

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

« 25 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теоретические основы неорганического синтеза**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль)

**Технология неорганических, органических соединений и переработки полимеров**

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

Разработчик \_\_\_\_\_  
(подпись)

23.05.2023 г.  
(дата)

Лыгина Л.В.  
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ТОСППИБ  
(наименование кафедры, являющейся ответственной за данное направление подготовки, профиль)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

25.05.2023 г.  
(дата)

Карманова О.В.  
(Ф.И.О.)

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование компетенции обучающегося в областях профессиональной деятельности и сферах профессиональной деятельности:

26 Химическое, химико-технологическое производство

(в сферах: производства неорганических веществ; производства продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства полимерных материалов);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности

(в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

научно-исследовательский;  
технологический.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень образования - бакалавриат).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	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.	ИД1 <sub>опк-1</sub> – Демонстрирует знание механизмов химических реакций, свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов при решении задач профессиональной деятельности. ИД2 <sub>опк-1</sub> – Решает стандартные задачи в профессиональной деятельности опираясь на знания о строении веществ, природе химической связи.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>опк-1</sub> – Демонстрирует знание механизмов химических реакций, свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов при решении задач профессиональной деятельности.	Знает: свойства химических элементов, соединений, материалов и механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах в ходе: - равновесных и генетических синтезов, - «псевдоравновесных» синтезов; - реакций в гомогенных условиях; реакций в гетерогенных системах. Умеет: использовать равновесные диаграммы состояния при решении задач профессиональной деятельности. Владеет: основами технологических процессов равновесных и генетических синтезов, «псевдоравновесных» синтезов; реакций в гомогенных условиях; реакций в гетерогенных системах.
ИД2 <sub>опк-1</sub> – Решает стандартные задачи в профессиональной деятельности опираясь на знания о строении веществ, природе химической связи.	Знает: - методы интерпретации химической связи и способы решения задач: - синтеза, связанного с замораживанием равновесий; - матричного синтеза; - окислительно-восстановительных процессов в неорганическом синтезе; - электросинтеза. Умеет: проводить лабораторные опыты по получению неорганических веществ для решения задач профессиональной деятельности; анализировать основы окислительно-восстановительных процессов в неорганическом синтезе.

Владеет: основами синтеза неорганических веществ в процессах: матричного синтеза, окислительно-восстановительных реакций при получении соединений, электросинтеза.
--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части общепрофессионального модуля. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин:

- *Неорганическая химия;*
- *Общая химическая технология и химические реакторы.*

Дисциплина «**Теоретические основы неорганического синтеза**» является дисциплиной по выбору. Дисциплина «**Теоретические основы неорганического синтеза**» является предшествующей для освоения дисциплин:

- *Химическая технология неорганических веществ;*
- *Катализаторы и сорбенты.*

### 4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		6 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>55</b>	<b>55</b>
Лекции	18	18
в том числе в форме практической подготовки	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
в том числе в форме практической подготовки	36	36
Консультации текущие	0,9	0,9
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9	9
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	24	24
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	10	10
Подготовка реферата	10	10

### 5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указывается в дидактических единицах)	Трудоемкость раздела, час
1	Принципы неорганического	Равновесные и генеалогические синтезы. «Псевдоравновесные» синтезы.	54

	синтеза.	Реакции в гомогенных и гетерогенных системах. Использование равновесных диаграмм состояния в неорганическом синтезе.	
2	Методы синтеза.	Методы синтеза, связанные с замораживанием равновесий. Матричный синтез. Окислительно-восстановительные процессы в неорганическом синтезе. Электросинтез.	53

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
1	Принципы неорганического синтеза.	8	18	28
2	Методы синтеза.	10	18	25

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Принципы неорганического синтеза.	Равновесные и генеалогические синтезы. «Псевдоравновесные» синтезы. Реакции в гомогенных условиях (синтез в газовой, в жидкой и твердой фазах). Реакции в гетерогенных системах: кристаллизация из расплава, раствора; реакции газа с жидкостью или жидким раствором; синтез в условиях перехода газ-твердое-газ; реакции твердой фазы с жидкостью; взаимодействие твердых веществ.	4
		Использование равновесных диаграмм состояния в неорганическом синтезе. Зависимость фазового состояния физико-химической системы от параметров ее состояния. Анализ фазовых превращений в многокомпонентных системах с помощью диаграмм состояния или фазовых диаграмм и его применение в неорганическом синтезе. Диаграммы состояния двойных равновесных систем. Диаграммы состояния тройных водно-солевых систем.	4
2	Методы синтеза.	Методы синтеза, связанные с замораживанием равновесий. Синтез методом химического осаждения (соконденсацией) из газовой фазы, его использование для решения материаловедческих задач, возможности управления процессом синтеза. Направленный синтез твердых веществ заданного состава и строения путем химической сборки структурных единиц на матрицах	4

		(метод молекулярного наслаивания).	
		Окислительно-восстановительные процессы в неорганическом синтезе. Синтез с использованием окислительно-восстановительных процессов в водных растворах. Окислительно-восстановительные реакции в неводных растворах, твердой и газовой фазах. Использование окислительно-восстановительных реакций в промышленном неорганическом синтезе.	4
		Электросинтез. Электрохимическое окисление и восстановление. Электролизеры. Диафрагмы. Электролиты. Растворители. Расплавы. Электроды. Электрохимический синтез на нерастворимых и активных анодах. Электрохимический синтез на катодах. Электрохимическое инициирование.	2

### 5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
	<i>не предусмотрены</i>		

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Принципы неорганического синтеза.	Техника безопасности при выполнении работ. Оформление отчетов. Синтез металлов из оксидов*	4
2	Методы синтеза.	Получение порошков металлов методом цементации*	4
		Определение технологических свойств металлических порошков*	4
		Алюмотермическое получение металлов*	4
		Синтез солей*	4
		Получение галогенводородных кислот*	4
		Получение оксидов*	4
		Синтез комплексных соединений*	8

\*в форме практической подготовки

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Принципы неорганического синтеза.	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий); проработка материалов по учебным	28

		пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий); подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий); подготовка реферата.	
2	Методы синтеза.	Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий); проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий); подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий).	25

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### 6.1 Основная литература

1. Основы неорганического синтеза : учебное пособие / Т. Г. Черкасова, О. А. Кузнецова, Н. Н. Чурилова, Т. М. Шевченко. - Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 110 с. ISBN 978-5-89070-868-7. -Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/6647>.

