

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

«Теоретические основы технологии неорганических веществ»

### **Направления подготовки**

«18.03.01. Химическая технология»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Химическая технология неорганических веществ»

### **Квалификация выпускника**

Бакалавр

### **Форма обучения**

Очная

### **Цель освоения дисциплины**

«Теоретические основы технологии неорганических веществ» - это дисциплина о наиболее экономичных процессах производства необходимых человеку неорганических веществ (например, минеральных удобрений, поваренной соли, пищевой соды и пр.).

Изучение данной дисциплины имеет следующие цели:

- усвоение общих законов (физических, физико-химических и инженерных), последовательное применение которых дает возможность оптимального решения технологической проблемы;
- ознакомление с некоторыми используемыми в настоящее время методами производства неорганических веществ.

Изучение дисциплины должно основываться на следующих профессиональных стандартах:

- 26.001. Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов;
- 26.004. Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов.

### **Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Преподавание дисциплины «Теоретические основы технологии неорганических веществ» базируется на междисциплинарных связях и неразрывно связано с изучением таких дисциплин, как математика, общая и неорганическая химия, аналитическая химия, физическая химия, физико-химические методы анализа, поверхностные явления и дисперсные системы. Полученные знания по дисциплине потребуются для изучения специальных химических и технологических дисциплин таких как:

- общая химическая технология;
- химические реакторы;
- технология водоподготовки и очистки сточных вод;
- методы исследования технологии неорганических веществ;
- технология катализаторов и адсорбентов;
- технология минеральных удобрений, солей и щелочей;
- расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании;
- технология серы и серной кислоты;
- технология связанного азота.

После изучения дисциплины выпускники должны быть готовы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/06.6. Разработка предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства;
- D/01.6. Совершенствование технологии, механизация и автоматизация производственных процессов.

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

**– общепрофессиональные**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	З-ОПК-1 Знать физико-химические свойства материалов, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов У-ОПК-1 Уметь использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, для определения качественных и количественных характеристик веществ и материалов В-ОПК-1 Владеть анализом методов определения требуемых параметров измерения качественных и количественных характеристик проб сырья и полуфабрикатов
ОПК-4	Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, и осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	З-ОПК-4 – Использует знания технологического процесса и методов лабораторного контроля сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в соответствии с регламентом У-ОПК-4 – Демонстрирует умение в обеспечении проведения технологического процесса в соответствии с регламентом и контролирует параметры технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции, используя технические средства В-ОПК-4 – Определяет параметры измерения качественных и количественных характеристик сырья и полуфабрикатов
ОПК-6*	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-6 Знать принципы работы современных информационных технологий У-ОПК-6 Уметь использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности В-ОПК-6 Владеть навыками работы с современными информационными технологиями и программными средствами при решении задач профессиональной деятельности

\* - данная компетенция формируется с 01.09.2021 г.

**– профессиональные**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2	способен использовать знание свойств химических элементов,	З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических

	соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства
--	--	---

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 5-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. ед., 216 ак. часов.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттеста-ция раз-дела (форма)	Макси-мальный балл за раздел	
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС			
I раздел										
1	1	Основные понятия		2		8	30	ДЗ (письменно) Т (письменно)	25	
	2	Интенсификация гомогенных необратимых реакций		2			30			
	3	Интенсификация равновесных процессов		4			30			
II раздел										
2	4	Интенсификация гетерогенных реакций		2		8	30	ДЗ (письменно) Т (письменно)	25	
	5	Способы инициирования химических реакций		2			30			
	6	Технология производства неорганических веществ на примере серной кислоты		4			34			
								Экзамен	50	
Вид промежуточной аттестации			144	16		16	184		100	

Примечание: используемые формы аттестации разделов:

ДЗ – домашнее задание,

Т - тест

### Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
Раздел 1				
1	2	1	<b>Основные понятия</b> Понятие химической технологии, цель. Виды сырья, продуктов. Понятия процесса переработки, производственных стадий, технологического режима. Основные показатели эффективности: организационные, технические, технологические, экономические.	1-11
2	2	2	<b>Интенсификация гомогенных необратимых реакций.</b> Понятие интенсификации. Гомогенные реакции. Интенсификация необратимых реакций. Влияние на скорость реакции концентрации, температуры, давления, катализатора.	
3	4	3,4	<b>Интенсификация гомогенных равновесных реакций.</b> Обратимые реакции. Химическое равновесие.	

