



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Директор института естество-  
знания и стандартизации  
И.Ю. Мезин  
2018 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*ТЕХНОЛОГИЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА*

Направление подготовки  
*27.03.01 Стандартизация и метрология*

Направленность (профиль) программы  
*Стандартизация и сертификация*

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Факультет	<i>Стандартизации, химии и биотехнологии</i>
Кафедра	<i>Физической химии и химической технологии</i>
Курс	4
Семестр	7

*Магнитогорск  
2018*

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.01 *Стандартизация и метрология*, утвержденного приказом МОиН РФ от 06.03.2015 № 168.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *Физической химии и химической технологии* «15» октября 2018 г., протокол № 4.

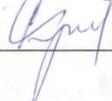
Зав. кафедрой  / А.Н.Смирнов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института *Естествознания и стандартизации* «29» октября 2018 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю. Мезин/

Рабочая программа составлена:

доцент, к.х.н, доцент

 / С.А. Крылова/

Рецензент:

доцент кафедры «Стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова»,  
доцент, к.т.н.

 Л.Г. Коляда



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Директор института естество-  
знания и стандартизации

\_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин  
«    »                      2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*ТЕХНОЛОГИЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА*

Направление подготовки  
*27.03.01 Стандартизация и метрология*

Направленность (профиль) программы  
*Стандартизация и сертификация*

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Факультет	<i>Стандартизации, химии и биотехнологии</i>
Кафедра	<i>Физической химии и химической технологии</i>
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск  
2018

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.01 *Стандартизация и метрология*, утвержденного приказом МОиН РФ от 06.03.2015 № 168.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *Физической химии и химической технологии* «15» октября 2018 г., протокол № 4.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / А.Н.Смирнов/

*Рабочая программа одобрена методической комиссией института Естествознания и стандартизации «29» октября 2018 г., протокол № 2.*

Председатель \_\_\_\_\_ / И.Ю. Мезин/

Рабочая программа составлена:

доцент, к.х.н, доцент

\_\_\_\_\_ / С.А. Крылова/

Рецензент:

доцент кафедры «Стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова»,  
доцент, к.т.н.

\_\_\_\_\_ Л.Г. Коляда



## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Технология химического производства» являются развитие у студентов способности проникать в сущность химико-технологических процессов, рассматривать их во взаимосвязи для управления качеством химической продукции, предупреждения и устранения брака, умения грамотно оценивать работу систем экологического управления предприятием, а также при решении других задач будущей профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Технология химического производства» входит в вариативную часть блока Б1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, навыки), сформированные в результате изучения предшествующих дисциплин: физика (разделы – механика и молекулярная физика), химия, аналитическая химия, математика, экология, Материалы химической отрасли, процессы и аппараты химической технологии, Физико-химические процессы производств, химмотология, Техническая термодинамика.

Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения последующих дисциплин: Методы и технологии испытаний и контроля в химической промышленности, для прохождения производственно-преддипломной практики, выполнения ВКР.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Технология химического производства» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-6	способностью участвовать в проведении сертификации продукции, технологических процессов, услуг, систем качества, производств и систем экологического управления предприятия
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>– Основные определения и понятия химической технологии;</li><li>– основные показатели и методы оценки эффективности химического производства</li><li>– актуальные проблемы химической технологии и направления развития химической промышленности</li><li>– основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры,</li><li>– способы регулирования технологических показателей ХТП</li><li>– свойства материалов, используемых в химической промышленности</li><li>– технологию основных химических производств</li></ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"><li>– Выполнять типовые расчеты химического процесса с использованием справочных данных;</li><li>– использовать современные информационные технологии для решения профессиональных задач;</li></ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций</li> <li>– оценивать технологическую эффективность производства;</li> <li>– анализировать данные, полученные при теоретических и экспериментальных исследованиях</li> <li>– выбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками основных химико-технологических расчетов</li> <li>– навыками определения комплекса свойств физико-химических систем, положенных в основу химического производства,</li> <li>– навыками работы с источниками информации</li> <li>– навыками анализа эффективности работы химических производств</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 95 акад. часов:
  - аудиторная – 90 акад. часов;
  - внеаудиторная – 5 акад. часов
- самостоятельная работа – 49,3 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Химическая технология. Химическое производство и химико-технологический процесс (ХТП). 1.1. Основные понятия и определения	7	2			2	Подготовка к лабораторному занятию, собеседованию	Собеседование	ПК-6 – з
2. Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС 2.1. Сырьевая база химической промышленности. 2.2. Вода в химической промышленности 2.3. Энергетическая база химической промышленности	7	8	6/3		10	- Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. - Подготовка к лабораторному занятию, семинару	Выступление на семинаре, выполнение расчетных заданий	ПК-6 -зув
3. Общие закономерности химических процессов 3.1. Термодинамика химических превращений 3.2. Кинетика ХТП	7	14	8/4		12	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию, семинару (коллоквиуму)	Выступление на семинаре, выполнение расчетных заданий	ПК-6 -зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
4. Химико-технологические системы (ХТС) 4.1. Модели ХТС 4.2. Типы технологических связей 4.3. Расчет ХТС. Материальный и тепловой балансы	7	6	8/4		14	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию, семинару (коллоквиуму)	Выступление на семинаре, выполнение расчетных заданий	ПК-6 -зுவ
5. Промышленный катализ	7	4	2/1		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию	Собеседование	ПК-6 -зுவ
6. Химические реакторы	7	2	2/1		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию	Собеседование	
7. Важнейшие промышленные химические производства (производство кислот, солей, удобрений) 7.1. Производство водорода. Очистка природного газа от сернистых соединений 7.2. Синтез аммиака из азота и водорода 7.3. Производство азотной кислоты (концентрированной и разбавленной) 7.4. Производство серной кислоты 7.5. Производство фосфорной кислоты (термический и экстракционный методы)	7	18	10/5		16,1	- Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. - Подготовка реферата (презентации)	Доклад подготовленной темы реферата	ПК-6 -зுவ