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Химия [Текст]: большой энциклопедический словарь / гл. ред. И. Л. Кнунянц. - 2-е (репринтное) изд. - М. : БРЭ, 2000 г. - 792 с.

2. Журнал физической химии [Текст] / - М. : Наука, 2013-2016 г.

3. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология: научно-технический журнал [Текст] / - Иваново, 2013-2019 г.

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения лабораторных работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsu.ru/course/view.php?id=859>.

2. Самостоятельная работа студентов предполагает работу с отечественной литературой, учебниками, конспектами лекций, учебно-методическими материалами к лабораторным работам по алгоритму, детально изложенному в Методических указаниях к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Теоретические основы неорганического синтеза», /С.И. Нифталиев, Л.В. Лыгина, И.В. Кузнецова, Воронеж: ВГУИТ, 2015 г., размещенных в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsu.ru/course/view.php?id=859>. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется в виде тестирования.

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

образовательным ресурсам»	
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsuet.ru/">https://education.vsuet.ru/</a>

## 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы:

- ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ» <https://education.vsuet.ru/>,
- автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры» <https://training.i-exam.ru/>,
- базы данных по химии <https://chemister.ru/Links/database.htm>,
- отечественные базы данных по химии <http://www.chem.msu.su/rus/library/rusdbs.html>,
- химия. Базы данных [https://elementy.ru/catalog/t39/Khimiya/g29/bazy\\_dannykh](https://elementy.ru/catalog/t39/Khimiya/g29/bazy_dannykh).
- Тестовые задания в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsuet.ru/>.
- Информационная справочная система. Портал фундаментального химического образования ChemNet. Химическая информационная сеть: Наука, образование, технологии <http://www.chemnet.ru>
- справочная система. Сайт о химии. Неорганическая химия. <https://www.xumuk.ru/nekrasov>

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционная аудитория № 37, № 020 кафедры неорганической химии и химической технологии, оснащенная мультимедийной техникой: мультимедийный проектор Ben Q MW 519; сетевой коммутатор для подключения к компьютерной сети (Интернет);

2. Аудитории № 029, 027, 022, 016, 025 кафедры неорганической химии и химической технологии с необходимым оборудованием для проведения лабораторных работ:

- рН-метр РНер-4,
- электролизер,
- гальванометр, источник питания постоянного тока Б5.30/3, электроды,
- дифференциальный теплопроводящий микрокалориметр МИД - 200,
- аналитические весы ВЛР – 200,
- технические весы NKS – 1008,
- наборы химической посуды и реактивов для выполнения лабораторного практикума,
- печь муфельная ЭКПС 10,
- термостат электрический суховоздушный охлаждающий ТСО-1/80,
- шкаф сушильный ШС-80-01,
- наборы для демонстрационных опытов: гальванический элемент, химическое равновесие, электролиты и др.

3. Таблицы:

3.1. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева

3.2. Электроотрицательность элементов

3.3. Таблица растворимости кислот, оснований, солей

3.4. Стандартные электродные потенциалы металлов

3.5. Плакаты по свойствам атомов химических элементов.

4. Модели пространственного строения молекул и кристаллических решеток.

5. Демонстрационные опыты на лекциях по каждой теме.

6. Коллекция природных минералов, образцов простых и сложных веществ по каждой группе периодической системы химических элементов.

7. Аппаратура, применяемая для НИРС:- криоскоп Testo 735-2, потенциостатический комплекс IPC – Compact, аналитические весы WA 34 TYP PRLT A-14, термоанализатор STA 409 LUXX фирмы NETZSCH, семисекционная электродиализная ячейка с платиновым анодом и катодом, мульти-сенсорная пьезокварцевая ячейка детектирования.

8. Центр коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективных проектов», оснащенные специализированной мебелью для занятий, химической посудой; весами техническими – WS-23.; весами аналитическими ВЛР-200,WA-34; иономером U-130; термостатом U-8; термометром Testo; рН-метром РНер-4; Колориметром КФК-2, КФК-2МП; микрокалориметром МИД-200; вольтметрами цифровыми – Щ68003; рН-метрами 121, 340; шкафом сушильным 2В-151; аквадистиллятором ДЭ-15; прибором синхронного термического анализа STA.

9. Аудитория № 39 кафедры неорганической химии и химической технологии для самостоятельной работы, оснащенная комплектами мебели для учебного процесса, компьютерами со свободным доступом в Интернет.

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**8.1 Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины** включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине (модулю) определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины в виде приложения.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**к рабочей программе**

**«Теоретические основы неорганического синтеза»**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		6 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>15,8</b>	<b>15,8</b>
Лекции	6	6
в том числе в форме практической подготовки	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
в том числе в форме практической подготовки	8	8
Консультации текущие	0,9	0,9
Рецензирование контрольных работ обучающихся (заочной формы обучения)	0,8	0,8
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>88,3</b>	<b>88,3</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9	9
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	59,3	59,3
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	10	10
Выполнение контрольной работы	10	10
<b>Подготовка к зачету (контроль)</b>	<b>3,9</b>	<b>3,9</b>

