

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Новомосковский институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

И.о. директора НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева



УТВЕРЖДАЮ

Земляков Ю.Д.

2017 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Основы химической технологии

Уровень высшего образования Бакалавриат

Направление подготовки 15.03.04

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность (профиль) подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств»

Квалификация выпускника Бакалавр

(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная и др.)

г. Новомосковск – 2017г.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 200.

Разработчик (ки):

НИ РХТУ  
(место работы)

к.х.н., доцент



(подпись)

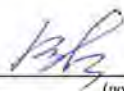
/Рассохина Л.Ю./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Технологии неорганических, керамических и электрохимических производств

Протокол № 1 от 31.08 2017

Зав.кафедрой,

к.т.н., доцент



(подпись)

/Леонов В.Г./

Эксперт:

НИ РХТУ  
(место работы)

зав. кафедрой АПП, д.т.н., профессор



(подпись)

/Вент Д.П./

Рабочая программа согласована с деканом факультета Кибернетика

Декан факультета, к.т.н., доцент



(подпись)

/Маслова Н.В./

« 31 » 08 2017г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

  
(подпись)

/Кизим Н.Ф./

« 31 » 08 2017г

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3+) по направлению подготовки 15.03.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. N 200 (далее – стандарт);

Нормативно-методические документы Минобрнауки России;

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее Институт).

### Область применения программы

Программа дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ, направленность «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. N 200.

## 2. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является знакомство с химическим производством – сложной химико-технологической системой, а также обеспечение базовой подготовки студентов для осуществления автоматизированного контроля и управления технологическим процессом, жизненным циклом продукции и ее качеством.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с химическим производством, его структурой и компонентами;
- изучение теоретических основ химических процессов и химических реакторов;
- освоение общих методов анализа и синтеза химического производства как химико-технологической системы;
- знакомство с некоторыми конкретными химическими производствами.
- овладение методами составления материальных и энергетических балансов химических процессов и аппаратов;
- овладение методами выбора и оценки сырья, энергии и оборудования.

Изучение дисциплины позволит студентам приобрести необходимые знания и умения в области химической технологии, которые потребуются им для решения научно-исследовательских и практических задач в последующей профессиональной деятельности.

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Основы химической технологии относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули). Является обязательной для освоения в 5 семестре, на 3 курсе.

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: Математика, Физика, Химия и является основой для последующих дисциплин: Моделирование систем и процессов, Автоматизация технологических процессов и производств, Организация и планирование автоматизированных производств, Автоматизированные системы управления химико-технологическими процессами и производствами.

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЕ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем (ПК-7);
- способностью участвовать в организации диагностики технологических процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления (ПК-25).

Этап освоения: базовый.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

иерархическую организацию процессов в химическом производстве; критерии оценки эффективности производства важнейших химических веществ и материалов; основные закономерности процессов в химических реакторах (ПК-7); взаимосвязь различных элементов химико-технологической системы; способы и схемы производства основных продуктов химической технологии (ПК-25);

### **Уметь:**

уметь проводить расчеты материального и теплового балансов химико-технологических систем (ПК-7); демонстрировать на примере различных химических производств эффективные приемы построения химико-технологических систем, пути интенсификации процессов, протекающих в химических реакторах, в том числе с позиций возможности энерго- и ресурсосбережения при их переработке (ПК-25);

### **Владеть:**

навыками выбора и оценки сырьевых и энергетических ресурсов (ПК-7); методикой оценки интенсивности работы химических реакторов для различных типов химико-технологических процессов (ПК-25).

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 час или 4 зачетные единицы (з.е). 1 з.е. равна 27 астрономическим часам или 36 академическим часам (п.16 Положения «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета в Новомосковском институте (филиале) ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»).

Вид учебной работы	Всего ак.час.	Семестры ак.час
		5
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>71,3</b>	<b>71,3</b>
<b>Контактная работа аудиторная</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
В том числе:	-	-
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Консультация	1	1
Вид аттестации (экзамен)	0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>37</b>	<b>37</b>
<b>Контактная самостоятельная работа</b> (групповые консультации и индивидуальная работа обучающихся с педагогическим работником)	2	2
<b>В том числе СР:</b>		
Проработка лекционного материала	9	8
Подготовка к лабораторным занятиям	8	7
Подготовка к практическим занятиям	8	4
Выполнение индивидуального задания	10	16
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>35,7</b>	<b>35,7</b>
<b>Общая трудоемкость, ак.час.</b> з.е.	<b>144</b>	<b>144</b>
	4	4

## 5.2. Разделы (модули) дисциплины, виды занятий и формируемые компетенции

№ раздела	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекции час.	Занятия семинарского типа		СРС* час.	Контроль	Всего час.	Формы текущего контроля**	Код формируемой компетенции
			Практ. занятия час.	Лаб. занятия час.					
1	Тема 1 Химическое производство и химическая технология	4	2	-	2		8	кр	ПК-7
2	Тема 2. Химико-технологические системы (ХТС).	6	4	5	6		21	уо кр	ПК-7, ПК-25
3	Тема 3. Общие закономерности химических процессов.	8	4	5	7		24	уо, кр	ПК-7, ПК-25
4	Тема 4. Химические реакторы	8	4	8	8		28	уо, кр	ПК-7, ПК-25
5	Тема 5. Промышленные химические производства	8	4		14		26	из	ПК-7, ПК-25
	Консультация					1	1		
	Подготовка к экзамену					35,7	35,7		
	Вид аттестации (экзамен)					0,3	0,3		
	<b>Всего</b>	34	18	18	37	37	144		-

\* СРС – самостоятельная работа студента

\*\* устный опрос (уо), контрольная работа (кр), индивидуальное задание (из)

## 5.3. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Химическое производство и химическая технология	Общая структура химического производства, схема простейшего химико-технологического процесса. Стратегия развития химических производств и химической технологии. Иерархическая организация процессов в химическом производстве. Многофункциональность химического производства – получение продуктов, энерго и ресурсосбережение, минимизация воздействия на окружающую среду, социальное

		совершенство, основные подсистемы технологические компоненты. Роль, место производственного персонала, охрана труда. Критерии оценки эффективности производства. Технологические, экономические, эксплуатационные и социальные показатели. Показатели химического превращения. Пути повышения эффективности химических превращений.
2	Химико-технологические системы (ХТС).	Структура и описание ХТС, синтез и анализ ХТС. Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС. Энерго- и ресурсосбережение при переработке сырья. Классификация сырья. Вторичное сырье. Энергия в химическом производстве. Основные виды энергетических ресурсов, виды энергии. Первичные и вторичные энергоресурсы.
3	Общие закономерности химических процессов.	Кинетика химико-технологических процессов. Характеристика и скорость гомогенных химических процессов. Пути и способы интенсификации этих процессов. Химическое равновесие. Способы увеличения равновесной степени превращения. Характеристика и скорость гетерогенных химических процессов. Модель гетерогенного процесса. Лимитирующая стадия, ее определение. Способы повышения производительности процессов, протекающих в различных областях (кинетической, диффузионной, переходной). Каталитические процессы. Основные требования к гомогенным и гетерогенным катализаторам.
4	Химические реакторы	Химические реакторы. Основные математические модели процессов в химических реакторах. РИВ, РИС, РИС-Н, К-РИВ, К-РИС-Н. Расчет и выбор реактора. Изотермические и неаизотермические процессы в химических реакторах. Материальный и тепловой баланс реактора. Характеристические уравнения различных реакторов. Способы поддержания устойчивого режима работы реактора. Анализ путей совершенствования и модернизации реакторов. Промышленные химические реакторы. Реакторы для проведения гомогенных реакций. Реакторы для проведения гетерогенных реакций в системах Г-Т, Г-Ж, в каталитических Г-Т, для процессов в кинетической и диффузионной областях.
5	Промышленные химические производства	Производства серной кислоты, аммиака, азотной кислоты, аммиачной селитры. Анализ технологических схем с точки зрения контроля и автоматического регулирования технологического процесса. Условия поддержания безопасного функционирования производства.