			Константа равновесия. Принцип Ле-Шателье. Стехиометрический баланс. Влияние на сдвиг равновесия температуры, давления, концентрации. Методы избытка одного из исходных веществ и удаления продукта из зоны реакции. Метод разбавления реакционной смеси.	
<b>Раздел 2</b>				
4	2	5	<b>Интенсификация гетерогенных реакций</b> Стадии гетерогенного процесса. Уравнение скорости. Влияние на скорость процесса константы скорости, коэффициента массопередачи, поверхности контакта фаз, движущей силы процесса	<b>1-11,12</b>
5	2	6	<b>Способы инициирования химических реакций</b> Стандартные и нестандартные методы. Термические и каталитические. Селективность методов. Фотохимические, радиационные, механические и пр.	
6	4	7,8	<b>Технология производства неорганических веществ на примере серной кислоты</b> Серная кислота, ее свойства. Способы получения. Технологическая схема производства серной кислоты из газовой серы методом двойного контактирования. Стадии производства. Физико-химия процессов.	

### Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1,2	4	2,4,	Основы расчета теоретического (стехиометрического) материального баланса Понятия производственной мощности, производительности Понятия прихода, расхода, теоретического и практического материального балансов. Основы расчета материального баланса многостадийного процесса. Применение химических реакций для составления теоретического баланса. Основные технологические показатели производства, рассчитанные по стехиометрии: расходные коэффициенты, выходы продуктов, отходов.	5
3,4	8	6,8	Основы расчета практического материального баланса и основных технологических показателей производства Учет при составлении практического материального баланса степени превращения, примесей, влаги, потерь по стадиям. Основные	6

			технологические показатели производства, рассчитанные по практическому материальному балансу: расходные коэффициенты, выходы продуктов, отходов, относительный выход от теоретически возможного.	
3,4	4	10,12,	Основы расчета теплового баланса Построение теплового баланса на основе данных материального баланса. Основные формулы расчета энтальпий, теплоемкости. Учет фазовых переходов, перехода теплоты через стенку.	7

### Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	30	<b>Основные понятия</b> Понятие химической технологии, цель. Виды сырья, продуктов. Понятия процесса переработки, производственных стадий, технологического режима. Основные показатели эффективности: организационные, технические, технологические, экономические.	<b>1-10</b>
2	30	<b>Интенсификация гомогенных необратимых реакций.</b> Понятие интенсификации. Гомогенные реакции. Интенсификация необратимых реакций. Влияние на скорость реакции концентрации, температуры, давления, катализатора.	
3	30	<b>Интенсификация гомогенных равновесных реакций.</b> Обратимые реакции. Химическое равновесие. Константа равновесия. Принцип Ле-Шателье. Стехиометрический баланс. Влияние на сдвиг равновесия температуры, давления, концентрации. Методы избытка одного из исходных веществ и удаления продукта из зоны реакции. Метод разбавления реакционной смеси.	
4	30	<b>Интенсификация гетерогенных реакций</b> Стадии гетерогенного процесса. Уравнение скорости. Влияние на скорость процесса константы скорости, коэффициента массопередачи, поверхности контакта фаз, движущей силы процесса	
5	30	<b>Способы инициирования химических реакций</b> Стандартные и нестандартные методы. Термические и каталитические. Селективность методов. Фотохимические, радиационные, механические и пр.	
6	34	<b>Технология производства неорганических веществ (конкретные производства)</b> Производство серной кислоты, фосфорных удобрений, связанного азота, калийных удобрений	

## Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора; практических занятий - с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

## Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице.