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
7.6. Производство солей и минеральных удобрений								
<b>Итого за семестр</b>	<b>7</b>	<b>54</b>	<b>36/18</b>		<b>49,3</b>		<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>7</b>	<b>54</b>	<b>36/18</b>		<b>49,3</b>		<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## **5 Образовательные и информационные технологии**

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- Обучение на основе интеграции с наукой и производством.
- Профессионально-творческая направленность обучения.
- Ориентированность обучения на личность.
- Ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Технология химического производства» используются различные образовательные технологии:

1. *Традиционные образовательные технологии*: информационная лекция, лабораторные занятия, семинар.

2. *Информационно-коммуникационные образовательные технологии*: лекция-визуализация. Практическое занятие в форме презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

3. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. При самостоятельном изучении литературы применение современных информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

4. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при разборе конкретных ситуаций, основанных на практических примерах, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

5. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

6. *Интерактивные технологии*: коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.

7. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента.

В ходе диалогового обучения студенты учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения, участвовать в дискуссиях, общаться. Для этого на занятиях организуются групповая работа, работа с документами и различными источниками информации.

Реализация такого подхода осуществляется следующим образом:

1. Распределение тем рефератов с учетом пожеланий студентов, тематики их научных интересов и т.п.

2. Подготовка студентами формы отчетности самостоятельной работы (реферат-презентация, выступление на семинаре).

3. Обсуждение подготовленного отчета в режиме дискуссии с элементами коллективного решения творческих задач.

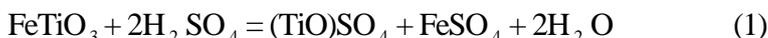
## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Примеры расчетных заданий:

### Расчет расходных коэффициентов

**Пример 1.** Рассчитать расход ильменитовой руды и серной кислоты для получения 1 т  $TiO_2$ , если содержание титана в руде составляет 24,3% (масс.), а степень разложения  $FeTiO_3$  и  $Fe_2O_3$  89%. В производстве применяется 80% серная кислота с 50% избытком от теоретического.

**Решение:** Получение  $TiO_2$  идет по следующим реакциям:



$Fe_2O_3$  также реагирует с  $H_2SO_4$  (побочная реакция):



Найдем содержание  $Ti$  в чистом ильмените:

$$1 \text{ моль } FeTiO_3 - 1 \text{ моль } Ti$$

$$\text{или } 152 \text{ кг } FeTiO_3 - 48 \text{ кг } Ti$$

$$\omega(Ti) = \frac{48}{152} 100 = 31,5\%$$

По условию содержание  $Ti$  в руде составляет 24,3%.

Найдем содержание  $FeTiO_3$  в руде:

$$\begin{array}{l} 31,5 - 100\% \\ 24,3 - x \end{array}, \quad x = 78\%$$

Значит,  $Fe_2O_3$  в руде содержится  $100 - 78 = 22\%$ .

Расход  $FeTiO_3$  для получения 1 т  $TiO_2$  по реакциям (1) - (3) составляет:

$$1 \text{ кмоль } FeTiO_3 - 1 \text{ кмоль } TiO_2$$

$$152 \text{ кг } FeTiO_3 - 80 \text{ кг } TiO_2$$

$$x - 1000 \text{ кг}, \quad x = 1900 \text{ кг},$$

С учетом степени разложения:  $1900 : 0,89 = 2130 \text{ кг}$ ,

с учетом состава руды:  $2130 : 0,78 = 2731 \text{ кг}$ .

**Расход  $H_2SO_4$ :**

- по реакции (1):

$$1 \text{ моль } FeTiO_3 - 2 \text{ моль } H_2SO_4$$

$$152 \text{ кг} \quad - 2 \cdot 196 \text{ кг}$$

$$1900 \text{ кг} \quad - x, \quad x = 2450 \text{ кг}$$

- по реакции (4):

$$1 \text{ моль } Fe_2O_3 - 3 \text{ моль } H_2SO_4$$

$$160 \text{ кг} \quad - 294 \text{ кг}$$

$$(2731 \cdot 0,22) \text{ кг} \quad - x, \quad x = 1104 \text{ кг}$$

Всего  $2450 + 1104 = 3554 \text{ кг}$ .