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Теоретические основы неорганического синтеза**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	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.	ИД1 <sub>опк-1</sub> – Демонстрирует знание механизмов химических реакций, свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов при решении задач профессиональной деятельности. ИД2 <sub>опк-1</sub> – Решает стандартные задачи в профессиональной деятельности опираясь на знания о строении веществ, природе химической связи.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>опк-1</sub> – Демонстрирует знание механизмов химических реакций, свойств различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов при решении задач профессиональной деятельности.	Знает: свойства химических элементов, соединений, материалов и механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах в ходе: - равновесных и генетических синтезов, - «псевдоравновесных» синтезов; - реакций в гомогенных условиях; реакций в гетерогенных системах.
	Умеет: использовать равновесные диаграммы состояния при решении задач профессиональной деятельности.
	Владеет: основами технологических процессов равновесных и генетических синтезов, «псевдоравновесных» синтезов; реакций в гомогенных условиях; реакций в гетерогенных системах.
ИД2 <sub>опк-1</sub> – Решает стандартные задачи в профессиональной деятельности опираясь на знания о строении веществ, природе химической связи.	Знает: - методы интерпретации химической связи и способы решения задач: - синтеза, связанного с замораживанием равновесий; - матричного синтеза; - окислительно-восстановительных процессов в неорганическом синтезе; - электросинтеза.
	Умеет: проводить лабораторные опыты по получению неорганических веществ для решения задач профессиональной деятельности; анализировать основы окислительно-восстановительных процессов в неорганическом синтезе.
	Владеет: основами синтеза неорганических веществ в процессах: матричного синтеза, окислительно-восстановительных реакций при получении соединений, электросинтеза.

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

В ходе формирования компетенции при изучении дисциплины существуют следующие показатели и критерии оценивания:

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс компетенции	Оценочные материалы		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Принципы неорганического синтеза. Методы синтеза.	ОПК-1	Тест	113 - 142	Процентная шкала. 0-100 %; 0-60% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% - хорошо; 85-100% - отлично. Отметка в системе

					«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
			Собеседование	1-75, 143-183	Собеседование на лабораторных работах, на зачете. Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Реферат	76 - 110	Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»: <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад;</li> <li>- оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад;</li> <li>- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.</li> </ul>
			Кейс-задача	111-112	Уровни обученности: <ul style="list-style-type: none"> <li>- «первый уровень обученности», компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции;</li> <li>- «второй уровень обученности», компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции;</li> <li>- «третий уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;</li> <li>- «четвертый уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;</li> </ul> Отметка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он продемонстрировал второй уровень обученности; <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он продемонстрировал третий уровень обученности;</li> <li>- оценка «отлично» выставляется студенту, если он продемонстрировал четвёртый уровень обученности;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если он</li> </ul>

					продемонстрировал первый уровень обученности.
--	--	--	--	--	---

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

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных работах, тестовые задания в виде решения тестов на лабораторных работах и самостоятельно (домашняя контрольная работа) и сдачи реферата по предложенной студентом теме, связанной с направлением его научно-исследовательской деятельности, темой его выпускной квалификационной работы, или выбранной из примерной тематики рефератов. Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает зачет автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет. Зачет проводится в виде устного ответа. Максимальное количество заданий в билете – 3.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи зачета в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии.

#### 3.1 Вопросы к собеседованию (текущий контроль, опросы на лабораторных работах)

**3.1.1 Шифр и наименование 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.

№	Формулировка задания
1.	В чем причина опасности при работе с водородом?
2.	Как могут быть классифицированы гидриды различных элементов по строению и свойствам?
3.	Каковы термодинамические критерии возможности восстановления металла из его оксида водородом? Всегда ли в качестве продукта получается именно металл? Как влияет на эффективность процесса восстановления температура, скорость пропускания водорода, поверхность соприкосновения оксида и газообразного водорода, дисперсность порошка оксида. Как называют металлы, получаемые этим способом?
4.	Какие металлы можно получить электролизом растворов, а какие – только электролизом расплавов? Можно ли использовать метод электролиза для очистки (рафинирования) металлов?
5.	Приведите примеры реакций на свойства никеля, кобальта и железа и олова. Всегда ли в этих реакциях реализуется наиболее устойчивая степень окисления атомов и почему?
6.	Сравните литий и кальций по физическим и химическим свойствам, объясните причины

	различий. Приведите примеры реакций на свойства простых веществ.
7.	Охарактеризуйте строение, реакционную способность оксидов висмута, германия олова. Приведите примеры реакций на их свойства.
8.	Какие из лабораторных способов получения водорода позволяют получать его в наиболее чистом виде?
9.	Какими примесями загрязнен водород, получаемый взаимодействием серной кислоты с цинком?
10.	Для чего добавляют сульфат меди в водный раствор серной кислоты при получении водорода путем взаимодействия серной кислоты с цинком?
11.	Опишите устройство и принцип действия аппарата Киппа.
12.	Как можно очистить водород от примесей водородных соединений фосфора, мышьяка, серы? Составьте уравнения реакций.
13.	Какими способами можно осушить водород? Удастся ли полностью избавиться от присутствия водяных паров? Всегда ли это необходимо?
14.	Какие существуют термодинамические критерии для оценки возможности восстановления металлов из оксидов водородом?
15.	Как можно сместить равновесие в сторону образования металла?
16.	Как влияет физическое состояние оксида на скорость его восстановления водородом? Как влияет температура на дисперсность и реакционную способность получаемых металлов?
17.	Почему ряд металлов, восстановление которых водородом с термодинамической точки зрения возможно, на практике получить не удастся?
18.	Какие требования и почему предъявляются к чистоте водорода при получении гидридов щелочных и щелочноземельных металлов?
19.	Из каких материалов следует изготавливать прибор, в котором проводится гидрирование, и почему?
20.	Изобразите в рамках МВС строение молекул хлора и фтора. Какая из молекул имеет большую энергию химической связи и почему?
21.	Приведите реакции, максимально полно раскрывающие химические свойства хлорной воды.
22.	Приведите примеры реакций на окислительные и восстановительные свойства хлора. Какие из них выражены сильнее и почему? Как и почему данные свойства изменяются по подгруппе галогенов?
23.	Как получают хлор в лаборатории и в промышленности? Как отмывают посуду после использования перманганата при лабораторном способе получения хлора? Что называют "антихлором"? Приведите уравнения реакций.
24.	В чем заключаются принципиальные различия в строении безводных хлоридов кобальта, никеля, хрома и соответствующих кристаллогидратов? На каких свойствах и почему это отражается?
25.	Какой из галогенидов – хлорид титана (IV) или хлорид олова (IV) – гидролизуетея обратимо и почему?
26.	В каких агрегатных состояниях обычно находятся металл (неметалл) и галоген при получении галогенидов из простых веществ? Почему фторирование часто трудно осуществить, несмотря на наибольшую окислительную активность фтора? Каковы особенности получения бромидов и иодидов? Как обычно отделяют примеси, находящиеся в исходных препаратах?
27.	Как можно сместить равновесие при получении галогенидов из оксидов действием галогенов в сторону продуктов (эти реакции, как правило, обратимы)? Каковы термодинамические критерии возможности проведения галогенирования оксидов? Как с точки зрения теории химической связи можно оценить возможность замены кислорода на хлор? Почему при проведении хлорирования оксидов часто применяют уголь?
28.	Почему обезвоживание кристаллогидратов как способ получения безводных галогенидов применяется довольно редко? Как меняется устойчивость галогенидов по отношению к кислороду и парам воды при переходе от фторидов к иодидам? от галогенидов s-металлов к галогенидам d-металлов? Как это можно объяснить с позиций теории

