17 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.03.01 Химия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3, 4 курсах, 6, 7 семестры.

Дисциплина 'Химическая технология' относится к базовому блоку дисциплин. Для освоения данной дисциплины необходимы знания по курсам 'Физика', 'Экономика', 'Неорганическая химия', 'Органическая химия', 'Физическая химия', 'Математика.'

Современная химическая технология является авангардом химии, ее вторжением в жизнь. Через посредство химической технологии химическая наука становится непосредственной производительной силой. Изучение современных производственных процессов с их характерными требованиями к сырью, энергетике, аппаратуре и экономике на основе знаний, полученных ранее в курсах по химии, физике, математике и другим естественным и общественным дисциплинам, дают представление об основных методах перехода от экспериментального изучения процесса к промышленному производству, методам физического и математического моделирования химико-технологических процессов, а также их оптимизации.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способность работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способность к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам
ПК-2 (профессиональные компетенции)	владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований
ПК-3 (профессиональные компетенции)	владение системой фундаментальных химических понятий
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий
ПК-6 (профессиональные компетенции)	владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций
ПК-7 (профессиональные компетенции)	владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные законы и методы перехода от лабораторных исследований к реальному производству; физико-химические основы протекания химических реакций, предопределяющие условия их промышленной реализации: химическую термодинамику, микро- и макрокинетика, теоретические и практические аспекты каталитических процессов; принципы организации и технологические схемы производства наиболее важных неорганических и органических продуктов: аммиака, серной, азотной и фосфорной кислот, нефтепродуктов, полимеров;

2. должен уметь:

ориентироваться в вопросах физического и математического моделирования, знать основы теории подобия и составления на их основе критериальных уравнений.

3. должен владеть:

теоретическими знаниями об основных составляющих химико-технологического процесса и их взаимосвязи: сырье, энергия, химические, механические, гидромеханические, тепловые и массообменные процессы; основами составления материального и энергетического балансов, расчета химических реакторов и ректификационных колонн.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

разбираться в теоретических подходах, лежащих в основе создания технологических схем для получения продуктов крупнотоннажного химического производства, пользуясь принципами, лежащими в основе синтеза органических и неорганических веществ, проектировать на уровне блок-схемы технологические процессы получения новых веществ с практически полезными свойствами

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) 252 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 семестре; зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет химической технологии (ХТ), ее основные разделы	6	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Химико-технологический процесс (ХТП) как центральное понятие курса	6	1,2	4	0	0	
3.	Тема 3. Сырье химической промышленности.	6	2	2	0	0	
4.	Тема 4. Энергетика химической промышленности.	6	3	2	0	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Физико-химические основы химической технологии:	6	3,4	4	0	0	
6.	Тема 6. Катализ в химической промышленности	6	4	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Моделирование химико-технологических процессов. Теория подобия. Критериальные уравнения.	6	5,5,6	6	0	0	
8.	Тема 8. Гидромеханические процессы, основные законы гидравлики.	6	6,7,7	6	0	0	
9.	Тема 9. Тепловые процессы.	6	8,8	4	0	0	Устный опрос
10.	Тема 10. Массообменные процессы.	6	9,9	4	0	0	
11.	Тема 11. Основные аппараты химических производств, расчет химических реакторов.	6	10	2	0	0	
12.	Тема 12. Основы организации химических производств Производство серной кислоты	6	10	2	0	0	
13.	Тема 13. Технология связанного азота Синтез аммиака. Синтез мочевины. Производство азотной кислоты	6	11,11	4	0	0	Контрольная работа
14.	Тема 14. Производство фосфора и фосфорной кислот	6	12	2	0	0	
15.	Тема 15. Технология солей и удобрений	6	12	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
16.	Тема 16. Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества Производство парафиновых углеводородов Производство непредельных углеводородов	6	13,13	4	0	0	Контрольная работа
17.	Тема 17. Производство кислородсодержащих органических соединений	6	14, 14	4	0	0	Тестирование
18.	Тема 18. Переработка ароматических углеводородов.	6	15,15	4	0	0	
20.	Тема 20. ПРАКТИКУМ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ Вводное занятие.	7	1	0	0	4	
21.	Тема 21. Анализ газовой смеси на газоанализаторе системы ГХП-3М.	7	2	0	0	4	
22.	Тема 22. Определение углерода в чугунах и сталях газообъемным методом.	7	3	0	0	4	Письменная работа
23.	Тема 23. Определение CO <sub>2</sub> на газоанализаторе ГЭУК-21.	7	4	0	0	4	
24.	Тема 24. Методы измерения и регулирувания температуры	7	5	0	0	4	Коллоквиум
25.	Тема 25. Анализ воды.	7	6	0	0	4	
26.	Тема 26. Умягчение воды ионообменным методом.	7	7	0	0	4	
27.	Тема 27. Фракционирование нефти, определение оптических характеристик	7	8	0	0	4	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
28.	Тема 28. Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах.	7	9	0	0	4	Письменная работа
29.	Тема 29. Температура вспышки и температура воспламенения	7	10	0	0	4	Письменная работа
30.	Тема 30. Определение плотности нефтепродуктов.	7	11	0	0	4	
31.	Тема 31. Определение вязкости	7	11	0	0	4	
32.	Тема 32. Определение группового состава бензина прямой гонки	7	12	0	0	4	Письменная работа
33.	Тема 33. Определение содержания сульфидной серы по поглощению иодных комплексов.	7	13	0	0	4	
34.	Тема 34. Определение содержания асфальтенов	7	14	0	0	4	Устный опрос
35.	Тема 35. Вязкость и фильтруемость глинистых буровых растворов	7	15	0	0	4	
36.	Тема 36. Семинар Переработка нефти и нефтепродуктов	7	16	0	4	0	Коллоквиум
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			60	4	64	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Предмет химической технологии (ХТ), ее основные разделы