Оценочные средства для входного контроля, текущего контроля и промежуточной аттестации (аннотация)

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль	З-ОПК-1 Знать физико-химические свойства материалов, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями З-ОПК-4 – Использует знания технологического процесса и методов лабораторного контроля сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в соответствии с регламентом	Вопросы входного контроля (письменно/устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Все темы	З-ОПК-1 Знать физико-химические свойства материалов, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	Контрольная работа (письменно) Тестирование



		У-ОПК-1 Уметь использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире для определения качественных и количественных характеристик веществ и материалов В-ОПК-1 Владеть анализом методов определения требуемых параметров измерения качественных и количественных характеристик проб сырья и полуфабрикатов З-ОПК-1 Знать физико-химические свойства материалов, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями У-ОПК-4 –Демонстрирует умение в обеспечении проведения технологического процесса в соответствии с регламентом и контролирует параметры технологических процессов, свойств сырья и готовой продукции, используя технические средства В-ОПК-4 – Определяет параметры измерения качественных и количественных характеристик сырья и полуфабрикатов	(письменно)  Домашние задание (письменно)
Промежуточная аттестация			
3	Экзамен	ПК-2, ОПК-1, ОПК-4, ОПК-6	Вопросы к экзамену (устно)

### **Оценочные средства для входного контроля, текущего контроля и промежуточной аттестации (аннотация)**

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме. Аннотация приведена ниже.

В качестве оценочного средства текущего контроля очной формы обучения используются защита домашних заданий (письменно и устно), тест (письменно). Домашнее задание представляет собой решение задач по вариантам и устную их защиту, в ходе которой студент объясняет решение. Тест представляет собой вопросы с несколькими вариантами ответов. Аннотации домашнего задания, теста приведены ниже.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используется контроль итогов (КИ), который представляет собой сумму результатов оценочных средств текущего контроля.

Для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические экзаменационные вопросы, приведенные ниже.

По итогам обучения выставляется *экзамен*.

### Примерные вопросы входного контроля

1	Что такое концентрация вещества.
2	Что такое раствор, из каких компонентов он состоит?
3	Дать определение процентной концентрации
4	Дайте определение экзотермическим реакциям
5	Рассчитайте, сколько грамм серной кислоты содержится в ее растворе концентрации 1 моль/л

### Примерное домашнее задание

#### Задача 1

Рассчитать практический материальный баланс и технологические показатели процесса производства фосфорной кислоты из фосфорита  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ :  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{HF}$ .  
Производительность по фосфориту по вариантам:

	1	2	3	4
Производительность, кг/ч	7700	8300	9000	5200

#### Задача 2

Рассчитать практический материальный баланс и технологические показатели процесса производства мочевины  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ :  $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ .  
Производительность по мочеvine по вариантам:

	1	2	3	4
Производительность, кг/ч	7700	8300	9000	5200

### Примерная контрольная работа

#### Задача 1

Рассчитать и оформить теоретический (стехиометрический) баланс процесса производства фосфорной кислоты из фосфорита:  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{HF}$ . Определить теоретические расходные коэффициенты сырья, теоретический и абсолютный выход целевого продукта и отходов.

Производительность по фосфориту указана в табл. 4:

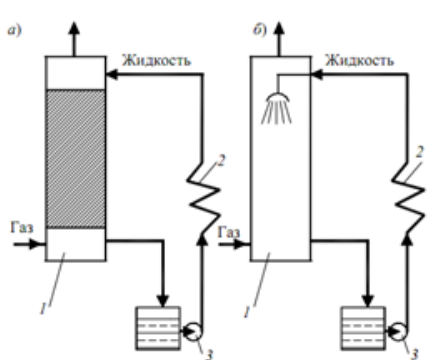
Таблица 4

Производительность установки по фосфориту по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Производительность, кг/ч	7700	8300	9000	5200	1300	3800	1250	3200	7000	8000