	химической связи?
29.	Какие восстановители используются при получении низших галогенидов из галогенидов того же элемента в высшей степени окисления? Приведите примеры.
30.	В чем состоят трудности при проведении фторирования?
31.	Почему проведение реакций хлорирования не вызывает таких трудностей, как фторирование?
32.	В чем особенности бромирования и йодирования? Всегда ли удается получить чистый продукт реакции и почему? Как осуществляется очистка продукта?
33.	Как можно сместить равновесие при проведении реакций галогенирования оксидов? Какие из галогенидов легче получаются из оксидов и почему?
34.	Как с термодинамической точки зрения можно оценить возможность проведения реакции хлорирования оксида? Зачем рекомендуется при хлорировании использовать древесный уголь? В чем преимущества данного метода?
35.	Какие хлорирующие агенты, кроме хлора, используются при хлорировании? В чем особенности их использования?
36.	Какие меры безопасности следует соблюдать при работе с хлором? Как отмыть посуду после получения хлора?
37.	Изобразите в рамках МВС строение молекул хлора и фтора. Какая из молекул имеет большую энергию химической связи и почему?
38.	Приведите реакции, максимально полно раскрывающие химические свойства хлорной воды.
39.	Приведите примеры реакций на окислительные и восстановительные свойства хлора. Какие из них выражены сильнее и почему? Как и почему данные свойства изменяются по подгруппе галогенов?
40.	Как получают хлор в лаборатории и в промышленности? Как отмывают посуду после использования перманганата при лабораторном способе получения хлора? Что называют "антихлором"? Приведите уравнения реакций.
41.	В каких агрегатных состояниях обычно находятся металл (неметалл) и галоген при получении галогенидов из простых веществ? Почему фторирование часто трудно осуществить, несмотря на наибольшую окислительную активность фтора? Каковы особенности получения бромидов и иодидов? Как обычно отделяют примеси, находящиеся в исходных препаратах?
42.	Почему обезвоживание кристаллогидратов как способ получения безводных галогенидов применяется довольно редко? Как меняется устойчивость галогенидов по отношению к кислороду и парам воды при переходе от фторидов к иодидам? от галогенидов s-металлов к галогенидам d-металлов? Как это можно объяснить с позиций теории химической связи?
43.	Какие восстановители используются при получении низших галогенидов из галогенидов того же элемента в высшей степени окисления? Приведите примеры.
44.	В чем состоят трудности при проведении фторирования?
45.	Почему проведение реакций хлорирования не вызывает таких трудностей, как фторирование?
46.	В чем особенности бромирования и йодирования? Всегда ли удается получить чистый продукт реакции и почему? Как осуществляется очистка продукта?
47.	Как можно сместить равновесие при проведении реакций галогенирования оксидов? Какие из галогенидов легче получаются из оксидов и почему?
48.	Как с термодинамической точки зрения можно оценить возможность проведения реакции хлорирования оксида? Зачем рекомендуется при хлорировании использовать древесный уголь? В чем преимущества данного метода?
49.	Какие хлорирующие агенты, кроме хлора, используются при хлорировании? В чем особенности их использования?
50.	Какие меры безопасности следует соблюдать при работе с хлором? Как отмыть посуду после получения хлора?
51.	Почему в ряду $\text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$ температуры плавления и кипения возрастают, а у $\text{HF}$ они аномально высоки?

52.	Как и почему меняется устойчивость молекул НГ?
53.	Как и почему в ряду HF-HCl-HBr-HI меняются кислотные свойства? Почему HF в отличие от других галогеноводородных кислот является слабой? Приведите примеры реакций на кислотные свойства НГ. Почему HF в отличие от других НГ растворяет стекло?
54.	Как и почему в ряду HF-HCl-HBr-HI меняются восстановительные свойства? Приведите примеры реакций.
55.	Какой из галогеноводородов и почему наиболее трудно получить путем синтеза из простых веществ?
56.	Приведите примеры реакций получения НГ взаимодействием $\text{Г}_2$ и различных восстановителей.
57.	Все ли галогеноводороды могут быть получены путем гидролиза галогенидов неметаллов? Приведите примеры реакций.
58.	Какие из галогеноводородов можно получить вытеснением НГ из соответствующих солей концентрированной серной кислотой, а какие – нет? Почему? Чем можно заменить серную кислоту в этом случае?
59.	Какой из галогеноводородов можно получить термическим разложением кислых галогенидсодержащих солей? В чем преимущество этого способа?
60.	Что называют азеотропными смесями?
61.	Какие методы получения галогеноводородов известны?
62.	Почему синтез фтороводорода и хлороводорода из простых веществ малоприменим в лабораторных условиях?
63.	В чем проблемы синтеза бромоводорода и йодоводорода из простых веществ?
64.	Почему получение бромоводорода взаимодействием бромидов с концентрированной серной кислотой затруднено? Чем можно заменить серную кислоту? Возможно ли получение фторо-, хлоро- и йодоводорода таким способом?
65.	Какие восстановители можно применить для получения бромоводорода и йодоводорода из брома и йода? Составьте уравнения реакций.
66.	Какие из галогеноводородов могут образовывать кислые соли и почему? Как их можно использовать для получения галогеноводородов?
67.	Каковы условия хранения водных растворов бромоводорода и йодоводорода и почему?
68.	Какие меры безопасности следует соблюдать при работе с бромом и почему? В чем заключаются трудности при работе с белым фосфором?
69.	Сформулируйте основные положения теории Вернера (комплексное соединение, комплексообразователь, его координационное число, лиганды, их дентатность).
70.	Почему аммиачный комплекс меди имеет состав $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ . Каковы особенности координации меди в данном комплексном ионе?
71.	Почему в аммиачных комплексах кобальт проявляет степень окисления (+3), а не более характерную для него (+2)?
72.	Что называют аммиакатами? Ацидокомплексами? Какова устойчивость комплексов?
73.	Все ли аммиачные комплексы можно получить из водных растворов?
74.	Какие существуют способы разрушения аммиакатов?
75.	Как на основе величин произведений растворимости осадков, констант устойчивости комплексов можно прогнозировать образование и разрушение комплексных ионов?