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Предмет химической технологии (ХТ), ее основные разделы, закономерности и методы. ХТ - важнейшая область знаний и практической деятельности. Строение университетского курса ХТ. Идеология перехода от колбы к реактору.

##### Тема 2. Химико-технологический процесс (ХТП) как центральное понятие курса

###### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*



Химико-технологический процесс (ХТП) как центральное понятие курса, его основные составляющие: химические, механические, гидромеханические, тепловые и массообменные процессы. Определение ХТП и его основных составляющих. Понятие о лимитирующей стадии и принципах управления ХТП.

### **Тема 3. Сырье химической промышленности.**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Сырье химической промышленности. Основные виды и источники сырья, их классификация. Методы подготовки и обогащения сырья. Принципы ресурсосберегающих технологий и вторичного использования сырья

### **Тема 4. Энергетика химической промышленности.**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Энергетика химической промышленности. Основные виды и источники энергии, их классификация. Перспективы развития источников энергии. Принципы энергосберегающих технологий и вторичного использования энергии.

### **Тема 5. Физико-химические основы химической технологии:**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Физико-химические основы химической технологии: химическая термодинамика, микро- и макрокинетика. Основные законы химической термодинамики, микро- и макрокинетики, определяющие направление и скорость ХТП. Материальный и энергетический балансы.

### **Тема 6. Катализ в химической промышленности**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Катализ в химической промышленности Принципы действия катализаторов. Их важнейшие характеристики. Состав и методы приготовления катализаторов.

### **Тема 7. Моделирование химико-технологических процессов. Теория подобия.**

#### **Критериальные уравнения.**

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Моделирование химико-технологических процессов. Теория подобия. Критериальные уравнения. Физическое и математическое моделирование. Теоремы подобия. Принципы составления критериальных уравнений. Основные критерии подобия.

### **Тема 8. Гидромеханические процессы, основные законы гидравлики.**

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Гидромеханические процессы, основные законы гидравлики. Основы гидростатики, система дифференциальных уравнений Эйлера. Гидродинамика: уравнения Эйлера и Навье-Стокса, закон Бернулли его применение. Аппараты гидромеханических процессов.

### **Тема 9. Тепловые процессы.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Тепловые процессы. Основы теплопередачи и ее механизмы: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Закон охлаждения Ньютона. Режимы теплообмена. Теплообменные аппараты.