### Примерный тест

Вопрос № 1	Что является целевым продуктом в реакции $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 10\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 10\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 2\text{HF}$
Ответ А	фосфорная кислота
Ответ Б	фтороводород

Ответ В	гипс
Ответ Г	апатит
<b>Вопрос № 2</b>	<b>Что является отходом в реакции получения фосфорной кислоты (отметьте несколько вариантов)</b> $2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 10\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} = 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 10\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 2\text{HF}$
Ответ А	апатит
Ответ Б	фосфорная кислота
Ответ В	фтороводород
Ответ Г	гипс
<b>Вопрос № 3</b>	<b>Выберите все технические показатели производства</b>
Ответ А	производительность оборудования
Ответ Б	производственная мощность
Ответ В	себестоимость
Ответ Г	пропускная способность оборудования
<b>Вопрос № 4</b>	<b>Как повысить выход продукта в реакции:</b> $\text{SO}_2 + 0,5\text{O}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3 + Q$ <b>Выберите способы:</b>
Ответ А	повысить температуру
Ответ Б	понижить температуру,
Ответ В	повысить давление
Ответ Г	понижить давление
<b>Вопрос № 5</b>	<b>Что называется рассолом:</b>
А	смесь твердых веществ
Б	смесь газообразных веществ
В	эмульсии
Г	концентрированные растворы твёрдых веществ в воде
<b>Вопрос № 6</b>	<b>Выберите аппарат башни с насадкой: (а) или (б)</b>
	
<b>Вопрос № 7</b>	<b>Процентная концентрация показывает:</b>
А	сколько моль вещества растворено в 100 г раствора
Б	сколько грамм вещества растворено в 100 г раствора
В	сколько моль вещества растворено в 1000 г раствора
Г	сколько эквивалентов вещества растворено в 1000 г раствора

### Список теоретических экзаменационных вопросов

1	Химическая технология. Цель химической технологии как науки
2	Основные материалы производства. Виды сырья, отходов
3	Вспомогательные материалы производства
4	Организационные показатели производства
5	Технические показатели производства

6	Экономические показатели производства
7	Технологические показатели производства
8	Периодические и непрерывные процессы. Прямые и круговые схемы технологического процесса
9	Одно- и многостадийные процессы. Одно- и много-продуктовые схемы технологического процесса
10	Энергопотребляющие и энергопроизводящие схемы технологического процесса
11	Обратимые и необратимые реакции. Скорость реакции. Константа равновесия
12	Цели интенсификации технологического процесса. Способы интенсификации обратимых гомогенных и гетерогенных реакций (перечислить)
13	Вывод уравнений вычисления количеств реагирующих веществ через начальное количество вещества А ( $C_{A0}$ ) и его степень превращения ( $X_A$ ) для реакции $\nu_A A + \nu_B B = \nu_R R + \nu_S S$
14	Влияние избытка одного из реагентов на химическую реакцию. Показать математически на примере реакции $A+B=R+S$
15	Влияние на равновесие удаление продукта. Способы удаления продукта.
16	Влияние давления на химическую реакции. Показать математически на примере реакции $\nu_A A + \nu_B B = \nu_R R + \nu_S S$
17	Влияние разбавления реакционной смеси инертным веществом на примере реакции дегидрирования бутана $C_4H_{10}=C_4H_8+H_2$ (показать математически)
18	Влияние температуры на химическую реакцию. Показать математически. Уравнение изобары Вант-Гоффа
19	Стадии гетерогенного процесса. Скорость гетерогенного процесса. Способы интенсификации (показать математически и перечислить)
20	Общая скорость гетерогенного процесса Интенсификация процесса, протекающего в диффузионной области
21	Влияние поверхности контакта фаз на гетерогенный процесс в системе Г-Ж
22	Влияние поверхности контакта фаз на гетерогенный процесс в системе Г-Т
23	Движущая сила гетерогенного процесса. Способы ее повышения
24	Стандартные способы инициирования химической реакции
25	Нестандартные способы инициирования химической реакции
26	Серная кислота. Сырье, способы получения, свойства
27	Технологическая схема производства серной кислоты методом двойного контактирования
28	Стадии производства серной кислоты. Физико-химия процесса сжигания
29	Стадии производства серной кислоты. Физико-химия процесса окисления сернистого ангидрида
30	Стадии производства серной кислоты. Физико-химия процесса абсорбции серного ангидрида