С учетом 50%-го избытка от теоретического:

$$3554 \cdot 1,5 = 5331 \text{ кг}$$

С учетом 80% концентрации:

$$5331 : 0,8 = 6664 \text{ кг}$$

Ответ: руды 2731 кг, кислоты 6664 кг.

### Термодинамика и кинетика ХТП

1. Для реакции  $A = C + 2D$  рассчитайте состав реакционной смеси, если начальное количество реагента  $A - 30$  моль, а степень его превращения  $- 0,8$ .

Для реакции  $C_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5OH$  определите возможность протекания в прямом направлении и константу равновесия при стандартных условиях и при температуре 700 К (воспользовавшись уравнением Темкина-Шварцмана).

2. При синтезе аммиака газ, выходящий из колонны, имеет состав (об.%):  $NH_3$  - 17,0;  $N_2$  - 11,0;  $H_2$  - 72,0. Рассчитать соотношение  $N_2 : H_2$  в исходной смеси.

3. Для элементарной реакции  $H_{2(g)} + Ar_{(g)} \rightarrow 2H_{(g)} + Ar_{(g)}$ ,

константа скорости при 3000 К равна  $2,2 \cdot 10^4$  л·моль<sup>-1</sup>·с<sup>-1</sup>. Концентрации реагентов равны, моль/л: водорода -  $4,1 \cdot 10^{-3}$ , аргона -  $4,1 \cdot 10^{-4}$ . При какой концентрации аргона скорость реакции увеличится в 2 раза?

4. Некоторая химическая реакция протекающая без катализатора имеет энергию активации  $E_1 = 5 \cdot 10^4$  кДж/моль и константу скорости  $k_1$  при температуре 500 °С. В присутствии катализатора при этой же температуре энергия активации составила  $E_2 = 3,5 \cdot 10^4$  кДж/моль, а константа скорости  $k_2$ . Определите:

а) во сколько раз увеличится скорость каталитической реакции по сравнению с некаталитической при тех же условиях?

б) при какой температуре каталитическая реакция будет протекать с такой же скоростью, что и некаталитическая при 500 °С.

### ***Составление материального баланса***

**Пример 2 .** Составить материальный баланс окисления аммиака (на 1т азотной кислоты). Степень окисления  $NH_3$  до  $NO$  - 0,97; до  $N_2$  - 0,03;  $NO$  до  $NO_2$  - 1,00. Степень абсорбции 0,92. Содержание аммиака в сухой аммиачно – воздушной смеси 7,13% (масс.). Воздух насыщен парами воды при 30°С. Относительная влажность 80%.

### ***Тепловые расчеты. Составление теплового баланса***

**Пример 3.** При обжиге шихты, содержащей 10т известняка и кокс определить:

а) расход кокса состава (масс.%):  $C$  - 91; зола – 7; влага – 2;

б) состав обжиговых газов (об.%); в) тепловой эффект реакции обжига. Степень разложения при обжиге известняка 95%. Воздух подается с 40% избытком.

**Пример 4.** Смешали 2кг 20%-го раствора серной кислоты и 3 кг 12%-го раствора  $NaOH$  . Определить температуру раствора после смешения, если первоначальная температура кислоты и щелочи 20°С, потери тепла в окружающую среду 1%.

**Пример 5.** Составить тепловой баланс реактора для получения водорода каталитической конверсией метана. Состав исходной газовой смеси (м<sup>3</sup>):  $CH_4$  - 97,8;  $H_2O$  - 250,0. Потери теплоты составляют 4% от прихода. Температура смеси на входе в реактор - 380°С, на выходе 800°С.

### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Химическое производство. Иерархическая организация процессов в химическом производстве: молекулярный уровень, уровень малого объема, уровень потока, уровень реактора, уровень системы. Материальные объекты в химическом производстве: сырье, промежуточный продукт, побочный продукт, отходы хим. Производства.
2. Классификация основных процессов химической технологии. Гидромеханические, массообменные (диффузионные), тепловые, химические и механические процессы.