#### 5.4. Тематический план практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Химическое производство и химическая технология. Критерии оценки эффективности производства (расчет технологических критериев)	2	КР-1	ПК-7
2	2	Химико-технологические системы (ХТС). Анализ и синтез ХТС. Расчет показателей эффективности обогащения.	4	КР-2	ПК-7, ПК-25
3	3	Общие закономерности химических процессов. Способы составления материальных и тепловых балансов.	4	КР-3	ПК-7, ПК-25
4	4	Химические реакторы. Расчет реактора для различных химических процессов.	4	КР-4	ПК-7, ПК-25
5	5	Промышленные химические производства	4	-	ПК-7, ПК-25

#### 5.5. Тематический план лабораторных работ

Лабораторный практикум включает выполнение 4 лабораторных работ.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость час.	Форма контроля	Код формируемой компетенции
1	2	Обогащение (концентрирование) твердого сырья. Флотация.	5	Защита ЛР	ПК-7, ПК-25
2	3	Гетерогенные некаталитические процессы в системе газ – твердое тело. Обжиг серосодержащего сырья.	5	Защита ЛР	ПК-7, ПК-25
3	4	Периодический реактор смешения в изотермических условиях.	4	Защита ЛР	ПК-7, ПК-25
4	4	Непрерывный реактор смешения в изотермических условиях.	4	Защита ЛР	ПК-7, ПК-25

#### 5.6. Курсовые работы

Курсовые работы не предусмотрены.

#### 5.7. Внеаудиторная СРС

Внеаудиторная СРС направлена на поиск информации в источниках литературы и ЭОС и ее использование:

- при подготовке к лабораторным работам;
- при подготовке к практическим занятиям;

- при подготовке к контрольным работам;
- при подготовке к сдаче экзамена.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Текущий контроль успеваемости, обеспечивающий оценивание хода освоения дисциплины

Для оценивания результатов обучения в виде знаний текущий контроль организуется в формах:

- устного опроса (фронтальной беседы, индивидуального опроса – защита лабораторной работы);
- проверки письменных заданий (контрольная работа, включающая теоретические и практические вопросы);

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков (владений) текущий контроль организуется в формах:

- проведения лабораторных работ;
- проверки письменных заданий (решения простых и/или сложных практико-ориентированных заданий). Простые задания используются для оценки умений. Сложные задания используются для оценки навыков.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременное выполнение и защита лабораторных работ и письменных индивидуальных заданий.

Критерии для оценивания устного опроса и проверки письменных заданий

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

### Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзамена.

Критерии оценивания приведены в разделе 6.3.

Результаты текущей и промежуточной аттестации каждого обучающегося по дисциплине фиксируются в электронной информационно-образовательной среде Института в соответствии с требованиями Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

## 6.1 Система оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

### Описание показателей и критериев оценивания сформированности

#### части компетенции по дисциплине

Способность участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем (ПК-7)	Формирование знаний	Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)	<b>Знать:</b> иерархическую организацию процессов в химическом производстве; критерии оценки эффективности производства важнейших химических веществ и материалов; основные закономерности процессов в химических реакторах;
	Формирование умений	Сформированность умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)	<b>Уметь:</b> уметь проводить расчеты материального и теплового балансов химико-технологических систем;
	Формирование навыков и (или) опыта деятельности	Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)	<b>Владеть:</b> навыками выбора и оценки сырьевых и энергетических ресурсов;
Способность участвовать в организации диагностики технологических процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления (ПК-25)	Формирование знаний	Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)	<b>Знать:</b> взаимосвязь различных элементов химико-технологической системы; способы и схемы производства основных продуктов химической технологии;
	Формирование умений	Сформированность умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)	<b>Уметь:</b> демонстрировать на примере различных химических производств эффективные приемы построения химико-технологических систем, пути интенсификации процессов, протекающих в химических реакторах, в том числе с позиций возможности энерго- и ресурсосбережения при их переработке;
	Формирование навыков и (или) опыта деятельности	Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм,	<b>Владеть:</b> методикой оценки интенсивности работы химических реакторов для различных типов химико-технологических процессов.

		редуцированность действий)	
--	--	----------------------------	--

## 6.2. Цель контроля, вид контроля и условия достижения цели контроля

Цель контроля	Постановка задания	Вид контроля	Условие достижения цели контроля
Выявление уровня знаний, умений, овладения навыками по дисциплине	Задания ставятся в соответствии с алгоритмом действий, лежащих в основе знаний, умения, овладения навыками	Текущий Оценивание достижения планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы	Цель контроля достигается при выполнении обучающимися соответствующих заданий требующих действий, контрольных задач, упражнений

## 6.3. Шкала оценки и критерии уровня сформированности компетенций по дисциплине при текущей аттестации

Компетенция	Показатели текущего контроля	Уровень сформированности компетенции		
		высокий	пороговый	не сформирована
Способность участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем (ПК-7)	выполнение лабораторных работ	в полном объеме с оценкой* «отлично» или «хорошо».	в полном объеме с оценкой «удовлетворительно»	не выполнены в полном объеме ко времени контроля
	контрольные работы	с оценкой «отлично» или «хорошо».	с оценкой «удовлетворительно»	с оценкой «неудовлетворительно»
	уровень использования дополнительной литературы	использует самостоятельно	по указанию преподавателя	с помощью преподавателя
Способность участвовать в организации диагностики технологических процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления (ПК-25)	выполнение лабораторных работ	в полном объеме с оценкой* «отлично» или «хорошо».	в полном объеме с оценкой «удовлетворительно»	не выполнены в полном объеме ко времени контроля
	контрольные работы	с оценкой «отлично» или «хорошо».	с оценкой «удовлетворительно»	с оценкой «неудовлетворительно»
	уровень использования дополнительной литературы	использует самостоятельно	по указанию преподавателя	с помощью преподавателя

### \*Критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: в ходе контрольных мероприятий студент показывает владение менее 50% приведенных показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений, навыков в соответствии с планируемыми результатами обучения.

## 6.4. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций при промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Компетенция	Показатели оценки (дескрипторы) и результаты достижения планируемых результатов обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции			
		высокий		пороговый	не сформирована
		оценка «отлично»	оценка «хорошо»	оценка «удовлетворительно»	оценка «неудовлетворительно»
	1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой. 2. Уровень выполнения заданий, предусмотренных	Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию	Демонстрирует понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию	Демонстрирует понимание проблемы. В основном требования, предъявляемые к заданию,	Демонстрирует непонимание проблемы. Задания не выполнены



	<p>программой.</p> <p>3. Уровень изложения (культура речи, аргументированность, уверенность).</p> <p>4. Уровень использования справочной литературы.</p> <p>5. Уровень раскрытия причинно-следственных связей.</p> <p>6. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность.</p> <p>7. Ответственное отношение к работе, стремление к достижению высоких результатов, готовность к дискуссии.</p>	выполнены	выполнены.	выполнены.	
<p>способность участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании и данных процессов, средств и систем (ПК-7)</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>иерархическую организацию процессов в химическом производстве; критерии оценки эффективности производства важнейших химических веществ и материалов; основные закономерности процессов в химических реакторах;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>уметь проводить расчеты материального и теплового балансов химико-технологических систем;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками выбора и оценки сырьевых и энергетических ресурсов;</p>	<p><i>Полные ответы на все теоретические вопросы теста. Практические задания выполнены в полном объеме. Получены правильные значения всех расчетных (определяемых) величин.</i></p>	<p><i>Ответы по существу на все теоретические вопросы теста. Практические задания выполнены. Допущена неточность в расчете (определении) расчетной величины.</i></p>	<p><i>Ответы по существу на все теоретические вопросы теста, но не имеется доказательств, выводов, обоснований. Намечены схемы решения предложенных практических заданий</i></p>	<p><i>Ответы менее чем на половину теоретических вопросов теста. Решение практических заданий не предложено</i></p>
<p>способность участвовать в организации диагностики технологических процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления (ПК-25)</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>взаимосвязь различных элементов химико-технологической системы; способы и схемы производства основных продуктов химической технологии;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>демонстрировать на примере различных химических производств эффективные приемы построения химико-технологических систем, пути интенсификации процессов,</p>	<p><i>Полные ответы на все теоретические вопросы теста. Практические задания выполнены в полном объеме. Получены правильные значения всех расчетных (определяемых) величин.</i></p>	<p><i>Ответы по существу на все теоретические вопросы теста. Практические задания выполнены. Допущена неточность в расчете (определении) расчетной величины.</i></p>	<p><i>Ответы по существу на все теоретические вопросы теста, но не имеется доказательств, выводов, обоснований. Намечены схемы решения предложенных практических заданий</i></p>	<p><i>Ответы менее чем на половину теоретических вопросов теста. Решение практических заданий не предложено</i></p>