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других;

- **оценка «не зачтено»**, если студент выполнял роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение.

### 3.2 Реферат

**3.2.1 Шифр и наименование 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.

№ темы	Примерная тематика рефератов
76.	Неорганические высокотемпературные синтезы.
77.	Металлотермия и самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
78.	Исследование процесса горения в синтезе солей.
79.	Равновесная плазма.
80.	Неравновесная (низкотемпературная) плазма; принципы получения.
81.	Плазмохимический синтез оксидов и соединений углерода и фосфора.
82.	Плазмохимическое получение стабильных и метастабильных форм простых и сложных оксидов.
83.	Плазмохимическое получение нитридов, карбидов, карбонитридов, оксинитридов, боридов.
84.	Плазмохимическое получение неорганических веществ при высоком давлении.
85.	Современные синтезы алмаза.
86.	Современное состояние и проблемы синтеза аммиака.
87.	Современное состояние и проблемы синтеза фуллеренов.
88.	Современное состояние и проблемы неорганического синтеза под высоким давлением.
89.	Механохимическое получение неорганических соединений.
90.	Криохимическое получение неорганических соединений.
91.	Получение неорганических веществ с применением фото-, радиационного и лазерного воздействий.
92.	Радиолиз неорганических веществ.
93.	Фотокаталитический синтез неорганических соединений.
94.	Лазерный синтез неорганических соединений.
95.	Синтез новых материалов с использованием металлоорганических соединений.
96.	Синтетические возможности метода матричной изоляции.
97.	Синтез гигантских кластеров металлов.
98.	Туннельные эффекты и квантовая диффузия.
99.	Низкотемпературная соконденсация (на примере синтеза бис-аренов переходных металлов).
100.	Основные схемы криохимического синтеза многокомпонентных оксидных соединений.
101.	Задачи, решаемые с применением криохимической технологии: синтез оксидных продуктов с высокой гомогенностью, высокой дисперсностью, высокой реакционной способностью, синтез метастабильных модификаций.
102.	Механизмы процессов быстрого замораживания водных растворов.
103.	Роль сублимационного обезвоживания в формировании свойств солевых порошков и продуктов их термической обработки.
104.	Механизмы криоэкстрагирования и криоосаждения, целесообразные области их применения.
105.	Синтез контактных композиционных материалов.
106.	Стеклообразное состояние, метастабильные переохлажденные жидкости, кристаллизация при низких температурах.
107.	Синтез сегнето- и пьезоэлектриков.
108.	Синтез ферритов.
109.	Синтез твердых электролитов.
110.	Синтез адсорбентов.

Студент может выбрать тему из перечня примерных тем реферата или предложить свою тему реферата, связанную с направлением его научно-исследовательской деятельности или с темой его выпускной квалификационной работы.

Критерии и шкалы оценки:

«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»:

- **оценка «отлично»** выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад;
- **оценка «хорошо»** выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература

тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад;

- **оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация;

- **оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.

### 3.3 Кейс-задание ( пример задания к зачету)

**3.3.1 Шифр и наименование 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.**

Номер задания	Текст задания												
111.	<p>Составьте уравнение неорганического синтеза, осуществляемого в водной среде ионно-электронным методом: <math>\text{Hf} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 = \text{H}_2[\text{HfCl}_6] + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}</math>. Определите окислитель и восстановитель, рассчитайте сумму коэффициентов в окислительно-восстановительной реакции. Определите термодинамическую возможность самопроизвольного протекания реакции синтеза аммиака. Напишите уравнение зависимости между изобарно-изотермическим потенциалом и определите константу равновесия при постоянном давлении и температуре 298 К.</p> <p><b>Решение:</b></p> <p><math>3\text{Hf} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} \rightarrow 3\text{H}_2[\text{HfCl}_6] + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}</math>; Hf – восстановитель, <math>\text{HNO}_3</math> - окислитель. Сумма коэффициентов в окислительно-восстановительной реакции – равна 40. Возможность самопроизвольного протекания реакции <math>3\text{H}_2(\text{г}) + \text{N}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{г})</math> можно определить по значению изменения свободной энергии G из выражения <math>\Delta G = \Delta H - T\Delta S</math>. Находим <math>\Delta H</math> – тепловой эффект химической реакции по следствию из закона Гесса: <math>\Delta H_{\text{реак.}} = 2\Delta H_0(\text{NH}_3) - 3\Delta H_0(\text{H}_2) - \Delta H_0(\text{N}_2)</math>.</p> <p>Определим справочные данные теплоты образования веществ и энтропии:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th><math>\text{N}_2</math></th> <th><math>\text{H}_2</math></th> <th><math>\text{NH}_3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\Delta H</math> (кДж/моль)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>-46,2</td> </tr> <tr> <td><math>S_{0298}</math> (Дж/моль·К)</td> <td>191,5</td> <td>130,5</td> <td>192,6</td> </tr> </tbody> </table> <p><math>\Delta H = 2 \cdot (-46,2) - 3 \cdot 0 - 0 = -92,4</math> кДж/моль</p> <p><math>\Delta S = 2 \cdot S_0(\text{NH}_3) - S_0(\text{H}_2) - S_0(\text{N}_2) = 2 \cdot 192,6 - 3 \cdot 130,5 - 191,5 = -7,8</math> Дж/моль·К</p> <p><math>\Delta G = -92,4 - 298 \cdot (-197,5 \cdot 10^{-3}) = -33,5</math> кДж/моль.</p> <p>Так как <math>G &lt; 0</math>, то реакция самопроизвольно может протекать в прямом направлении. Далее определим константу равновесия реакции из выражения: <math>\Delta G = -RT \ln K = -RT \cdot 2,3 \lg K</math></p> <p>Отсюда <math>\lg K = \Delta G / -RT \cdot 2,3 = -33,5 / -8,31 \cdot 298 \cdot 2,3 = 0,0059</math>; <math>K = 1,014</math></p> <p>Определим температуру, при которой равновероятны оба направления реакции</p> $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3.$ <p><math>\Delta G = 0</math> (равновесие)</p> <p>тогда <math>\Delta G = \Delta H - T \Delta S</math>;</p> $T = \Delta H / \Delta S \cdot 10^{-3} = -33,5 / -197,5 \cdot 10^{-3} = 343,6 \text{ К} = 70,6 \text{ }^\circ\text{C}$		$\text{N}_2$	$\text{H}_2$	$\text{NH}_3$	$\Delta H$ (кДж/моль)	0	0	-46,2	$S_{0298}$ (Дж/моль·К)	191,5	130,5	192,6
	$\text{N}_2$	$\text{H}_2$	$\text{NH}_3$										
$\Delta H$ (кДж/моль)	0	0	-46,2										
$S_{0298}$ (Дж/моль·К)	191,5	130,5	192,6										