3. Химико-технологический процесс. Классификация ХТП . Лимитирующие стадии. Процессы, протекающие в кинетической, диффузионной и переходной областях.
4. Критерии эффективности хим.производства и ХТП: технические, экономические; социальные. Современные требования к химическому производству.
5. Сырьевая база химической промышленности. Классификация сырья. Обогащение сырья. Принципы обогащения твердого сырья. Вторичные материальные ресурсы.
6. Вода в химической промышленности. Классификация природных вод. Показатели качества воды. Промышленная водоподготовка. Основные операции по очистке воды. Методы очистки сточных вод. Водооборотные циклы
7. Энергетическая база химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Энергия в химическом производстве. Химическое топливо. Энерготехнология.
8. Направление химических реакций. Изменение энергии Гиббса в ходе реакции. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Основные задачи технологических расчетов на основании термодинамических закономерностей химических превращений.
9. Общие закономерности химических процессов. Равновесие в технологических процессах. Принцип Ле-Шателье. Способы смещения равновесия. Степень превращения сырья. выход продуктов.
10. Скорость химико-технологических процессов. Кинетическая и диффузионная области технологических процессов. Способы увеличения скорости процесса.
11. Факторы, определяющие скорость химико-технических процессов, протекающих в гомо- и гетерогенных средах. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности реагирующих фаз на скорость протекания технологических процессов.
12. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Кинетика элементарных (одностадийных) и неэлементарных (сложных) химических реакций. Кинетическое уравнение. Константа (коэффициент) скорости. Частный и общий порядок реакции (для элементарных и формально простых реакций). Дифференциальная селективность.
13. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Катализаторы. Промышленный катализ. Основные стадии гетерогенно-каталитических процессов. Контактные массы. Их состав.
14. Технологические приемы ускорения (замедления) реакций. Экономические и технологические факторы, ограничивающие применение высоких температур и давлений как средств регулирования скорости ХТП.
15. Основные технологические характеристики твердых катализаторов: активность, температура зажигания, селективность, пористость, устойчивость к контактными ядам.
16. Химико-технологические системы (ХТС). Структура ХТС. Классификация моделей ХТС. Описательные : химические, операционные, математические. Графические: функциональные, структурные, операторные, технологические.
17. Типы технологических связей между элементами химико-технологической системы, их назначение, привести примеры для конкретных производств.
18. Материальный баланс. Принципы составления материального баланса химико-технологического процесса. Энергетический (тепловой) баланс. Принцип его составления.
19. Производство водорода каталитической конверсией метана природного газа с водяным паром. Какими соображениями руководствуются при выборе схемы и условий процесса конверсии( давление, температура, состав реакционной смеси)?

20. Очистка природного газа от сернистых соединений. Приведите схему сероочистки.
21. Синтез аммиака из азота и водорода. Условия синтеза. Функциональная схема синтеза.
22. Очистка от CO и CO<sub>2</sub> после конверсии природного газа. Почему возникает ее необходимость? Способы и режимы очистки.
23. Производство разбавленной азотной кислоты. Условия синтеза. Химическая и функциональная схема производства.
24. Производство концентрированной азотной кислоты. Прямой (нитроолеумный) метод производства концентрированной азотной кислоты.
25. Производство серной кислоты контактным методом. Основные стадии процесса и условия их проведения. Преимущество печей КС (кипящего слоя) при осуществлении процесса обжига колчедана перед процессом в полочной печи.
26. Абсорбция триоксида серы в производстве серной кислоты. Анализ диаграммы температуры кипения – состав H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-SO<sub>3</sub>. Схема абсорбции.
27. Электротермическое получение элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты. Химическая и функциональная схема производства.
28. Производство экстракционной фосфорной кислоты. Дегидратный, полигидратный и ангидритный способы разложения. Химическая и функциональная схема производства.
29. Производство аммиачной селитры. Физико-химические основы и технологическая схема производства. Использование теплоты нейтрализации.
30. Производство карбамида. Сырье. Химическая и функциональная схема производства. Условия.
31. Производство аммофоса. Сырье. Химическая и функциональная схема производства. Условия.

#### Примерные темы рефератов

1. Классификация продуктов химической промышленности, отходы производства. Потери и борьба с ними
2. Твердое топливо как сырье для химической переработки. Углекислота
3. Сточные воды химических производств. Способы очистки сточных вод.
4. Физико-химические способы умягчения воды. Фильтры
5. Виды и источники энергии, используемые в химических производственных процессах
6. Концепция полного использования энергетических ресурсов. Энерготехнологические системы
7. Обогащение сырья. Гравитационное обогащение. Электромагнитное обогащение. Оборудование
8. Применение закона действующих масс для описания равновесия в технологических процессах
9. Промышленные катализаторы. Обзор.
10. Промышленный катализ. Сущность и виды катализа (окислительно-восстановительный, кислотно-основной, цепной механизмы катализа).
11. Гетерогенный катализ. Промотирование и отравление катализаторов.
12. Устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры в производстве серной кислоты

13. Минеральные соли в сельском хозяйстве. Минеральные удобрения и их классификация.
14. Производство калийных солей. Основные процессы получения хлористого калия из сильвинта.
15. Методы улучшения свойств удобрений: гранулирование, концентрирование, капсулирование и др.
16. Производство хлора и щелочи.
17. Производство суперфосфата
18. Синтезы на основе окиси углерода. Промышленные источники окиси углерода.
19. Производство метанола
20. Основные направления применения электрохимических производств
21. Требования химического машиностроения к материалам для изготовления аппаратуры (механической прочности, термической устойчивости, химической стойкости)
22. Экологические проблемы химических производств и их решения
23. Основные направления развития химической технологии

При изучении технологии основных химических продуктов должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- свойства получаемого продукта, его народнохозяйственное значение, масштабы производства
- источники и характеристика перерабатываемого сырья;
- промышленные способы получения
- физико-химические основы процесса (степень превращения, стехиометрические и кинетические закономерности)
- основные технологические параметры процесса
- обоснование выбора технологической схемы и ее подробное описание;
- аппаратные решения отдельных узлов в рассматриваемом производстве
- отходы производства, возможности их использования или утилизации, решение проблем экологической безопасности производства.