	протекающих в химических реакторах, в том числе с позиций возможности энерго- и ресурсосбережения при их переработке; <b>Владеть:</b> методикой оценки интенсивности работы химических реакторов для различных типов химико-технологических процессов.				
--	---	--	--	--	--

### 6.5. Оценочные материалы для текущего и промежуточного контроля

Текущий контроль знаний студентов осуществляется в ходе контрольных работ, при защите лабораторных работ. Оценивание окончательных результатов изучения дисциплины осуществляется в ходе экзамена по дисциплине.

Ниже представлены примеры вопросов, заданий для текущего контроля и оценивания окончательных результатов изучения дисциплины. Полный текст всех контрольных вопросов, заданий, билетов приведен в Приложении 2 и 3.

*Пример вопросов для защиты лабораторной работы*

по теме «Гетерогенные некаталитические процессы в системе газ – твердое тело. Обжиг серосодержащего сырья»:

1. Проклассифицировать химическую реакцию, протекающую при обжиге серного колчедана.
2. Из каких элементарных стадий складывается процесс в системе газ-твердое?
3. Что такое «лимитирующая стадия процесса»?
4. Используя основное уравнение массопередачи, проанализировать влияние интенсивности перемешивания на скорость обжига колчедана.
5. Проанализировать и сравнить влияние температуры на процесс обжига, когда лимитирующей является:
  - химическая реакция;
  - внешняя диффузия;
  - внутренняя диффузия.
7. Каким образом интенсифицировать процесс, если лимитирующей стадией является:
  - химическая реакция;
  - внешняя диффузия;
  - внутренняя диффузия.
8. Основные типы реакторов для проведения гетерогенных процессов в системе газ – твердое. Их конструкция и сравнительная оценка (по интенсивности работы и по производительности).
9. Какие методы интенсификации процесса обжига колчедана используются в печах различного типа?
10. Какие параметры необходимо контролировать и регулировать в печах для обжига колчедана? В каких точках реактора необходимо установить приборы контроля и регулирования технологических параметров?
11. Предложить функциональную схему рациональной переработки полиметаллических руд.

*Пример вопросов для контрольной работы 1 (КР1):*

1. Дайте определение понятию «химическая технология»
2. Иерархическая организация процессов в химическом производстве
3. Перечислите технологические критерии. Степень превращения, что она характеризует, в каком интервале изменяется.
4. Задача. Какое количество колчедана, содержащего 47 % серы, необходимо для получения 1 тонны серной кислоты? Степень использования диоксида серы составляет 97,5%. Степень выгорания серы из колчедана 98,5 %.

*Пример вопросов для контрольной работы 2 (КР2):*

1. Классификация природных материалов как сырья для химической промышленности.
2. Перечислите основные стадии водоподготовки. В чем сущность процесса осветления воды? Аппаратура.
3. Перечислите виды и источники энергии, используемой в химической промышленности.
4. Задача. При обогащении 10 т медной сульфидной руды, содержащей 1,5 % меди, получено 400 кг концентрата, содержащего 30 % меди. Определить выход концентрата, степень извлечения меди и степень концентрирования

*Пример вопросов для контрольной работы 3 (КР3):*

1. Характеристика и скорость гомогенных химических процессов.
2. Характеристика и скорость гетерогенных химических процессов. Оценить влияние температуры на процесс, когда лимитирующей является химическая реакция.
3. Промышленные катализаторы (состав, свойства). Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам.
4. Задача. В составе катализатора ГИАП-3 содержится 5,1% NiO. Определить какое количество руды, содержащей 40% Ni, необходимо для производства 1 т катализатора. Принять, что производственные потери составляют 10%.

*Пример вопросов для контрольной работы 4 (КР4):*

1. Химические реакторы (определение) и их классификация по тепловому режиму.
2. Реактор смешения периодического действия. Конструктивные особенности, характеристическое уравнение, изменение параметров (проиллюстрировать).
3. Каскад реакторов. Когда его применяют на практике?
4. Необратимая реакция  $2A \xrightarrow{k} R$  протекает в непрерывном реакторе смешения при постоянной температуре. Константа скорости реакции равна  $k=0,2 \text{ мин}^{-1}$ . Начальная концентрация реагента «А» составляет  $C_{A0}=2,2 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$ , объемный расход смеси  $V_0=20 \text{ л/мин}$ . Определить объем реактора, необходимый для достижения степени превращения по веществу «А»  $X_A=0,6$ .

*Пример экзаменационного билета:*

### Билет № 1

1. Определите понятия «химическое производство» и «химико-технологический процесс». Основные критерии оценки их работы. Приведите примеры.
2. Классификация процессов химической технологии. Предложите способы повышения производительности гетерогенного процесса «газ-твердое», протекающего в диффузионной области.
3. Алгоритм расчета материального баланса в общем и дифференциальном виде для периодического реактора идеального смешения в изотермических условиях (РИС-П-И).

Лектор \_\_\_\_\_ (Фамилия И.О)

### Критерии оценивания и шкала оценок по заданиям билета

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент отвечает на все задания билета, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

### 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 27 астрономических часов или 36 академических час. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух час. контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации. Зачет результатов обучения осуществляется в порядке и формах, установленных локальным актом НИ РХТУ.

#### 7.1. Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

#### 7.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

#### 7.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Оценивание практических заданий входит в оценку.

#### 7.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет (протокол). Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформления отчета, своевременность сдачи.

#### **7.5. Самостоятельная работа студента**

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторские занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнить индивидуальные задания;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.

#### **7.6. Реферат**

Реферат – индивидуальная письменная, самостоятельно выполненная, работа обучающегося, предполагающая анализ изложения в научных и других источниках определенной научной проблемы или вопроса (пишется согласно теме индивидуального задания)

Обычно реферат имеет стандартную структуру: титульный лист, содержание, введение, основное содержание темы, заключение, список использованных источников, приложения.

Оценивается оригинальность реферата, системность излагаемого материала, логика изложения и убедительность аргументации, полнота использованных источников, оформление, своевременность срока сдачи.

Оценивание реферата, написанного согласно теме индивидуально задания, осуществляет преподаватель. Он оценивается по следующим критериям:

- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

Реферат, сданные студентом после окончания зачетной недели текущего семестра, в котором он должен быть выполнен, не оценивается.

По данной дисциплине студентом может быть подготовлен реферат. Тема реферата (индивидуального задания) определяется преподавателем с учетом пожеланий студента (полный список тем приведен в Приложении 4). Примерные темы:

1. Получение диоксида серы в производстве серной кислоты.
2. Получение триоксида серы в производстве серной кислоты...

#### **7.7. Методические рекомендации для преподавателей**

##### **Основные принципы обучения**

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных физико-химических задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени. Недопустимо преподавание односеместровой учебной дисциплины превращать в годичное.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде схем приборов, деталей и конструкций приборов, компьютерное тестирование.

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

10. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

##### **Организация лекционных занятий**

Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

### **Организация практических занятий**

Цель практических занятий – углубление, расширение, детализация знаний, полученных на лекциях в обобщенной форме, содействие выработке умений использовать теоретический материал для решения практических задач в области изучаемой дисциплины и навыков, необходимых для формирования компетенций по дисциплине.