112.	<p>Составьте уравнение неорганического синтеза, осуществляемого в водной среде ионно-электронным методом:  <math>\text{KMnO}_4 + \text{PH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots</math>  С помощью значений стандартных электродных потенциалов обоснуйте направление протекания реакций.</p> <p><b>Решение:</b> Уравнение полуреакций:  <math>\text{PH}_3 - 8e + 4\text{H}_2\text{O} = 8\text{H}^+ + \text{H}_3\text{PO}_4</math>  <math>\text{MnO}_4^- + 5e + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Составляем схему электронного баланса.  <math>\text{MnO}_4^- + 5e + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad \times 8</math>  <math>\text{PH}_3 - 8e + 4\text{H}_2\text{O} = 8\text{H}^+ + \text{H}_3\text{PO}_4 \quad \times 5</math></p> <p>Суммируем 2 части  <math>8\text{MnO}_4^- + 40e + 64\text{H}^+ = 8\text{Mn}^{2+} + 32\text{H}_2\text{O}</math>  <math>5\text{PH}_3 - 40e + 20\text{H}_2\text{O} = 40\text{H}^+ + 5\text{H}_3\text{PO}_4</math>  <math>8\text{MnO}_4^- + 40e + 64\text{H}^+ + 5\text{PH}_3 - 40e + 20\text{H}_2\text{O} = 8\text{Mn}^{2+} + 32\text{H}_2\text{O} + 40\text{H}^+ + 5\text{H}_3\text{PO}_4</math></p> <p>Проводим сокращения в суммарной реакции:  <math>8\text{MnO}_4^- + 24\text{H}^+ + 5\text{PH}_3 = 8\text{Mn}^{2+} + 12\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_3\text{PO}_4</math></p> <p>Прибавляем и в левую часть, и в правую часть ионного уравнения недостающие ионы и составляем молекулярное уравнение ОВР:  <math>8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{PH}_3 = 8\text{MnSO}_4 + 12\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4</math></p> <p>2. Для каждой полуреакции определяем значение электродного потенциала <math>E^0</math>  <math>\text{MnO}_4^- + 5e + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad E^0 = 1.509 \text{ В}</math></p> <p>Вычисляем <math>E^0</math> для этой полуреакции, используя стандартные значения электродных потенциалов <math>E^0</math>:  <math>\text{PH}_3 - 3e = \text{P} + 3\text{H}^+ \quad E^0 = 0.06 \text{ В}</math>  <math>\text{P} - 5e + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}^+ \quad E^0 = -0.411 \text{ В}</math>  <math>\text{P} - 5e + 4\text{H}_2\text{O} + \text{PH}_3 - 3e = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}^+ + \text{P} + 3\text{H}^+ \quad E^0 = -0.411 + 0.06 = -0.351 \text{ В}</math></p> <p>Проводим сокращения в суммарной реакции:  <math>\text{PH}_3 - 8e + 4\text{H}_2\text{O} = 8\text{H}^+ + \text{H}_3\text{PO}_4 \quad E^0 = -0.411 + 0.06 = -0.351 \text{ В}</math></p> <p>Вычисляем разницу стандартных электродных потенциалов окислителя и восстановителя  <math>E_{\text{реак}} = 1,509 - (-0,351) = 1,86 \text{ В}</math>, <math>E_{\text{реак}}</math> больше 0. Реакция протекает в прямом направлении, в сторону продуктов реакции. При стандартных условиях данный окислительно-восстановительный процесс возможен.</p>
------	--

Критерии и шкалы оценки:

Кейс-задача оценивается по уровневой шкале

**«первый уровень обученности»**, компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции;

- **«второй уровень обученности»**, компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции ;

- **«третий уровень обученности»**, компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;

- **«четвертый уровень обученности»**, компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции.