### **Тема 10. Массообменные процессы.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Массообменные процессы. Основы массообмена. Массообменные процессы в ХТ: сорбция и ректификация. Расчет ректификационных колонн. Графический метод Мак-Кэба и Тиле.

### **Тема 11. Основные аппараты химических производств, расчет химических реакторов.**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные аппараты химических производств, расчет химических реакторов. Типы химических аппаратов и реакторов. Реакторы периодического и непрерывного действия, идеального смешения и идеального вытеснения. Основное уравнение химического реактора и его решение для реакторов различных типов.

### **Тема 12. Основы организации химических производств Производство серной кислоты**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Современные пути и способы управления производственными предприятиями. Сущность и задачи комплексной механизации и автоматизации химических производств. Задачи профессиональной гигиены и техники безопасности в химических производствах. ПРОИЗВОДСТВО СЕРНОЙ КИСЛОТЫ Виды серусодержащего сырья. Типы печей для обжига сульфидных руд и элементарной серы. Использование отходящих сернистых газов цветной металлургии и тепловых электростанций, серы и сероводорода при переработке сернистых нефтей. Физико-химические основы и схемы контактного производства серной кислоты; равновесные и кинетические условия, катализаторы. Технологическая схема производства серной кислоты. Пути интенсификации сернокислотного производства.

### **Тема 13. Технология связанного азота Синтез аммиака. Синтез мочевины. Производство азотной кислоты**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Синтез аммиака. Способы получения азотоводородной смеси. Очистка газов. Физико-химические основы процесса синтеза аммиака (термодинамические и кинетические особенности). Катализаторы синтеза аммиака. Выбор оптимальных условий синтеза. Технологическая схема производства аммиака. Синтез мочевины. Физико-химические условия и схема производства. Производство азотной кислоты. Физико-химические основы процесса. Технологическая схема производства разбавленной азотной кислоты. Получение концентрированной азотной кислоты. Производство нитрата аммония. Использование тепла реакции. Методы улучшения физических свойств. Технологическая схема.

### **Тема 14. Производство фосфора и фосфорной кислот**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Виды и главные месторождения фосфатного сырья. Кислотные, термические и гидротермические процессы переработки природных фосфатов, их сущность и перспективы. Электротермическое производство фосфора. Устройство электропечей. Физико-химические основы получения фосфора из природных фосфатов. Схема получения элементарного фосфора. Кислотные способы переработки фосфатного сырья. Экстракционная фосфорная кислота. Технологическая схема ее получения.

### **Тема 15. Технология солей и удобрений**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Минеральные соли в сельском хозяйстве. Минеральные удобрения и их классификация. Основные процессы производства простого и двойного суперфосфатов. Суперфосфатная камера. Производство комплексных удобрений. Методы улучшения свойств удобрений: гранулирование, концентрирование, капсулирование и др. Производство калийных солей. Основные аппараты для получения хлористого калия из сильвинита.

### **Тема 16. Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества Производство парафиновых углеводородов Производство непредельных углеводородов**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества. ПЕРЕРАБОТКА ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ. Хлорирование метановых углеводородов. Устройство хлоратора. Дегидрирование метановых углеводородов. Окисление метановых углеводородов. ПРОИЗВОДСТВО НЕПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ. Производство этилена из этана. Физико-химические основы процесса. Производство этилена в трубчатых печах и на установках с движущимся зерненным теплоносителем. Технологическая схема. Пути использования. Ацетилен. Производство ацетилена разложением карбида кальция, методом термоокислительного крекинга (пиролиза) и методом электрокрекинга. Получение ацетилена в плазме. Физико-химические основы процессов. Производство ацетальдегида гидратацией ацетилена. Катализаторы. Технологическая схема. Пути использования.

### **Тема 17. Производство кислородсодержащих органических соединений**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Синтезы на основе окиси углерода. Промышленные источники окиси углерода. Синтез-газ. Синтез метанола. Физико-химические основы процесса. Катализаторы. Контактный аппарат. Технологическая схема. Производство формальдегида. Физико-химические основы процесса. Технологическая схема, применение формальдегида. Синтез углеводов на основе синтез-газа. Физико-химические основы процесса. Катализаторы. Состав продуктов синтеза, их использование. Оксосинтез. Получение альдегидов на основе взаимодействия окиси углерода и водорода с олефинами (гидроформилирование олефинов). Катализаторы. Физико-химические основы процесса. Технологическая схема.