Следует организовывать практическое занятие так, чтобы студенты постоянно ощущали рост сложности выполняемых заданий, испытывали положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, были заняты напряженной творческой работой, поисками правильных и точных решений. Большое значение имеют индивидуальный подход и продуктивное педагогическое общение. Обучаемые должны получить возможность раскрыть и проявить свои способности, свой личностный потенциал. Поэтому при разработке заданий и плана занятий преподаватель должен учитывать уровень подготовки и интересы каждого студента группы, выступая в роли консультанта и не подавляя самостоятельности и инициативы студентов.

Управление группой должно обеспечивать: быстрый контакт со студентами, уверенное (но подтверждаемое высоким интеллектом и способностью ответить на любой вопрос) поведение в группе, разумное и справедливое взаимодействие со студентами.

Необходимо планировать и осуществлять на практических занятиях решение задач, базирующихся на узловых вопросах теоретического материала и непосредственно связанных с практическими задачами и изучаемой дисциплины и направления обучения студентов. Особое внимание необходимо обращать на задачи, которые будут иметь в дальнейшем широкое использование.

### **Организация лабораторных занятий**

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 4 лабораторных работы, указанных в «маршрутном» листе. Маршрутный лист составляет лектор потока.

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструктажа.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде и при отсутствии белого халата.
2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.
3. Студент не допускается к выполнению работы, если:
  - а) отсутствует лабораторный журнал (протокол)
  - б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;
  - в) имеется более одной несданной ранее выполненной работы.
4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время, указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

7.8. Методические указания для студентов

#### **По подготовке к лекционным занятиям**

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. Перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. Перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднении в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала!

#### **Учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

##### **Тема 1. Химическое производство и химическая технология**

Литература: о-1, д-3

Вопросы для самопроверки:

1. Определите, что такое химическая технология, разъясните это определение.
2. Что является объектом изучения химической технологии?
3. Определите, что такое химическое производство?
4. Сформулируйте современные требования к химическому производству.
5. Определите, что такое химико-технологический процесс?
6. Приведите примеры известных Вам технологических процессов.

Задания для самостоятельной работы:

1. Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы

##### **Тема 2. Химико-технологические системы (ХТС).**

Литература: о-1,3, д-3

Вопросы для самопроверки:

1. Определите, что такое химико-технологическая система. Из каких частей (подсистем) она состоит?
2. Перечислите модели, используемые для описания химико-технологических систем.
3. Что используют в качестве сырья в химической промышленности?
4. Какие требования предъявляются к качеству сырья?
5. Определите, что такое энергетическая подсистема.
6. Какие виды и источники энергии используют в химической промышленности?

Задания для самостоятельной работы:

1. Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы

##### **Тема 3. Общие закономерности химических процессов.**

Литература: о-1, д-3

Вопросы для самопроверки:

1. Перечислите основные химические процессы.
2. Какие основные законы используются для равновесных гомогенных процессов?
3. Какие основные законы используются для неравновесных гомогенных процессов?

4. Какие основные законы используются для неравновесных гетерогенных процессов?
5. Поясните роль катализатора в химическом процессе.

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы

#### **Тема 4. Химические реакторы**

Литература: о-1, д-3

*Вопросы для самопроверки:*

1. Определите, что такое химический реактор.
2. Какие типы реакторов Вам известны?
3. Как организовать и поддерживать заданный температурный режим работы реактора?
4. Что лежит в основе моделирования работы химических реакторов?
5. С чем связана трудность контроля и управления процессом в трубчатом реакторе?

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы

#### **Тема 5. Промышленные химические производства**

Литература: о-2, д-3,7

*Вопросы для самопроверки:*

1. Приведите примеры гетерогенных процессов в известных Вам производствах.
2. Приведите примеры гомогенных процессов в известных Вам производствах.
3. Приведите примеры каталитических процессов в известных Вам производствах.
4. Обоснуйте выбор сырья в известных Вам производствах.
5. Обоснуйте выбор реактора для получения основного продукта в известных Вам производствах.
6. Обоснуйте наличие стадии очистки потока перед реактором с катализатором в известных Вам производствах.

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы

#### **По подготовке к лабораторному практикуму**

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса Основы химической технологии. Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику 4 (если специально не оговорено) лабораторных работ, указанных в «маршрутном» листе.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеке и в соответствующей лаборатории на кафедре и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента. Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) в журнале (в качестве журнала используется общая тетрадь) имеется описание текущей лабораторной работы: название работы, теоретическое введение, схема установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с приборами, установками, оборудованием;

в) знание правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, используемым в данной работе.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал или не подготовлен протокол,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

в) отсутствует белый халат.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. «Защита» лабораторной работы проводится при наличии оформленного протокола (заполнены таблицы, выполнены необходимые расчеты, построены графики, сделаны выводы) по вопросам, имеющимся в каждой лабораторной работе (Приложение 2).

#### **По работе с литературой**

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

При работе с литературой выделяются следующие виды записей. Конспект – краткая схематическая запись основного содержания научной работы. Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью. Цитата – точное воспроизведение текста. Заключается в кавычки. Точно указывается страница источника. Тезисы – концентрированное изложение основных положений прочитанного материала. Аннотация – очень краткое изложение содержания прочитанной работы. Резюме – наиболее общие выводы и положения работы, ее концептуальные итоги.

#### **7.9. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
О-1. Общая химическая технология: в 2-х ч.: учебник. Ч.1. Теоретические основы химической технологии / ред. И. П. Мухленов. - 5-е, стереотип. - М.: Альянс, 2009. - 255 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
О-2. Общая химическая технология: в 2-х ч. : учебник. Ч.2. Важнейшие химические производства / И. П. Мухленов [и др.] ; ред. И. П. Мухленов. - 5-е изд., стереотип. - М.: Альянс, 2009. - 263 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

#### б) дополнительная литература

Дополнительная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Игнатенков В.И., Бесков В.С. Примеры и задачи по общей химической технологии: Учеб. пособие для вузов. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. - 198 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Лебедев, Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учеб. / Н. Н. Лебедев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Альянс, 2013. - 589 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да
Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Л.: Химия, 1989 г. -352 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

### 8.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

Единое окно доступа к образовательным ресурсам: бесплатная электронная библиотека. Режим доступа: <http://window.edu.ru/>.

Библиотека НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева / Официальный сайт НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Режим доступа: <http://www.nirhtu.ru/administration/library/elibrary.html>

Кафедра Технологии неорганических, керамических, электрохимических производств / Официальный сайт НИ РХТУ им. Д.И. Менделеева. Режим доступа: <http://www.nirhtu.ru/faculties/chemistry-technology/tneke.html>

Общая химическая технология: методология проектирования химико-технологических процессов: учеб. для вузов / под ред. Х. Э. Харлампи / ЭБС «Лань». Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/37357/#1>.

Общая химическая технология: лаб. практикум для студ. химико-технологич. и др. спец./ Система поддержки учебных курсов НИ РХТУ. Режим доступа: <http://moodle.nirhtu.ru/course/index.php?categoryid=23>

Библиотека Новомосковского института (филиала) Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева. URL: [http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r\\_opak72/cgiirbis\\_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

ЭБС «Издательство «Лань» (договор № 616/2016 от 26.09.2016г.) - <https://e.lanbook.com/>

База данных Scopus (сублицензированный договор № Scopus/130 от 08.08.2017г) - <https://www.scopus.com>

База данных Web of Science компании Clarivate Analytics (Scientific) LLC (сублицензионный договор № WoS/1035 от 01.04.2017г.) - <https://clarivate.com/>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
№ 407 Аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Презентационная техника (экран, проектор, ноутбук). Аудитория оборудована учебной мебелью, меловой доской	приспособлено
№ 409 «Учебная лаборатория ОХТ» для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Установки: Флотация, Обжиг серосодержащего сырья, Ионнообменная установка. Шкаф вытяжной, Колориметр КФК-2, Сушильный шкаф, Печь по Денштету, Насос вакуумный, Весы электр. JW-1C-600, Флотационная машина, рН-метр ПК без подключения к интернету с демонстрационными материалами. Наглядные пособия: Таблица «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева»; Таблица «Катализаторы НИАП» Лаборатория оборудована учебной и лабораторной мебелью, меловой доской, лабораторной посудой.	приспособлено
№ 308 «Учебная лаборатория ОХТ им. ктн доц. Иконникова Н.К.» для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Стенд «Изотермический реактор идеального смешения непрерывного действия (И-РИС-Н)». Стенд «Реактор идеального смешения периодического действия (РИС-П)». Вытяжной шкаф, Мост КСМ-4, Ультротермостат типа УТУ, Логометр. Наглядные пособия: Таблица «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева» Лаборатория оборудована учебной мебелью	приспособлено
№ 413 Аудитория для самостоятельной работы студентов	Помещение для самостоятельной работы студентов оборудовано офисной мебелью, 3 компьютерами, 2 компьютера имеют подключения к сети «Интернет», к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено

#### Программное обеспечение

1 Операционная система MS Windows XP и MS Windows 7 бессрочные права и бессрочная лицензия по подписке [The Novomoskovsk university \(the branch\) - EMDEPT - DreamSpark Premium](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897) <http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897>. Номер учетной записи e5: 100039214.