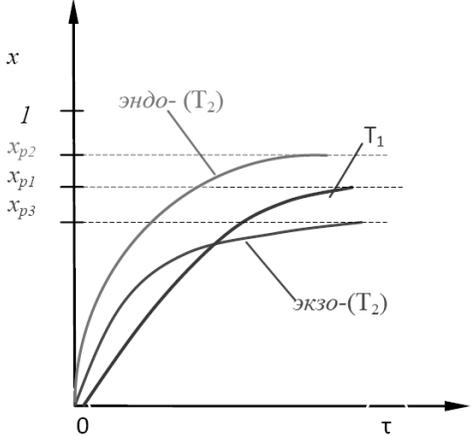
## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-6	способностью участвовать в проведении сертификации продукции, технологических процессов, услуг, систем качества, производств и систем экологического управления предприятия	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основные определения и понятия химической технологии;</li> <li>– основные показатели и методы оценки эффективности химического производства</li> <li>– актуальные проблемы химической технологии и направления развития химической промышленности</li> <li>– основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры,</li> <li>– способы регулирования технологических показателей ХТП</li> <li>– свойства материалов, используемых в химической промышленности</li> <li>– технологию основных химических производств</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Химическое производство. Иерархическая организация процессов в химическом производстве: молекулярный уровень, уровень малого объема, уровень потока, уровень реактора, уровень системы. Материальные объекты в химическом производстве: сырье, промежуточный продукт, побочный продукт, отходы хим. Производства.</li> <li>2. Классификация основных процессов химической технологии. Гидромеханические, массообменные (диффузионные), тепловые, химические и механические процессы.</li> <li>3. Критерии эффективности хим.производства и ХТП: технические, экономические; социальные. Современные требования к химическому производству.Сырьевая база химической промышленности. Классификация сырьевых ресурсов.</li> <li>4. Вода в химической промышленности. Классификация природных вод. Показатели качества воды. Промышленная водоподготовка. Основные операции по очистке воды. Методы очистки сточных вод. Водооборотные циклы</li> <li>5. Энергетическая база химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Энергия в химическом производстве. Химическое топливо. Энерготехнология.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Химико-технологические системы (ХТС). Структура ХТС. Классификация моделей ХТС.</li> <li>2. Направление химических реакций. Изменение энергии Гиббса в ходе реакции. Уравнение изотермы Вант- Гоффа. Основные задачи технологических расчетов на основании термодинамических закономерностей химических превращений.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Общие закономерности химических процессов. Равновесие в технологических процессах. Принцип Ле-Шателье. Способы смещения равновесия. Степень превращения сырья. выход продуктов.</li> <li>4. Скорость химико-технологических процессов. Кинетическая и диффузионная области технологических процессов. Способы увеличения скорости процесса.</li> <li>5. Факторы, определяющие скорость химико-технических процессов, протекающих в гомо- и гетерогенных средах. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности реагирующих фаз на скорость протекания технологических процессов.</li> <li>6. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Кинетика элементарных (одностадийных) и неэлементарных (сложных) химических реакций. Кинетическое уравнение. Константа (коэффициент) скорости. Частный и общий порядок реакции (для элементарных и формально простых реакций). Дифференциальная селективность.</li> <li>7. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Катализаторы. Промышленный катализ. Основные стадии гетерогенно-каталитических процессов. Контактные массы. Их состав.</li> <li>8. Технологические приемы ускорения (замедления) реакций. Экономические и технологические факторы, ограничивающие применение высоких температур и давлений как средств регулирования скорости ХТП.</li> <li>9. Промышленные способы производства водорода.</li> <li>10. Очистка природного газа от сернистых соединений. Приведите схему сероочистки.</li> <li>11. Синтез аммиака из азота и водорода. Условия синтеза.</li> <li>12. Очистка от СО и СО<sub>2</sub> после конверсии природного газа. Почему возникает ее необходимость? Способы и режимы очистки.</li> <li>13. Производство разбавленной азотной кислоты. Условия синтеза. Химическая и функ-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>циональная схема производства.</p> <p>14. Производство концентрированной азотной кислоты. Прямой метод производства концентрированной азотной кислоты.</p> <p>15. Производство серной кислоты контактным методом. Основные стадии процесса и условия их проведения.</p> <p>16. Электротермическое получение элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты. Химическая и функциональная схема производства.</p> <p>17. Производство экстракционной фосфорной кислоты. Дегидратный, полигидратный и ангидритный способы разложения.</p> <p>18. Производство аммиачной селитры. Физико-химические основы и технологическая схема производства. Использование теплоты нейтрализации.</p> <p>19. Производство карбамида. Сырье. Химическая и функциональная схема производства. Условия.</p> <p>20. Материальный баланс. Принципы составления материального баланса химико-технологического процесса. Энергетический (тепловой) баланс. Принцип его составления.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Выполнять типовые расчеты химического процесса с использованием справочных данных;</li> <li>– использовать современные информационные технологии для решения профессиональных задач;</li> <li>– готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций</li> <li>– оценивать технологическую эффективность производства;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Энтальпия реакции нейтрализации аммиака 52,5%-ной азотной кислотой <math>\Delta H = -106,09</math> кДж/моль. Определите, сколько воды может испариться за счет теплоты реакции нейтрализации 212,5кг аммиака. Энтальпия парообразования воды <math>\Delta H = -2684</math> кДж/кг.</li> <li>2. Используя принцип Ле-Шателье предложите способы увеличения равновесной степени превращения при протекании реакций  <math display="block">\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2 + Q_p; \quad \text{C}_4\text{H}_{10} = \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2 - Q_p.</math> </li> <li>3. Напишите выражение для константы равновесия.</li> <li>4. Вычислите временную жесткость воды, зная, что в 250 л ее содержится 202,5 г <math>\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2</math>. Какая масса гидроксида кальция потребуется для устранения этой же-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать данные, полученные при теоретических и экспериментальных исследованиях</li> <li>– выбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</li> </ul>	<p>сткости?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Составьте химическую и функциональную схемы производства разбавленной азотной кислоты. Какие основные параметры технологического процесса синтеза контролируются и какие технические средства используются для этого?</li> <li>6. Подготовить реферат на заданную тему, используя различные источники информации</li> <li>7. Обосновать выбор темы своего реферата</li> <li>8. Сделать доклад в форме презентации</li> <li>9. Зависимость <i>степени превращения</i> <math>x(\tau)</math> при температурах <math>T_1</math> и <math>T_2 &gt; T_1</math> для эндотермической и экзотермической реакций в реакторе ИВ (или ИС-п) представлена на рис.</li> </ol> <div style="text-align: center;">  <p>Детальное описание графика: На графике по оси абсцисс отложено время <math>\tau</math>, по оси ординат — степень превращения <math>x</math>. Исходная точка — 0. Две пары кривых начинаются из начала координат. Верхняя пара кривых относится к температуре <math>T_2</math>: левая кривая — эндотермическая реакция, правая — экзотермическая. Нижняя пара кривых относится к температуре <math>T_1</math>. Горизонтальные пунктирные линии, выходящие из точек <math>x_{p2}</math>, <math>x_{p1}</math> и <math>x_{p3}</math> на оси <math>x</math>, указывают на равновесные значения. <math>x_{p2}</math> — высшее значение, <math>x_{p3}</math> — низшее.</p> </div> <p><b>штриховыми линиями показаны равновесные степени превращения <math>x_p</math> для тех же условий</b></p> <p>Какой температурный режим будет оптимальным для обеспечения максимальной интенсивности процесса с экзотермической и эндотермической реакцией?</p>
Владеть	– навыками основных химико-	1. Какой объем занимает кислород массой 8 г при $28^{\circ}\text{C}$ и давлении 744 мм рт. ст.?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>технологических расчетов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками определения комплекса свойств физико-химических систем, положенных в основу химического производства,</li> <li>– навыками работы с источниками информации</li> <li>– навыками анализа эффективности работы химических производств</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Рассчитайте массу и объем сухого воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания 1 кг угля с массовой долей: С -0,862, Н<sub>2</sub> – 0,046, N<sub>2</sub>– 0,012, влаги - 0,010, золы – 0,070.</li> <li>3. Какими соображениями руководствуются при выборе схемы и условий процесса конверсии метана ( давление, температура, состав реакционной смеси) в производстве водорода?</li> <li>4. Преимущество печей КС (кипящего слоя) при осуществлении процесса обжига колчедана перед процессом в полочной печи.</li> <li>5. Провести анализ диаграммы температура кипения – состав H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- SO<sub>3</sub> (стадия абсорбции триоксида серы в производстве серной кислоты) и объяснить использование олеума в качестве абсорбента триоксида серы.</li> <li>10. Подобрать материал для написания реферата на заданную тему, используя различные источники информации</li> <li>11. Подготовить презентацию доклада.</li> </ol>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технология химического производства» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;
- затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