#### **Тема 18. Переработка ароматических углеводов.**

##### ***лекционное занятие (4 часа(ов)):***

Хлорирование бензола. Производство этилбензола. Окисление ароматических углеводов. Производство химических волокон. Неорганические органические (искусственные и синтетические) волокна. Технологическая схема получения лавсана.

#### **Тема 20. ПРАКТИКУМ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ Вводное занятие.**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с лабораторными работами. Методы газового анализа. Газовые законы. Приборы, используемые в газовом анализе. Решение задач по определению состава газов в смеси.

#### **Тема 21. Анализ газовой смеси на газоанализаторе системы ГХП-3М.**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Знакомство с устройством аппарата Орса. Определение содержания углекислого газа, кислорода и оксида углерода.

#### **Тема 22. Определение углерода в чугунах и сталях газообъемным методом.**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Сжигание чугуна или стали и определение содержания в них углерода.

#### **Тема 23. Определение CO<sub>2</sub> на газоанализаторе ГЭУК-21.**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Определение содержания углекислого газа в топочных газах на автоматическом газоанализаторе ГЭУК-21.

#### **Тема 24. Методы измерения и регулирования температуры**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Знакомство с приборами по определению температуры (стеклянно-жидкостные термометры), манометрический термометр, термометр сопротивления, термopара. Градуирование термopары.

#### **Тема 25. Анализ воды.**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Определение общей жесткости воды посредством титрования трилоном Б. Определение щелочности, карбонатной и некарбонатной жесткости воды. Определение хлоридов меркурометрическим способом и фосфатов калориметрическим методом.

#### **Тема 26. Умягчение воды ионообменным методом.**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Умягчение жесткости воды путем замены катионов кальция и магния на натриевые.

#### **Тема 27. Фракционирование нефти, определение оптических характеристик**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Перегонка нефти и определение удельного веса, показателя преломления, дисперсии, молекулярной рефракции и интерцепта рефракции.

#### **Тема 28. Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах.**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Определение содержания воды методом Дина-Старка.

#### **Тема 29. Температура вспышки и температура воспламенения**

##### ***лабораторная работа (4 часа(ов)):***

Определение температуры вспышки на приборе Мартенс-Пенского

**Тема 30. Определение плотности нефтепродуктов.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение плотности нефтепродуктов пикнометром и на весах Мора-Вестфаля

**Тема 31. Определение вязкости**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение условной вязкости на вискозиметре Энглера и кинематической вязкости в капиллярном вискозиметре

**Тема 32. Определение группового состава бензина прямой гонки**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение анилиновых точек для определения группового состава бензина прямой гонки

**Тема 33. Определение содержания сульфидной серы по поглощению иодных комплексов.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Определение содержания сульфидной серы по поглощению иодных комплексов спектрофотометрическим методом.

**Тема 34. Определение содержания асфальтенов**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Выделение асфальтенов n-гептаном или петролейным эфиром из нефти с последующим отделением фильтрованием

**Тема 35. Вязкость и фильтруемость глинистых буровых растворов**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Исследование реагентов на деэмульгирующую способность методом бутылочного теста, основанного на сравнении динамики отстоя воды в присутствии реагентов-деэмульгаторов и без них (контрольный опыт)

**Тема 36. Семинар Переработка нефти и нефтепродуктов**

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Разделы:1) происхождение нефти, ее состав 2) моторные топлива 3) общая схема переработки нефти 4) первичная переработка нефти 5) термический крекинг нефтепродуктов 6) каталитический крекинг 7) гидрокрекинг 8) риформинг 9) очистка нефтепродуктов