### Шкалы оценки образовательных достижений

#### Шкала оценки входного контроля:

**Зачтено:** Задание выполнено верно, сдано в установленные сроки

**Не зачтено:** Задание не выполнено, выполнено с ошибками, которые требуется исправить, или сдано после установленного срока

**Шкала оценки теста, домашнего задания, контрольной работы** (оценивается в процентах):

Проценты	Требования к знаниям
----------	----------------------

100-85	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Оценки в баллах высчитываются путем произведения величины выставленного процента для конкретного вида текущего контроля на предварительно выделенное для него количество баллов (в пределах раздела).

**Шкала оценивания студента на экзамене по дисциплине  
«Теоретические основы технологии неорганических веществ»:**

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Освоение компетенций	Требования к знаниям
100-85	Продвинутый уровень	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Средний уровень	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Базовый уровень	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Студент, получивший менее 60 % от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Итоговая оценка по экзамену выставляется путем перевода набранных баллов в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

**Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**  
Основная литература:

1. Химическая технология неорганических веществ : учебное пособие / Т. Г. Ахметов, В. М. Бусыгин, Л. Г. Гайсин, Р. Т. Ахметова ; под редакцией Т. Г. Ахметова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 452 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/119611/#1>

2. Козадерова, О. А. Задачи и упражнения по химической технологии неорганических веществ : учебное пособие / О. А. Козадерова, С. И. Нифталиев, К. Б. Ким. — Воронеж : ВГУИТ, 2019. — 59 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/143270/#1>

Дополнительная литература:

3. Перегудов, Ю. С. Переработка отходов в химической технологии неорганических веществ : учебное пособие / Ю. С. Перегудов, С. И. Нифталиев. — Воронеж : ВГУИТ, 2019. — 50 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/143266/#1>

4. Жукова, О. П. Технологическое оборудование. Оборудование для тепломассообменных процессов : учебное пособие / О. П. Жукова, Н. А. Войнов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. — 108 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/147455/#1>

Учебно-методическая литература

5. Зернышкина А.А. Методические указания к практической работе «Основы материального баланса. Часть 1 Составление теоретического (стехиометрического) материального баланса».- Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020

6. Зернышкина А.А. Методические указания к практической работе «Основы материального баланса. Часть 2 Составление практического материального баланса» Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020. - в апробации

7. Зернышкина А.А. Методические указания к практической работе «Основы расчета теплового баланса» Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2020. - в апробации

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. процесс реализации образовательной программы по дисциплине «Теоретические основы технологии неорганических веществ» в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения;

2. перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины:

- <https://himapparat.com> - современный информативный сайт по производству и описанию технологического оборудования

- <http://www.chemspider.com> – портал поиска и информации о химических соединениях

- <http://www.chem.msu.su/rus> - портал электронной библиотеки по химии

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Для проведения лекции используется мультимедийный курс лекций, видеофильмы.

Практические занятия проводятся в компьютерных залах, оснащенных необходимым ПО.

## **Методические рекомендации для студентов**

### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

### **2. Указания для участия в практических занятиях**

Перед посещением практических занятий уяснить тему и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

### **3. Указания для выполнения самостоятельной работы**

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### **1. Указания для проведения лекций**

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему практического занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и в дискуссиях.

В конце практического занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.



С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил: доцент Зернышкина А.А.

Рецензент: доцент Зубова Н.Г.

Программа одобрена на заседании УМКН 18.03.01 «Химическая технология».

Председатель учебно-методической комиссии Чернова Н.М.