2 Интернет-браузер Mozilla Firefox. Распространяется под лицензией Mozilla Public License 2.0 (MPL).

3 Текстовый редактор LibreOffice Writer. Распространяется под лицензией LGPLv3.

4 Редактор презентаций LibreOffice Impress. Распространяется под лицензией LGPLv3.

5 Средство чтения файлов PDF Adobe Acrobat Reader DC является бесплатным и доступно для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

6 Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

#### Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса;

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде.



**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Основы химической технологии**

**1. Общая трудоемкость** (з.е./ час): 4 / 144. Контактная работа 71,3 час., из них: лекционные 34, лабораторные 18, практические 18. Самостоятельная работа студента 37 час. Форма промежуточного контроля: экзамен. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина Основы химической технологии относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули). Является обязательной для освоения в 5 семестре, на 3 курсе.

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: Математика, Физика, Химия и является основой для последующих дисциплин: Моделирование систем и процессов, Автоматизация технологических процессов и производств, Организация и планирование автоматизированных производств, Автоматизированные системы управления химико-технологическими процессами и производствами.

**3. Цель и задачи изучения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является знакомство с химическим производством – сложной химико-технологической системой, а также обеспечение базовой подготовки студентов для осуществления автоматизированного контроля и управления технологическим процессом, жизненным циклом продукции и ее качеством.

Задачи дисциплины:

- ознакомление с химическим производством, его структурой и компонентами;
- изучение теоретических основ химических процессов и химических реакторов;
- освоение общих методов анализа и синтеза химического производства как химико-технологической системы;
- знакомство с некоторыми конкретными химическими производствами.
- овладение методами составления материальных и энергетических балансов химических процессов и аппаратов;
- овладение методами выбора и оценки сырья, энергии и оборудования.

Изучение дисциплины позволит студентам приобрести необходимые знания и умения в области химической технологии, которые потребуются им для решения научно-исследовательских и практических задач в последующей профессиональной деятельности.

**4. Содержание дисциплины**

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Химическое производство и химическая технология	Общая структура химического производства, схема простейшего химико-технологического процесса. Стратегия развития химических производств и химической технологии. Иерархическая организация процессов в химическом производстве. Многофункциональность химического производства – получение продуктов, энерго и ресурсосбережение, минимизация воздействия на окружающую среду, социальное совершенство, основные подсистемы технологические компоненты. Роль, место производственного персонала, охрана труда. Критерии оценки эффективности производства. Технологические, экономические, эксплуатационные и социальные показатели. Показатели химического превращения. Пути повышения эффективности химических превращений.
2	Химико-технологические системы (ХТС).	Структура и описание ХТС, синтез и анализ ХТС. Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС. Энерго- и ресурсосбережение при переработке сырья. Классификация сырья. Вторичное сырье. Энергия в химическом производстве. Основные виды энергетических ресурсов, виды энергии. Первичные и вторичные энергоресурсы.
3	Общие закономерности химических процессов.	Кинетика химико-технологических процессов. Характеристика и скорость гомогенных химических процессов. Пути и способы интенсификации этих процессов. Химическое равновесие. Способы увеличения равновесной степени превращения. Характеристика и скорость гетерогенных химических процессов. Модель гетерогенного процесса. Лимитирующая стадия, ее определение. Способы повышения производительности процессов, протекающих в различных областях (кинетической, диффузионной, переходной). Каталитические процессы. Основные требования к гомогенным и гетерогенным катализаторам.
4	Химические реакторы	Химические реакторы. Основные математические модели процессов в химических реакторах. РИВ, РИС, РИС-Н, К-РИВ, К-РИС-Н. Расчет и выбор реактора. Изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах. Материальный и тепловой баланс реактора. Характеристические уравнения различных реакторов. Способы поддержания устойчивого режима работы реактора. Анализ путей совершенствования и модернизации реакторов. Промышленные химические реакторы. Реакторы для проведения гомогенных реакций. Реакторы для проведения гетерогенных реакций в системах Г-Т, Г-Ж, в каталитических Г-Т, для процессов в кинетической и диффузионной областях.
5	Промышленные химические производства	Производства серной кислоты, аммиака, азотной кислоты, аммиачной селитры. Анализ технологических схем с точки зрения контроля и автоматического регулирования технологического процесса. Условия поддержания безопасного функционирования производства.

**5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем (ПК-7);
- способностью участвовать в организации диагностики технологических процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления (ПК-25).

В результате изучения дисциплины студент должен:

***Знать:***

иерархическую организацию процессов в химическом производстве; критерии оценки эффективности производства важнейших химических веществ и материалов; основные закономерности процессов в химических реакторах (ПК-7); взаимосвязь различных элементов химико-технологической системы; способы и схемы производства основных продуктов химической технологии (ПК-25);

***Уметь:***

уметь проводить расчеты материального и теплового балансов химико-технологических систем (ПК-7); демонстрировать на примере различных химических производств эффективные приемы построения химико-технологических систем, пути интенсификации процессов, протекающих в химических реакторах, в том числе с позиций возможности энерго- и ресурсосбережения при их переработке (ПК-25);

***Владеть:***

навыками выбора и оценки сырьевых и энергетических ресурсов (ПК-7); методикой оценки интенсивности работы химических реакторов для различных типов химико-технологических процессов (ПК-25).

## Оценочные материалы для текущего контроля

## 1. Текущий контроль знаний студентов

## А) Защита лабораторных работ:

## Лабораторная работа №1

## «Обогащение (концентрирование) твердого сырья. Флотация»

## Вопросы к защите лабораторной работы:

1. Понятие о сырье и полупродуктах. Классификация сырья.
2. Основные тенденции в использовании сырья.
3. Происхождение вторичного сырья и пути его использования.
4. Способы обогащения твердого сырья. Аппаратура.
5. Способы обогащения газообразного и жидкого сырья. Аппаратура.
6. Сущность процесса флотации, область ее применения.
7. Основные стадии процесса флотации. Аппаратура.
8. Основные факторы, влияющие на процесс флотации. Флотореагенты, их классификация.
9. Роль воздуха в процессе флотации.
10. Основные показатели, характеризующие процесс флотации.
11. Отходы, образующиеся в процессе обогащения. Способы их утилизации.

## Лабораторная работа №2

## «Гетерогенные некаталитические процессы в системе газ – твердое тело. Обжиг серосодержащего сырья»

## Вопросы к защите лабораторной работы:

6. Проклассифицировать химическую реакцию, протекающую при обжиге серного колчедана.
7. Из каких элементарных стадий складывается процесс в системе газ-твердое?
8. Что такое «лимитирующая стадия процесса»?
9. Используя основное уравнение массопередачи, проанализировать влияние интенсивности перемешивания на скорость обжига колчедана.
10. Проанализировать и сравнить влияние температуры на процесс обжига, когда лимитирующей является:
  - химическая реакция;
  - внешняя диффузия;
  - внутренняя диффузия.
8. Каким образом интенсифицировать процесс, если лимитирующей стадией является:
  - химическая реакция;
  - внешняя диффузия;
  - внутренняя диффузия.
12. Основные типы реакторов для проведения гетерогенных процессов в системе газ – твердое. Их конструкция и сравнительная оценка (по интенсивности работы и по производительности).
13. Какие методы интенсификации процесса обжига колчедана используются в печах различного типа?
14. Какие параметры необходимо контролировать и регулировать в печах для обжига колчедана? В каких точках реактора необходимо установить приборы контроля и регулирования технологических параметров?
15. Предложить функциональную схему рациональной переработки полиметаллических руд.