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Энергетика химической промышленности.	6	3	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
9.	Тема 9. Тепловые процессы.	6	8,8	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
13.	Тема 13. Технология связанного азота Синтез аммиака. Синтез мочевины. Производство азотной кислоты	6	11,11	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
16.	Тема 16. Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества Производство парафиновых углеводородов Производство непредельных углеводородов	6	13,13	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
17.	Тема 17. Производство кислородсодержащих органических соединений	6	14, 14	подготовка к тестированию	6	тестирование
22.	Тема 22. Определение углерода в чугунах и сталях газообъемным методом.	7	3	оформление лабораторной работы	2	оформленная лабораторная работа
				подготовка к письменной работе	3	письменная работа
24.	Тема 24. Методы измерения и регулирования температуры	7	5	оформление лабораторной работы	2	оформленная лабораторная работа
				подготовка к коллоквиуму	3	коллоквиум
27.	Тема 27. Фракционирование нефти, определение оптических характеристик	7	8	оформление лабораторной работы	2	оформленная лабораторная работа
				подготовка к устному опросу по определению оптических характеристик (показатель преломления, плотность)	3	устный опрос
28.	Тема 28. Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах.	7	9	оформление лабораторной работы	2	оформленная лабораторная работа
				подготовка к письменной работе	3	письменная работа



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
29.	Тема 29. Температура вспышки и температура воспламенения	7	10	оформление лабораторной работы	2	оформленная лабораторная работа
				подготовка к письменной работе	3	письменная работа
32.	Тема 32. Определение группового состава бензина прямой гонки	7	12	оформление лабораторной работы	2	оформленная лабораторная работа
				подготовка к письменной работе	3	письменная работа
34.	Тема 34. Определение содержания асфальтенов	7	14	оформление лабораторной работы	2	оформленная лабораторная работа
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
36.	Тема 36. Семинар Переработка нефти и нефтепродуктов	7	16	подготовка к коллоквиуму	5	коллоквиум
	Итого				88	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Демонстрационный материал по химическим производствам, экспресс-опросы во время лекций, направленные на повышение активной работы студентов во время лекций и обратной связи с аудиторией, разбор конкретных ситуаций, обеспечивающий безопасную работу в лабораторных условиях и на производстве, решение тестовых заданий по теме курса (см.следующий раздел), посещение химических производств (ОАО 'Оргсинтез'), технологической лаборатории института органической и физической химии

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Предмет химической технологии (ХТ), ее основные разделы**

**Тема 2. Химико-технологический процесс (ХТП) как центральное понятие курса**

**Тема 3. Сырье химической промышленности.**

**Тема 4. Энергетика химической промышленности.**

устный опрос , примерные вопросы:

Способы получения энергии для промышленных процессов

**Тема 5. Физико-химические основы химической технологии:**

**Тема 6. Катализ в химической промышленности**

**Тема 7. Моделирование химико-технологических процессов. Теория подобия.**

**Критериальные уравнения.**

**Тема 8. Гидромеханические процессы, основные законы гидравлики.**

**Тема 9. Тепловые процессы.**

устный опрос , примерные вопросы:

Основы теплопередачи и ее механизмы: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Закон охлаждения Ньютона. Режимы теплообмена. Теплообменные аппараты.

**Тема 10. Массообменные процессы.**

**Тема 11. Основные аппараты химических производств, расчет химических реакторов.**

**Тема 12. Основы организации химических производств Производство серной кислоты**

**Тема 13. Технология связанного азота Синтез аммиака. Синтез мочевины. Производство азотной кислоты**

контрольная работа , примерные вопросы:

Способы получения азотоводородной смеси. Очистка газов. Физико-химические основы процесса синтеза аммиака (термодинамические и кинетические особенности). Выбор оптимальных условий синтеза. Физико-химические условия и схема производства мочевины. Технологическая схема получения аммиака. Технологическая схема производства аммиака. Производство разбавленной и концентрированной азотной кислот. Физико-химические основы процесса.

**Тема 14. Производство фосфора и фосфорной кислот**

**Тема 15. Технология солей и удобрений**

**Тема 16. Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества Производство парафиновых углеводородов Производство непредельных углеводородов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Хлорирование метановых углеводородов. Устройство хлоратора. Получение этилена в установке с движущимся зерненным теплоносителем. Полиэтилен низкого и высокого давлений. Нарисовать технологические схемы и назвать аппараты, используемые в этих производствах.