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он освоил второй, третий и четвёртый уровень обученности;

- **оценка «не зачтено»**, выставляется студенту, если он освоил первый уровень обученности;

### 3.4 Тесты (тестовые задания)

**3.4.1 Шифр и наименование 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.

№	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
---	--

задания	
113.	Трудности неорганического синтеза: <b>- образование твердых растворов и появление азеотропов</b> - проведение самой реакции в гомогенных или гетерогенных условиях - отделение синтезированного соединения от других продуктов реакции и маточника - определение температуры синтеза
114.	Стадии неорганического синтеза: <b>- проведение реакции, отделение синтезированного соединения от других продуктов реакции и маточника, операция очистки</b> - определение формы технологических процессов, конструкций, промышленных материалов - определение конкретного объекта и всестороннее изучение его структуры, характеристик, связей - получение полезных для деятельности человека результатов
115.	Равновесные синтезы делят на: <b>- гомогенные и гетерогенные</b> - фундаментальные и прикладные - химические и физические - основные и вспомогательные
116.	Задачи "генеалогических" синтезов: <b>- выбор температуры, обеспечение достаточного запаса энергии у исходных веществ и других условий для протекания заданного режима синтеза</b> - установление самого факта образования соединения или протекания той или другой реакции; - выяснение возможности и условий получения данной реакцией вещества в индивидуальном состоянии непосредственно или с применением существующих средств разделения и рафинирования
117.	«Псевдоравновесные» синтезы – это реакции: <b>- протекающие в условиях, когда ряд химических превращений невозможен по причине их кинетической заторможенности, а ход остальных полностью определяется термодинамическими соображениями</b> - протекающие в условиях, когда все химические превращения невозможны - протекающие в условиях, когда все химические превращения возможны по причине их невысокой энергии активации - протекающие в условиях, когда все химические превращения возможны по причине их высокой энергии активации
118.	Неорганические синтезы условно можно разделить на группы: <b>- равновесные и генеалогические</b> - научные и лабораторные - количественные и качественные - химические и физические
119.	Этапы изучения химической реакции с целью применения ее для получения какого-либо вещества: <b>- установление самого факта образования соединения или протекания той или другой реакции</b> <b>- выяснение возможности и условий получения данной реакцией вещества в индивидуальном состоянии непосредственно или с применением существующих средств разделения и рафинирования</b> <b>- обоснование количественной стороны протекания реакции</b> - выбор температуры - обеспечение достаточного запаса энергии у исходных веществ - другие условия для протекания заданного режима синтеза
120.	Методы неорганического синтеза можно систематизировать, используя разные подходы: - по сбору, анализу, обобщению фактов - по систематизации полученных знаний <b>- по классам синтезируемых соединений</b> <b>- по типам химических реакций, используемых в синтезе</b> <b>- по агрегатному состоянию реагентов</b> <b>- по характеру используемой</b> <b>- по количеству используемых реагентов</b>
121.	Выберите направления неорганического синтеза: - направление человеческой деятельности, основанное на выработке и теоретической схематизацию объективных знаний о химических веществах

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизация полученных научных знаний о веществах</li> <li>- <b>синтез известных веществ по известным методикам</b></li> <li>- <b>получение известных веществ с определенной заданной морфологией (высокодисперсных порошков, монокристаллов, тонких пленок и др.)</b></li> <li>- <b>получение новых, ранее неизвестных веществ</b></li> </ul>
122.	<p>В газовых синтезах применяются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>твердые катализаторы</b></li> <li>- <b>реакции в присутствии растворителя</b></li> <li>- <b>активирующее энергетическое воздействие</b></li> <li>- <b>возвращение летучих компонентов снова в реакционную зону</b></li> <li>- смешение растворов исходных реагентов</li> <li>- введение одного или нескольких веществ в раствор других реагентов</li> <li>- синтез из водных растворов</li> <li>- синтез из неводных растворов взаимодействующих веществ</li> </ul>
123.	<p>Синтез в газовой фазе является объектом применения закономерностей, следующих из закона:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>химического равновесия</b></li> <li>- Кирхгофа</li> <li>- Шарля</li> <li>- сохранения числа молей веществ, образующихся в результате синтеза</li> </ul>
124.	<p>Синтез в жидкой фазе осуществляется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- с возвращением летучих компонентов снова в реакционную зону</li> <li>- <b>смешением растворов исходных реагентов</b></li> <li>- <b>введением одного или нескольких веществ в раствор других реагентов</b></li> <li>- <b>путем синтеза из водных растворов</b></li> <li>- <b>путем синтеза из неводных растворов взаимодействующих веществ</b></li> </ul>
125.	<p>Для выделения в твердую фазу вещества малополярного или неэлектролитного типа подбирают:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>полярный растворитель</b></li> <li>- неполярный растворитель</li> <li>- малополярный растворитель</li> <li>- расплав</li> </ul>
126.	<p>Для выделения в твердую фазу продукта ионного типа подбирают:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- полярный растворитель</li> <li>- <b>неполярный растворитель</b></li> <li>- малополярный растворитель</li> <li>- расплав</li> </ul>
127.	<p>Условия К. Б. Яцимирского, при которых достигается минимальная растворимость простых солей и комплексных соединений в воде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>отношение радиусов ионов <math>rM/rx</math> для солей типа <math>MX</math> составляет 0,7, для солей типа <math>MX_2 - 1,1</math>;</b></li> <li>- <b>чем выше заряды комплексных катионов, тем ниже растворимость солей при прочих равных условиях;</b></li> <li>- отсутствие в составе осадка групп, способных к образованию водородных связей с молекулами воды.</li> <li>- отношение радиусов ионов <math>rM/rx</math> для солей типа <math>MX</math> составляет 2, для солей типа <math>MX_2 - 2,5</math>;</li> <li>- чем ниже заряды комплексных катионов, тем ниже растворимость солей при прочих равных условиях;</li> <li>- <b>присутствие в составе осадка групп, способных к образованию водородных связей с молекулами воды.</b></li> </ul>
128.	<p>Кристаллизация из расплава осуществляется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>в отсутствии растворителя.</b></li> <li>- в присутствии растворителя</li> <li>- в присутствии воды</li> <li>- в присутствии органического растворителя</li> </ul>
129.	<p>Процессом синтеза соединений, плавящихся incongruently в чистом состоянии, является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>плавление с разложением</b></li> <li>- плавление без разложения</li> <li>- эвтектикой</li> <li>- дистектикой</li> </ul>