## Лабораторная работа № 3

## «Периодический реактор смешения в изотермических условиях»

## Вопросы к защите лабораторной работы:

1. Что такое степень превращения продукта и селективность? Какова связь между этими величинами? Приведите необходимые определения и формулы.
2. Напишите уравнение материального баланса для периодического и непрерывного химических процессов.
3. Дайте определение скорости химической реакции. Выражение скорости реакции для гомогенных и гетерогенных реакций. Константа скорости и ее зависимость от температуры.
4. Отразите на графиках и объясните зависимость  $U_A = f(\tau)$  для простых необратимых, обратимых, эндотермических и экзотермических реакций  
 $A \rightarrow R \pm Q_{x.p.}$        $A \leftrightarrow R \pm Q_{x.p.}$
5. Отразите на графиках и объясните зависимость  $X_A = f(T, \tau)$ , для простых необратимых, обратимых, эндотермических и экзотермических реакций  
 $A \rightarrow R + Q_{x.p.}$        $A \leftrightarrow R \pm Q_{x.p.}$
6. Классификация химических реакторов по различным признакам.
7. Характеристика и области применения периодического реактора. Графическое изображение изменения концентрации реагентов, степени превращения и скорости в периодическом реакторе (если  $C_{A0} \neq C_{B0}$ ).
11. Вывод характеристического уравнения РИС-П на основе уравнения материального баланса.
12. Решение характеристического уравнения РИС-П для необратимой реакции первого порядка типа  $A \rightarrow R$ , протекающей без изменения объема.
13. Преимущества и недостатки периодического реактора смешения.
14. Напишите уравнение теплового баланса для периодического и непрерывного реактора при различных тепловых режимах. С какой целью составляют тепловые балансы?

## Лабораторная работа № 4

## «Непрерывный реактор смешения в изотермических условиях»

1. Что такое степень превращения вещества? Взаимосвязь между концентрацией и степенью превращения.
2. Что такое скорость химической реакции, порядок реакции?
3. Аналитическая и графическая зависимость скорости реакции от температуры и степени превращения для необратимой реакции 1-го порядка, протекающей без изменения объема.
4. Аналитическая и графическая зависимость скорости реакции от температуры и степени превращения для обратимой экзотермической реакции 1-го порядка, протекающей без изменения объема.
5. Какова связь между степенью превращения, выходом продукции и селективностью для реакций различного типа.
6. Изобразить графически и объяснить зависимость скорости реакции и степени превращения исходного вещества от температуры для реакций:
  - а)  $A \rightarrow R \pm Q_{x.p.}$
  - б)  $A \leftrightarrow R + Q_{x.p.}$
  - в)  $A \leftrightarrow R - Q_{x.p.}$

7. Как влияет давление на скорость химико-технологических процессов (гомогенных, гетерогенных, газовых, жидкостных, с участием твердых веществ). Приведите графики, уравнения и практические примеры.
8. В каких случаях в химической технологии отдается предпочтение непрерывному реактору смешения? Ответ проиллюстрируйте графиками и уравнениями.
9. Графическое изображение изменения основных параметров процесса в РИС-Н во времени и в пространстве.
10. Вывод характеристического уравнения РИС-Н-И на основе уравнения материального баланса.
11. Решение характеристического уравнения РИС-Н-И для необратимых реакций первого, второго порядков, протекающих без изменения объема типа  $A \rightarrow R$ .
12. Решение характеристического уравнения РИС-Н-И для обратимой реакции первого порядка типа  $A \leftrightarrow R$ .
13. Что такое реальный реактор смешения? Каким образом можно показать отклонение реального реактора от идеальной модели? Какие параметры и как влияют на это отклонение?
14. Изменением каких параметров можно увеличить интенсивность реактора смешения?
15. Сравнение объемов непрерывных реакторов смешения и вытеснения, необходимых для достижения равной степени превращения. Какой реактор более производителен?
16. Выход продукта (для необратимой, обратимой, сложной реакции). В каких случаях для получения высокого выхода основного продукта предпочтителен реактор смешения непрерывного действия?.
17. Селективность. В каких случаях для получения высокой селективности по основному продукту предпочтителен реактор смешения непрерывного действия?
18. Что такое тепловая устойчивость реактора? Каковы условия поддержания устойчивого режима в РИС-Н-И?
19. Тепловой баланс химического реактора. Графический метод решения теплового баланса РИС-Н-И.
20. Решение теплового баланса РИС-Н-И в случае проведения в нем необратимых экзотермических реакций типа  $A \rightarrow R + Q_{\text{х.р.}}$ .
21. Решение уравнения теплового баланса РИС-Н-И при проведении обратимых экзотермических реакций типа  $A \leftrightarrow R + Q_{\text{х.р.}}$ . Способы поддержания оптимального режима.
22. Решение уравнения теплового баланса РИС-Н-И при проведении в нем обратимых эндотермических реакций типа  $A \leftrightarrow R - Q_{\text{х.р.}}$ . Способы поддержания оптимального режима.

**Б). Вопросы к контрольным работам:**

*Контрольная работа 1:*

1. Дайте определение понятиям «технология» и «химическая технология». Что является объектом исследования химической технологии?
2. Дайте определение понятию «химико-технологический процесс», перечислите основные стадии. Какие процессы протекают на каждой стадии?
3. Дайте определение понятию «химическое производство». Что входит в состав химического производства? Объясните назначение его функциональных частей.
4. Иерархическая организация процессов в химическом производстве.
5. Критерии оценки эффективности производства.
6. Перечислите технологические показатели, что определяет каждый из них? Как они взаимосвязаны между собой?
7. Перечислите экономические, эксплуатационные и социальные показатели, что определяет каждый из них?

*Контрольная работа 2:*

1. Виды и источники сырья для химической промышленности (основные определения).
2. В чем заключается принцип наилучшего использования сырья?
3. Классификация природных материалов как сырья для химической промышленности.
4. Обогащение (сущность и цель).
5. Обогащение твердого минерального сырья. Основные принципы и аппаратура.
6. Обогащение жидкого сырья. Основные принципы и аппаратура.
7. Обогащение газообразного сырья. Основные принципы и аппаратура.
8. Роль воды в химической промышленности. Основные источники и их классификация.
9. Основные показатели качества воды.
10. Перечислите основные стадии промышленной водоподготовки. Дайте характеристику каждой стадии, укажите основную аппаратуру.
11. Перечислите виды и источники энергии, используемой в химической промышленности, их применение.
12. В чем заключается принцип наилучшего использования энергии? Приведите пример (ВЭР)

*Контрольная работа 3:*

1. Понятие о химическом процессе, их классификация.
2. Характеристика и скорость гомогенных химических процессов. Пути и способы интенсификации этих процессов.
3. Понятие о равновесии. Качественная и количественная характеристики состояния равновесия. Влияние различных факторов на равновесную степень превращения и выход продукта.
4. Характеристика и скорость гетерогенных некаталитических процессов. Основные стадии и области протекания. Моделирование процесса.
5. Оценить влияние различных факторов на скорость процесса, когда лимитирующей является химическая реакция, внешняя или внутренняя диффузия.
6. Каталитические процессы, их сущность и классификация.
7. Промышленные катализаторы (состав, свойства). Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам.