**Тема 17. Производство кислородсодержащих органических соединений**

тестирование , примерные вопросы:

Производство ацетальдегида различными способами, их преимущества и недостатки. Тестирование.

**Тема 18. Переработка ароматических углеводородов.**

**Тема 20. ПРАКТИКУМ ПО ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ Вводное занятие.**

**Тема 21. Анализ газовой смеси на газоанализаторе системы ГХП-3М.**

**Тема 22. Определение углерода в чугунах и сталях газообъемным методом.**

оформленная лабораторная работа , примерные вопросы:

Обсуждение результатов лабораторной работы

письменная работа , примерные вопросы:

Металлургия. Основные типы металлургических процессов. Методы получения металлов. Чугун и сталь. Процессы выплавки стали различными способами. Письменная работа по методам получения металлов. Оформленная лабораторная работа по определению содержания углерода в образцах.

**Тема 23. Определение CO<sub>2</sub> на газоанализаторе ГЭУК-21.**

**Тема 24. Методы измерения и регулирования температуры**

коллоквиум , примерные вопросы:

Температурные шкалы. Требования к физическим величинам для измерения температуры. Виды термометров (стеклянно-жидкостные, термометры сопротивления, манометрические, термопары и их виды). К.С.Р (2 часа) Регулирование температуры на лабораторном термостате. подготовка к выполнению лабораторной работы

оформленная лабораторная работа , примерные вопросы:

Обсуждение результатов лабораторной работы

**Тема 25. Анализ воды.**

**Тема 26. Умягчение воды ионообменным методом.**

**Тема 27. Фракционирование нефти, определение оптических характеристик**

оформленная лабораторная работа , примерные вопросы:

Обсуждение результатов лабораторной работы

устный опрос , примерные вопросы:

Состав и свойства нефтей (углеводородная, неуглеводородная и минеральные части нефти).

Групповой анализ по определению содержания парафинов, нафтенов и ароматики.

Определение выхода фракций и оптических характеристик: плотности, показателя преломления, удельной рефракции, дисперсии. Г Оформленная лабораторная работа

### **Тема 28. Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах.**

оформленная лабораторная работа , примерные вопросы:

Обсуждение результатов лабораторной работы

письменная работа , примерные вопросы:

Качественные испытания на воду. Количественное определение содержания воды по способу

Дина и Старка Оформленная лабораторная работа

### **Тема 29. Температура вспышки и температура воспламенения**

оформленная лабораторная работа , примерные вопросы:

Обсуждение результатов лабораторной работы

письменная работа , примерные вопросы:

Температура вспышки и температура воспламенения. Зависимость этих температур от фракционного состава и давления. Знакомство с приборами по определению данных температур. Оформленная лабораторная работа.

### **Тема 30. Определение плотности нефтепродуктов.**

### **Тема 31. Определение вязкости**

### **Тема 32. Определение группового состава бензина прямой гонки**

оформленная лабораторная работа , примерные вопросы:

Обсуждение результатов лабораторной работы

письменная работа , примерные вопросы:

Групповой анализ с использованием метода анилиновых точек: метод равных объемов и метод максимальных анилиновых точек. Оформленная лабораторная работа

### **Тема 33. Определение содержания сульфидной серы по поглощению иодных комплексов.**

### **Тема 34. Определение содержания асфальтенов**

оформленная лабораторная работа , примерные вопросы:

Обсуждение результатов лабораторной работы

устный опрос , примерные вопросы:

Смолисто-асфальтеновые вещества. Асфальты, битумы и их виды, гудрон. Определение содержания асфальтенов. Оформленная лабораторная работа.

### **Тема 35. Вязкость и фильтруемость глинистых буровых растворов**

### **Тема 36. Семинар Переработка нефти и нефтепродуктов**

коллоквиум , примерные вопросы:

Термический крекинг, его разновидности. Каталитический крекинг и его преимущества перед термическим. Химические реакции, протекающие при каталитическом крекинге. Гидрокрекинг и его использование в нефтепереработке. Каталитический риформинг и химические процессы, протекающие при риформинге. Алкилирование и коксование. Очистка нефтепродуктов.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Основы физико-химической классификации химико-технологических процессов.