**а) Основная литература:**

1. *Игнатенков, В. И.* Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие для академического бакалавриата / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 195 с. — (Бакалавр.Академический курс). — ISBN 978-5-534-09222-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/427454> (дата обращения: 08.10.2019).
2. Смирнов, А. Н. Теоретические основы химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3515.pdf&show=dcatalogues/1/1514321/3515.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. 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. - Москва : Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/468690>
2. Общая химическая технология в примерах, лабораторных работах, задачах и тестах : учебное пособие / М.К. Кошелева. — 2-е изд., перераб. — Москва :ИНФРА-М, 2020. — 210 с. — (Высшее образование:Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook\_5d41326ae8b036.68219388. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/1013714>
3. Смирнов, А. Н. Производство химических продуктов : учебное пособие. Ч. 1 / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3663.pdf&show=dcatalogues/1/1526324/3663.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
4. Смирнов, А. Н. Гетерогенные химические процессы : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=67.pdf&show=dcatalogues/1/1130046/67.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
5. Смирнов, А. Н. Химические реакторы. Гомогенный изотермический процесс : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=70.pdf&show=dcatalogues/1/1130345/70.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
6. Крылова, С. А. Общая химическая технология : учебное пособие / С. А. Крылова, Р. Н. Абдрахманов, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=26.pdf&show=dcatalogues/1/1139098/26.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
7. Крылова, С. А. Введение в анализ и синтез химико-технологических систем : учебное пособие / С. А. Крылова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=25.pdf&show=dcatalogues/1/113>