*Контрольная работа 4:*

1. Химические реакторы (определение) и их классификация.
2. Конструктивные особенности, характеристическое уравнение, изменение параметров в реакторах различного типа.
3. Изотермические и неадиабатические процессы в химических реакторах. Тепловой баланс реактора.
4. Способы поддержания устойчивого режима работы реактора.
5. Реакторы для проведения гомогенных реакций.
6. Реакторы для проведения гетерогенных реакций в системах Г-Т, Г-Ж, Т-Ж.
7. Реакторы для проведения каталитических реакций в системе Г-Т.
8. Реальный реактор смешения. Каким образом можно показать отклонение реального реактора от идеальной модели?

**В) Задачи к контрольным работам:**

1. Сколько колчедана, содержащего 47 % серы, необходимо для получения 1 тонны серной кислоты? Степень использования диоксида серы составляет 97,5%. Степень выгорания серы из колчедана 98,5 %.
2. Определить расходный коэффициент известняка, содержащего 97,2 %  $\text{CaCO}_3$ , необходимого для получения 1 тонны негашеной извести  $\text{CaO}$ ? Степень обжига известняка - 98,5 %.
3. Какой объем воздуха, содержащего 79 % (об) азота, необходим для получения 1 тонны жидкого аммиака? Степень конверсии составляет 15%.

- При обогащении 10 т медной сульфидной руды, содержащей 1,5 % меди, получено 400 кг концентрата, содержащего 30 % меди. Определить выход концентрата, степень извлечения меди и степень концентрирования.
- При флотации 5 т цинковой руды, содержащей 3 % цинка, получено 340 кг концентрата, содержащего 22 % цинка. Определить основные показатели процесса.
- Необратимая реакция  $2A \xrightarrow{k} R$  протекает в непрерывном реакторе смешения при постоянной температуре. Константа скорости реакции равна  $k=0,2 \text{ мин}^{-1}$ . Начальная концентрация реагента «А» составляет  $C_{A0}=2,2 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$ , объемный расход смеси  $V_0=20 \text{ л/мин}$ . Определить объем реактора, необходимый для достижения степени превращения по веществу «А»  $X_A=0,6$ .
- Жидкофазная реакция  $A \xrightarrow{k} R$  протекает в изотермических условиях в непрерывном реакторе смешения объемом 4,5 м<sup>3</sup>. Константа скорости реакции  $k=4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кмоль} \cdot \text{с}$ . Определить степень превращения вещества «А», если объемная скорость подачи  $V_0=8,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ .
- Необратимая реакция  $A \xrightarrow{k} R$  протекает в каскаде реакторов непрерывного смешения. Константа скорости реакции равна  $k=1,99 \text{ мин}^{-1}$ , объемный расход смеси  $V_0=2,21 \text{ л/мин}$ . Определить количество реакторов в каскаде, объемом 2,5 л, необходимых для достижения степени превращения по веществу «А»  $X_A=0,9$ .
- На складе хранится каменный уголь в количестве 100 т. Его влажность при хранении в течение года изменилась с 6% до 4%. На сколько изменилась масса угля?
- Железная руда при сушке на воздухе потеряла 5% веса. При анализе воздушно-сухой руды найдено в ней 3% влаги. Подсчитать начальную влажность руды.
- Сколько тонн 100%-ного аммиака требуется для получения 900 тыс т /год 58% - ного раствора азотной кислоты, если потери аммиака составляют 2,8%.
- Определить теоретические расходные коэффициенты в процессе выплавки чугуна (Fe) для железных руд: 1) магнитный железняк Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>; 2) красный железняк Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Какому виду сырья следует отдать предпочтение?
- Сколько карбида кальция требуется для получения 100 л сухого ацетилена (н.у.), если степень использования (превращения) карбида кальция составляет 91%. Уравнение реакции:  $\text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ .
- Какой объем аммиака требуется для получения 380 тыс т/год 58%-ной азотной кислоты, если суммарная степень его использования составляет 97%.
- В составе катализатора для синтеза метанола содержится 66% цинка. Определить расходный коэффициент по сырью, если цинк получают из сульфата цинка  $\text{Zn} \cdot \text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Производственные потери составляют 4%.

### Приложение 3

#### Оценочные материалы для промежуточного контроля

##### Вопросы к экзамену по курсу «Основы химической технологии»

- Понятие химико-технологического процесса (ХТП). Основные стадии и критерии оценки ХТП.
- Понятие химического производства, его организация. Объясните назначение его функциональных частей. Основные критерии оценки эффективности работы химического производства как ХТС.
- Характеристика и классификация сырьевых источников химической технологии. Тенденции в развитии сырьевой базы.
- Подготовка сырья в химико-технологическом процессе. Методы обогащения твердого, жидкого и газообразного сырья.
- Вода в химической промышленности. Промышленная водоподготовка. Способы умягчения и обессоливания воды.
- Классификация процессов химической технологии. Гетерогенные некаталитические процессы. Основные стадии и области протекания. Интенсификация процесса, протекающего во внешнедиффузионной области.
- Гетерогенные некаталитические процессы. Моделирование процесса в системе «газ-твердое». Основные стадии процесса.
- Основные уравнения скорости гетерогенного некаталитического процесса. Способы увеличения движущей силы процесса.
- Гомогенные некаталитические процессы. Зависимость скорости гомогенной реакции от различных факторов. Влияние различных факторов на скорость гомогенных процессов.
- Каталитические процессы. Приведите примеры. Основные понятия, критерии. Основные характеристики катализатора.
- Кинетические закономерности протекания химических процессов. Понятие скорости химических реакций, константы скорости, порядка реакции, концентрации, степени превращения.
- Равновесие в химических процессах. Качественная и количественная характеристики состояния равновесия. Способы достижения высоких степеней превращения.
- Гетерогенные некаталитические процессы. Основные стадии и области протекания. Интенсификация процесса, протекающего в кинетической области.
- Политермический режим работы реактора. Уравнения материального и теплового балансов политермических реакторов.
- Изотермический режим работы реактора. Уравнения материального и теплового балансов изотермического реактора.
- Адиабатический режим работы реактора. Уравнения материального и теплового балансов адиабатических реакторов.
- Классификация химических реакторов. Основные требования, предъявляемые к химическим реакторам. Реакторы для проведения реакций в системе «газ-жидкость». Реакторы для проведения реакций в системе «газ-твердое».
- Каскад реакторов идеального смешения (вытеснения). Области применения. Методы их расчета.
- Периодический реактор идеального смешения. Изменение параметров в реакторе во времени. Характеристическое уравнение реактора.
- Непрерывный реактор идеального смешения в изотермических условиях. Изменение параметров в реакторе. Характеристическое уравнение непрерывного реактора идеального смешения.
- Непрерывный реактор вытеснения в изотермических условиях. Изменение параметров по длине реактора. Характеристическое уравнение реактора идеального вытеснения.
- Изотермический режим работы реактора. Создание такого режима на практике.
- Неизотермические процессы в химическом реакторе. Организация теплообмена в реакторах.
- Химический реактор. Классификация реакторов.
- Понятие «химико-технологический процесс» (ХТП), «химическое производство» (ХП). Их основные стадии.
- Тепловая устойчивость химического реактора (на примере изотермического РИС-Н).

### Приложение 4

#### Перечень тем для индивидуального задания

Темы для индивидуального задания (написания реферата):

1. Получение диоксида серы в производстве серной кислоты из колчедана.
2. Получение диоксида серы в производстве серной кислоты из серы.
3. Получение диоксида серы в производстве серной кислоты из сероводорода.
4. Получение триоксида серы в производстве серной кислоты.
5. Получение водорода для синтеза аммиака конверсией метана.
6. Получение водорода конверсией оксида углерода.
7. Получение аммиака из азото-водородной смеси.
8. Окисление аммиака в производстве азотной кислоты.
9. Получение аммиачной селитры.
10. Стадия синтеза карбамида.
11. Разложение фосфатов азотной кислотой с целью получения фосфорных удобрений.
12. Разложение фосфатов серной кислотой с целью получения фосфорной кислоты.
13. Разложение фосфатов фосфорной кислотой с целью получения суперфосфата.
14. Синтез хлористого водорода.
15. Синтез метанола.
16. Получение ацетилена из карбида кальция.
17. Получение ацетилена из углеводов.
18. Получение диоксида углерода в результате обжига карбонатного сырья.
19. Получение бикарбоната натрия.
20. Получение кальцинированной соды (карбоната натрия).