2. Схемы движения материальных и энергетических потоков. Материальные и энергетические балансы.
3. Значение воды в химической промышленности.
4. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах.
5. Важнейшие конструкционные материалы, используемые в химической технологии.
6. Общая схема переработки нефти.
7. Моторные топлива.
8. Термический и каталитический крекинг.
9. Химические реакции, протекающие при гидрокрекинге и риформинге.
10. Очистка нефтепродуктов.
11. Классификация металлов и сплавов.
12. Методы получения металлов.
13. Основные сорта и применение чугуна.
14. Способы производства стали. Ферросплавы.
15. Смолисто-асфальтеновые вещества.
16. Асфальты и битумы.
17. Методы измерения и регулирования температуры.
18. Виды термометров.

Текущий контроль проводится путем письменных ответов (10-15 минут) по прохождению темы (см. приложение).

#### ПРИМЕРЫ БИЛЕТОВ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ 1

##### Билет 1.

1. Назовите технологическую схему, изображенную на рис.23 (в приложении), и аппараты 1, 7, которые используются в данном процессе. Объясните назначение каждого аппарата. Где применяется целевой продукт, получаемый в этом процессе?
2. Какие способы получения водорода для синтеза аммиака наиболее экономичны и почему?  
/. Конверсия метана и электролиз воды. 2. Крекинг метана и электролиз раствора хлорида. 2. Крекинг метана и электролиз раствора хлорида натрия. 3. Электролиз воды и крекинг метана.
4. Конверсия метана, оксида углерода (II) и разделение коксового газа.
3. Какая из приведенных реакций отвечает истине?  
1.  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} + 907 \text{ кДж}$ .  
2.  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} - 907 \text{ кДж}$ .  
3.  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \sim 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} - 907 \text{ кДж}$ .  
4.  $\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O} + 907 \text{ кДж}$ .

##### Билет 2.

1. Какой технологический процесс изображен на рис.24 (в приложении). Назовите аппараты 2, 3 и поясните их назначение. Можно ли сократить технологическую схему за счет удаления аппарата 1? Напишите уравнения реакции, протекающей в аппарате 2.
2. Какие вещества, присутствующие в азотоводородной смеси, являются обратимыми каталитическими ядами?  
1.  $\text{H}_2\text{S}$ , смазочное масло и  $\text{CO}$ . 2.  $\text{CO}$ ,  $\text{COH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{O}_2$ . 3.  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{PH}_3$ . 4.  $\text{PH}_3$ , смазочное масло и  $\text{CO}_2$ .
3. Какой аппарат используется для поглощения нитрозных газов при получении разбавленной азотной кислоты?  
1. Традиционный абсорбер с насадкой. 2. Поглотительная колонна с ситчатыми тарелками. 3. Поглотительная колонна с провальными тарелками. 4. Поглотительная колонна с колпачковыми тарелками.

#### ПРИМЕРЫ ВОПРОСОВ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ К ЗАЧЕТУ

1. Аппараты, используемые для очистки обжигового газа от пыли в производстве серной кислоты:

1. Циклон и вакуум-фильтры. 2. Электро- и вакуум-фильтры. 3. Циклон и электрофильтры. 4. Фильтры с асбестом.

2. Соответствует истине:

1.  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + 3420 \text{ кДж}$

2.  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + 3420 \text{ кДж}$

3.  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + 816000 \text{ Дж}$

4.  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 - 816000 \text{ Дж}$

3. Условия, необходимые для получения  $\text{SO}_2$  при обжиге колчедана:

1.  $500^\circ\text{C}$ , количество воздуха незначительно превышает теоретическое.

2.  $700^\circ\text{C}$ , количество воздуха в 2-3 раза превышает теоретическое.

3.  $900^\circ\text{C}$ , теоретическое количество кислорода.

4. Отвод теплоты, количество воздуха в 1,6 раза превышает теоретическое,  $900^\circ\text{C}$

4. Циклон-аппарат в производстве серной кислоты используется:

1. Для освобождения обжигового газа от  $\text{SO}_3$ . 2. Для освобождения  $\text{SO}_2$  от  $\text{As}_2\text{O}_3$ . 3. Для освобождения  $\text{SO}_2$  от пыли. 4. Для освобождения  $\text{SO}_3$  от примесей.