- 1464/25.pdf&view=true (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
8. Общая химическая технология: учебник для вузов : в 2-х ч. Ч. 2. Важнейшие химические производства / [И. П. Мухленов, А. Я. Авербух, Д. А. Кузнецов и др.] ; под ред. И. П. Мухленова. - 4-е изд., перераб. и доп. ; стер. изд. - Москва : Альянс, 2018. - 261 с. : ил., табл., схемы, граф., диагр., эскизы. - Доп. М-вом высш. и сред. спец. обр. - ISBN 978-5-903034-79-6. - Текст : непосредственный. 12 шт.
  9. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов./В.С. Бесков .- М.: ИКЦ «Академкнига», 2005.-452с. 6 ил., табл.- ISBN 5-94628-150-X. - Текст : непосредственный. 10 экз
  10. Тимофеев В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза : учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология и биотехнология" и направлению "Химическая технология органических веществ и топлива" / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов. – 2-е изд., перераб. . – М. : Высшая школа, 2003 . – 536 с. - ISBN 5-06-004267-7 . - Текст : непосредственный. 30 шт
  11. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие : в 2 кн. Кн. 1 / [Т. Г. Ахметов, Р. Т. Порфирьева, Л. Г. Гайсин и др.] ; под ред. Т. Г. Ахметова. - М. : Высшая школа, 2002. - 688 с. : ил. - Текст : непосредственный. 11 экз
  12. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие : в 2 кн. Кн. 2 / [Т. Г. Ахметов, Р. Т. Порфирьева, Л. Г. Гайсин и др.] ; под ред. Т. Г. Ахметова. - М. : Высшая школа, 2002. - 533 с. : ил. - Текст : непосредственный. 11 экз.
  13. Чоркендорф И. Современный катализ и химическая кинетика : [учебное пособие] / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт ; пер. с англ. В. И. Ролдугина. - 2-е изд. - Долгопрудный : Интеллект, 2013. - 503 с. : ил., табл., граф. - ISBN 978-5-91559-153-9. - Текст : непосредственный. 10 экз

Периодические издания:

1. Журнал Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. . – ISSN 0579-2991. – Текст : непосредственный.
2. Журнал Кокс и химия. – ISSN 0023-2815. – Текст : непосредственный.
3. Journal of chemical technology and metallurgy (журнал химической технологии и металлургии) . – ISSN 1314-7471. – Текст : непосредственный.

#### **в) Методические указания:**

1. Крылова, С. А. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3627.pdf&show=dcatalogues/1/121367/3627.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Понурко, И. В. Получение и свойства стекловидных фосфатных композиций : практикум / И. В. Понурко, С. А. Крылова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3680.pdf&show=dcatalogues/1/1527102/3680.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
3. Теоретические основы химической технологии: учеб. пособие /А.Н. Смирнов, С.А. Крылова, В.И. Сысоев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 61 с. - Текст : непосредственный.

### Методические рекомендации для подготовки к экзамену

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения, ориентируясь на список контрольных вопросов по соответствующим темам.

При самостоятельном изучении материала рекомендуется заносить в тетрадь основные понятия, термины, формулировки законов, формулы и уравнения, выводы по изучаемой теме. Изучение любого вопроса необходимо проводить на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений. Это способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

В случае затруднения при изучении дисциплины следует обращаться за консультацией к преподавателю.

*Методические указания к подготовке реферата приведены в приложении.*

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука». - URL: <https://education.polpred.com/>.
2. Национальная информационно-аналитическая система - Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).
3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar) . – URL : <https://scholar.google.ru/>.
4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>.
5. Международная база данных Scopus.- URL: <http://www.scopus.com/>
6. Химический каталог: химические ресурсы Рунета. – URL:<http://www.ximicat.com/>
7. Портал фундаментального химического образования России – URL: <http://www.chemnet.ru>
8. Российская Государственная библиотека URL:<http://www.rsl.ru/>
9. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>
10. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://www.gpntb.ru/>
10. Федеральный портал "Российское образование": <http://www.edu.ru/>

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MSWindows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
	Д-757-17 от 27.06. 2017	27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
	Д-1347-17 от 20.12.2017	21.03.2018
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, учебные столы, стулья
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Химическая лаборатория.	Химическая посуда, реактивы, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, Весы электронные лабораторные ВК-300, Низкотемпературная лабораторная электропечь SNOL10/10, электропечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ 10/10, магнитные мешалки, эл. Плитки.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория технологии топлива	Аквадистиллятор, Аппарат Сапожникова с компьютером, пластометрический аппарат, для определения спекаемости ТГИ, Весы лаборат.квадратные ВЛКТ-500, Электрофотокolorиметр КФК-3-01, Шкаф сушильный, Дилатометр ИГИ-ДМетИ, учебные коллекции по образованию ТГИ и продуктов их переработки;
Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения оборудования Методическая литература для учебных занятий Химическая посуда Инструменты для ремонта и профилактического обслуживания учебного оборудования

## *Приложение*

### *Методические указания к подготовке реферата и доклада по нему*

Реферат - письменная работа студента объемом 10-18 печатных страниц. В реферате дается краткое изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе нескольких первоисточников.

Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу. Помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу.

Структура реферата:

1. Титульный лист
2. Оглавление

3. Введение. Объем введения составляет 1-2 страницы.
4. Основная часть. В ней логично излагаются главные положения и идеи, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники.
5. Заключение. Содержит главные выводы и итоги из текста основной части. В нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные во введении.
6. Приложение (необязательно). Может включать графики, таблицы, расчеты.
7. Список литературы. Здесь указывается реально использованная для написания реферата литература. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

С общими правилами оформления можно ознакомиться по документу  
СМК-О-СМГТУ-42-09\_Курсовые проекты (работы): структура, содержание, общие правила оформления и выполнения

#### Этапы работы над рефератом

Работу над рефератом можно условно подразделить на три этапа:

1. Подготовительный, включающий изучение предмета исследования.
2. Изложение результатов изучения в виде связного текста.
3. Доклад (устное сообщение) по теме реферата, проиллюстрированное презентацией.

#### **Подготовительный этап**

Включает в себя:

- Выбор (формулировку) темы.
- Поиск источников.
- Работа с источниками.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание на предметные и именные указатели. Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с выделением 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов.

Подготовительный этап работы завершается созданием конспекта, фиксирующего основные тезисы и аргументы. Если в конспекте приводятся цитаты, то обязательно должна быть указана ссылка на источник (автор, название, выходные данные, № страниц).

#### **Создание текста реферата**

Текст реферата должен подчиняться определенным требованиям: он должен раскрывать тему, обладать связностью и цельностью.

Раскрытие темы предполагает, что в тексте реферата излагается относящийся к теме материал и предлагаются пути решения содержащейся в теме проблемы.

Связность текста предполагает смысловую соотносительность отдельных компонентов, а цельность - смысловую законченность текста.

Изложение материала в тексте должно подчиняться определенному плану - мыслительной схеме, позволяющей контролировать порядок расположения частей текста. Универсальный план научного текста, помимо формулировки темы, предполагает изложение

вводного материала, основного текста и заключения.

**Требования к введению.** Введение - начальная часть текста. Оно имеет своей целью сориентировать читателя в дальнейшем изложении. Во введении аргументируется актуальность исследования, т.е. выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Далее констатируется, что сделано в данной области предшественниками; перечисляются положения, которые должны быть обоснованы. Введение может также содержать обзор источников или экспериментальных данных, уточнение исходных понятий и терминов, сведения о методах исследования. Во введении обязательно формулируются цель и задачи реферата. Объем введения составляет примерно 10% от общего объема реферата.

**Основная часть реферата.** Основная часть реферата раскрывает содержание темы. Она наиболее значительна по объему, наиболее значима и ответственна. В ней обосновываются основные тезисы реферата, приводятся развернутые аргументы, предполагаются гипотезы, касающиеся существа обсуждаемого вопроса. Важно проследить, чтобы основная часть не имела форму монолога. Аргументируя собственную позицию, можно и должно анализировать и оценивать позиции различных исследователей, с чем-то соглашаться, чему-то возражать, кого-то опровергать. Установка на диалог позволит избежать некритического заимствования материала из чужих трудов -компиляции. Изложение материала основной части подчиняется собственному плану, что отражается в разделении текста на главы, параграфы, пункты.

**Заключение»** (ориентировочный объем 1 страница). Формулируются краткие выводы, вытекающие из выполненной работы

#### Подготовка презентации

Первый слайд презентации должен содержать тему работы, фамилию, имя и отчество исполнителя, номер учебной группы, учебное заведение.

На втором слайде целесообразно представить цель и краткое содержание презентации.

Последующие слайды необходимо разбить на разделы согласно пунктам плана работы.

На заключительный слайд выносятся самое основное, главное из содержания презентации (выводы).

#### Требования к оформлению слайдов

Для визуального восприятия текст на слайдах презентации должен быть не менее 24 пт, а для заголовков – не менее 34 пт.

Макет презентации должен быть оформлен в строгой цветовой гамме. Фон не должен быть слишком ярким или пестрым. Текст должен хорошо читаться. Одни и те же элементы на разных слайдах должен быть одного цвета.

Каждый слайд должен содержать заголовок. В конце заголовков точка не ставится. В заголовках должен быть отражен вывод из представленной на слайде информации.

На слайде следует помещать не более 5-6 строк и не более 5-7 слов в предложении. Текст на слайдах должен хорошо читаться.

В большинстве случаев на слайде необходимо располагать 1 объект – так он запомнится лучше, чем в группе с другими. Может быть представлено и два объекта, которые докладчик открывает и поясняет по очереди, а затем проводит их сравнительную ха-

рактеристику.

Пространство слайда (экрана) должно быть максимально использовано, за счет, например, увеличения масштаба рисунка.

**Обязательно отредактируйте презентацию после предварительного просмотра (репетиции)!**