и др. (по выбору студента)

#### Рекомендуемая литература:

1. Общая химическая технология: в 2-х ч. : учебник. Ч.2 . Важнейшие химические производства / И. П. Мухленов [и др.] ; ред. И. П. Мухленов. - 5-е изд., стереотип. - М.: Альянс, 2009. - 263 с. (Темы 1, 4-8,15)
2. Общая химическая технология: учеб. для вузов / А. М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высш. шк. , 1990. - 520 с. (Темы 1, 4-8,15)
3. Лебедев, Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: учеб. / Н. Н. Лебедев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Альянс, 2013. - 589 с. (Темы 15-17)
4. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Л.: Химия, 1989 г. -352 с. (Темы 9-13)
5. Шокин И. Н., Крашенинников С. А. Технология соды. - М.: Химия, 1975г.-287с. (Темы 18-20)
6. Васильев Б. Т. Технология серной кислоты/ Б. Т. Васильев, М. И. Отвагина. - М. : Химия, 1985. - 384 с. (Темы 1-4)
7. Якименко Л. М. Производство водорода, кислорода, хлора и щелочей. - М. : Химия, 1981. - 279 с. (Тема 14)

#### Рекомендации по выполнению индивидуального задания.

Одной из форм самостоятельной работы студента является подготовка *индивидуального задания* и обсуждение его на практическом (семинарском) занятии. Цель – развитие у студентов навыков аналитической работы с литературой, аргументации собственных взглядов.

#### Исходные данные, выдаваемые студентам:

1. Название работы с указанием стадии производства или процесса, который нужно описать (выбирается из списка по желанию, по шифру зачетной книжки или по номеру в журнале)
2. Структура пояснительной записки к индивидуальному заданию.
3. Рекомендуемая литература.

#### Рекомендации студенту:

- перед началом работы согласовать с преподавателем тему, структуру, литературу, а также обсудить ключевые вопросы, которые следует раскрыть;
- затем представлять текущий материал преподавателю в письменной форме согласно графика КП;
- в итоге сдать полный текст *индивидуального задания* на проверку, исправить замечания (если таковые есть), после чего ответить на возникшие вопросы.

#### Требования:

- к оформлению: шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, межстрочный интервал – 1,5, поля – 2 см, отступ в начале абзаца – 1 см, выравнивание абзаца по ширине; листы доклада скрепляются скоросшивателем; на титульном листе указывается наименование учебного заведения, название кафедры, наименование дисциплины, тема доклада, ФИО студента, номер группы, ФИО преподавателя, место (Новомосковск) и год подготовки;

- к структуре пояснительной записки: пояснительная записка должна состоять из титульного листа, содержания, задания, текста пояснительной записки, списка литературы (не менее пяти позиций). Объем должен составлять не более 15 страниц.

#### Текст пояснительной записки должен содержать:

*введение* - краткая характеристика современного состояния производства, его перспективы развития. Здесь могут приводиться цифры, характеризующие развитие производства, новые инженерные решения. Необходимо указать область применения данного продукта, исходное сырье.

*1. Физико-химические основы производства.* Приводятся на основе анализа современных литературных данных и должны отражать перечисленные характеристики процесса: классификация процесса (реакции), равновесные характеристики обратимых реакций, кинетические закономерности.

Проанализировать, какие параметры процесса (температура, давление, концентрация, скорость потока, перемешивание и т.д.) требуется контролировать и регулировать с целью наилучшего использования сырья? Где необходимо установить контрольные и регулирующие приборы?

Указать требования к воде, используемой в данной схеме (в качестве химического реагента, растворителя, хладагента, теплоносителя и т.д.), как получают воду требуемого качества.

*2. Выбор типа химического реактора.* Делается на основе изложенных выше термодинамических и кинетических закономерностей процесса.

Учитывая характеристику химической реакции, протекающей в реакторе, выбирается тип реактора с учетом режима работы, режима смешения фаз, количества и вида фаз, теплового режима.

Показать графически, как меняется концентрация исходных веществ и продуктов реакции, температура и скорость процесса.

Как достигается наилучшее использование оборудования?

*3. Охрана труда и окружающей среды.* Указать виды энергии, используемой в производстве и воздействие на человека (возможные опасности).

Кроме этого указываются взрывопожарноопасные, токсичные свойства веществ, участвующих в процессе (химической реакции), возможные отходы, выблопы и т.п. Меры защиты окружающей среды и способы утилизации отходов.

Общая оценка учитывает содержание, его оформление, а также ответы на вопросы.

# ЛИСТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

## Основы химической технологии

на 2018/2019 учебный год

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: бакалавр.

Форма обучения: очная.

Действие программы дисциплины с дополнениями и изменениями по решению кафедры «Автоматизация производственных процессов» распространено на 2018/2019 уч.год.

Список дополнений и изменений:

1. Изменено название министерства: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
2. Программное обеспечение: Изменена подписка Microsoft Imagine Premium: бессрочные права и бессрочная лицензия по подписке Microsoft Imagine Premium, идентификатор подписки: a936248f-3805-4c6a-a64f-8c344976ef6d, идентификатор подписчика: ICM-164914
3. Заключены договора: ЭБС «Издательство «Лань» (договор № 0917 от 26.09.2017г.)- <https://e.lanbook.com/>  
ЭБС «Электронное издательство ЮРАЙТ» (договор № 6/н от 22.02.2018г) - <https://urait.ru/>  
БД Web of Science компании Clarivate Analytics (Scientific) LLC, сублицензионный договор № WoS/940 от 02.04.2018г - <https://clarivate.com/>.
4. Добавлена литература: Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС [Электронный ресурс] : учебник / И.М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Харлампиди Х.Э. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45973>. — Загл. с экрана.  
Харлампиди, Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебник / Х.Э. Харлампиди. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37357>. — Загл. с экрана.

Протокол № 1 от 31.08.2018г.

Руководитель ОПОП: \_\_\_\_\_ Д.П. Вент



## ЛИСТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы химической технологии

на 2019/2020 учебный год

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: бакалавр.

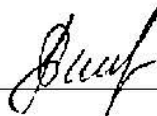
Форма обучения: очная.

Действие рабочей программы дисциплины с **дополнениями и изменениями** по решению кафедры «Автоматизация производственных процессов» распространено на 2019/2020 уч.год.

Список дополнений и изменений:

1. Программное обеспечение: Изменена подписка MS Windows, MS Access, MS Visual Studio, MS Office 365 A1, действует бессрочная лицензия по подписке Azure Dev Tools for Teaching (бывш. Microsoft Imagine Premium) ИД пользователя: 000340011208DF77, идентификатор подписки: a936248f-3805-4c6a-a64f-8c344976ef6d, идентификатор подписчика: ICM-164914, ИД учетной записи: Novomoskovsk Institute (branch) of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia".
2. Заключен договор: [«Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»](#) договор № 29.01- P-2.0-1168/2018 от 11.01.2019г. Срок действия с 11.01.2019 по 10.01.2020г.

Разработчик: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_



Л.Ю.Рассохина

Протокол № 14 от 28.06.2019г.

Руководитель ОПОП: \_\_\_\_\_



Д.П. Вент

## ЛИСТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы химической технологии

на 2020/2021 учебный год

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: бакалавр.

Форма обучения: очная.

Действие рабочей программы дисциплины **с дополнениями и изменениями** по решению кафедры «Автоматизация производственных процессов» распространено на 2020/2021 уч.год.

Список дополнений и изменений:

1. Заключен договор: «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»» договор № 33.03-Р-3.1-2220/2020 от 16.03.2020 г. Срок действия с 16.03.2020 по 15.03.2021 г.

Разработчик: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_



Л.Ю.Рассохина

Протокол № 12 от 29.06.2020г.

Руководитель ОПОП: \_\_\_\_\_



Д.П. Вент