5. Соответствует истине:

1.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 94.4 \text{ кДж}$

2.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 94.4 \text{ кДж}$

3.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 94.4 \text{ кДж}$

4.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 94.4 \text{ кДж}$

#### ПРИМЕРЫ БИЛЕТОВ К ЭКЗАМЕНУ

Билет 1.

1. Составляющие химико-технологического процесса.

2. Основное уравнение гидродинамики. Закон Бернулли и его практическое применение.

3. Химическая переработка ароматических углеводородов. Виды хлорирования.

Билет 2.

1. Основные источники энергии и перспективы их использования. Альтернативные источники энергии (солнечная, водородная и др.)..

2. Система дифференциальных уравнений Эйлера для движущейся жидкости. Уравнение Навье-Стокса.

3. Основные серосодержащие источники. Типы печей для обжига сульфидных руд, их преимущества и недостатки.

Билет 3.

1. Значение тепловых процессов для химической технологии. Виды передачи тепла.

2. Основные методы составления критериальных уравнений. Теория подобия. Метод анализа размерностей.

3. Окисление аммиака. Влияние температуры, давления, катализаторов, соотношения исходных реагентов.

Билет 4.

1. Катализ в химической промышленности. Принципы действия катализаторов.

2. Основы теории подобия. Теоремы подобия. Критериальные уравнения.

3. Оксосинтез. Реакция гидроформилирования.

### 7.1. Основная литература:

1. Харлампида, Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебник. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2013. ? 448 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=37357](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=37357) ? Загл. с экрана.
2. Кузнецова И.М., Харлампида Х. Э. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2014. - 384 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45973](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45973)
3. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). <http://znanium.com/bookread.php?book=468690>
4. Собанов А.А., Бурнаева Л.М., Галкина И.В., Тудрий Е.В. Методические указания к курсу химическая технология (анализ нефти и нефтепродуктов). [Электронный ресурс] 2011. (Для студентов химического факультета) Режим доступа: <http://kpfu.ru/docs/F863169081/%C0%ED%E0%EB%E8%E7%20%ED%E5%F4%F2%E8.pdf>
5. Собанов А.А., Бурнаева Л.М., Галкина И.В., Тудрий Е.В. Анализ нефти и нефтепродуктов. - Казань, 2011. - 55 с. (50 экз. в кафедральном фонде)
6. Бурнаева Л.М., Галкин В.И., Черкасов Р.А. Химическая технология (технологические схемы). - Казань, 2013. - 36 с. (50 экз. в кафедральном фонде)

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: в 2 книгах. - 5-е изд., эл.- СПб.: Лань, 2014. - 1758 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42602](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42602)
2. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. - 3-е изд., испр. и доп.- СПб.: Лань, 2014. - 896 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53687](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53687)
3. Попова А.А. Методы защиты от коррозии. Курс лекций. - 2-е изд., перераб. и доп.- СПб.: Лань, 2014. - 272 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50169](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50169)
4. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 2-е изд, перераб. - 176 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=41014](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41014)
5. Самойлов Н.А. Примеры и задачи по курсу 'Математическое моделирование химико-технологических процессов'. - Санкт-Петербург: Лань, 2013. - 3-е изд, испр. и доп. - 176 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=37356](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=37356)

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Анализ нефти и нефтепродуктов - <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/070/78070/58988>  
производство изделий из полимерных листов - <http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=10066>  
производство профильных изделий из ПВХ - <http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=10068>  
Рециклинг пластмасс: наука, технология, практика - <http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=10070>  
технология полуфабрикатов полимерных материалов - <http://www.bibliorossica.com/book.html?currBookId=10059>  
электронная библиотечная система - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45973](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45973)  
электронная библиотечная система - [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=27988](http://kpfu.ru/publication?p_id=27988)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Химическая технология" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

- лекционная аудитория с интерактивной доской
- ноутбук
- мультимедийный проектор

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки Неорганическая химия .

Автор(ы):

Галкин В.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Миронов В.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.