130.	Кристаллизацию из растворов в изотермических условиях можно проводить: - <b>путем отгонки летучего растворителя под вакуумом и при обычном давлении;</b> - спеканием спрессованных материалов шихты - приемами порошковой металлургии - путем матричного синтеза
131.	Сочетанием реакций соединения и разложения с участием газов являются химические транспортные реакции. ( <b>верно/ неверно</b> )
132.	Химическое осаждение из газовой фазы впервые было использовано для: - <b>синтеза сапфира из фторида алюминия и воды;</b> - для получения металлических покрытий путем разложения летучего карбонила никеля и гексахлорида вольфрама - для получения металлических покрытий путем разложения летучего карбонила железа - для получения неметаллических покрытий путем разложения оксидов
133.	Достоинства метода осаждения из газовой фазы: - высокие температуры синтеза; - небольшие скорости осаждения; - <b>низкие температуры получения;</b> - <b>высокие скорости осаждения;</b> - <b>возможность регулирования формы и структуры осадков;</b> - <b>высокая чистота получаемых осадков;</b> - <b>малое количество отходов;</b> - определенная универсальность метода.
134.	С помощью химического осаждения из газовой фазы удается получать вещества по реакциям: <b><math>\text{SiCl}_4(\text{r}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightarrow \text{SiO}_2\downarrow + 4\text{HCl}(\text{r})</math></b> <b><math>\text{SiCl}_4(\text{r}) + 2\text{H}_2(\text{r}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2\downarrow + 4\text{HCl}(\text{r})</math></b> <b><math>\text{GeCl}_4(\text{r}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightarrow \text{GeO}_2\downarrow + 4\text{HCl}(\text{r})</math></b> $\text{Hf} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 = \text{H}_2[\text{HfCl}_6] + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{MnO}_2 + \text{KMnO}_4$ $\text{In} + \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4[\text{In}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
135.	Золотистые усы нитрида титана образуются при продувании через реактор смеси: - <b>4 % тетрахлорида титана, 48 % азота, 48 % водорода при 1000-1200 °С</b> - 2 % тетрахлорида титана, 49 % азота, 49 % водорода при 2000-2120 °С - 2 % тетрахлорида титана, 49 % азота, 49 % водорода при 100-120 °С - 2 % тетрахлорида титана, 49 % азота, 49 % водорода при 3100-3120 °С
136.	В качестве световодов оптических волокон используются: - графитовые трубки; - трубки из карборунда; - <b>кварцевое волокно,</b> - <b>стеклянное волокно,</b> - <b>полимерное волокно, предназначенное для передачи света на расстояние.</b> - <b>трубки с зеркальным внутренним покрытием.</b>
137.	Композиционные материалы полностью могут быть созданы методами химического осаждения из газовой фазы из тугоплавких веществ. ( <b>верно/ неверно</b> )
138.	Химическое осаждение из газовой фазы позволяет получать почти <b>идеальный режущий инструмент.</b> ( <b>верно/ неверно</b> )
139.	Особенность ядерных реакторов нового поколения состоит в: - <b>особой конструкции тепловыделяющихся элементов (ТВЭЛ)</b> - изменении состава ядерного горючего - применении графита - изменении типа реакции
140.	Основным материалом световодов является кварц и его твердые растворы с диоксидом германия ( <b>верно/ неверно</b> ).
141.	Методом матричного синтеза получают: - <b>пленки точно заданной толщины и точное воспроизведение состава и строения подложки</b> - неупорядоченный слой твердого вещества, насыщенного различными дефектами - упорядоченный слой твердого вещества, насыщенного дислокациями - пленки неточно заданной толщины и отсутствие воспроизведение состава и строения подложки
142.	Практические вопросы, решаемые методом молекулярного наплавления:

- наращивание материала,
- увеличение массы;
- создание защитных оболочек на микрочастицах пигментов.
- синтез в области сорбентов и катализаторов
- получение слоя твердого вещества, насыщенного различными дефектами.

Критерии и шкалы оценки:

Процентная шкала **0-100 %**; отметка в системе

**«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»**

0-60% - неудовлетворительно;

60-74,99% - удовлетворительно;

75- 84,99% -хорошо;

85-100% - отлично.

### **3.5 Зачет (вопросы к устному ответу на зачете)**

**3.5.1 Шифр и наименование 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.

№	Текст вопроса
143.	Основные направления неорганического синтеза (НС). Классификация методов НС.
144.	Равновесные синтезы. Основные задачи равновесных синтезов.
145.	«Генеалогические» синтезы. Их основные задачи.
146.	Псевдоравновесные синтезы. Классификация равновесных синтезов.
147.	Трудности синтеза. Синтез в газовой фазе.
148.	Синтез в жидкой фазе. Неводные растворители. Растворимость.
149.	Кристаллизация из раствора. Поллитерма растворимости.
150.	Реакция газа с жидкостью или жидким раствором. Химические транспортные реакции.
151.	Значение фазовых диаграмм в НС.
152.	Диаграмма состояния однокомпонентной системы на примере воды.
153.	Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.
154.	Диаграмма состояния сплавов, образующих механические смеси из чистых компонентов.
155.	Диаграмма состояния сплавов для случая ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии.
156.	Диаграммы состояния сплавов, образующих химические соединения.
157.	Диаграмма состояния двойной конденсированной системы с образованием прочного химического соединения в отсутствие твердых растворов.
158.	Диаграмма плавкости двойной системы перитектического типа.
159.	Связь между свойствами сплавов и типом диаграмм состояния.
160.	Диаграмма растворимости двойной системы, компоненты которой ограниченно растворимы друг в друге.
161.	Диаграммы состояния, двойной системы, описывающие равновесие жидкость - пар без азеотропной точки, и два типа азеотропных смесей.
162.	Принципы построения диаграмм состояния тройных систем.
163.	Изобарно-изотермическая диаграмма состояния тройной системы АВС с ограниченной взаимной растворимостью компонентов А и С в жидком состоянии.
164.	Изобарно-изотермическая диаграмма растворимости твердых В и С в жидком растворителе А.
165.	Диаграмма состояния тройной водно-солевой системы с образованием безводного конгруэнтно растворимого химического соединения.
166.	Диаграмма состояния тройной водно-солевой системы с образованием безводного инконгруэнтно растворимого химического соединения.
167.	Диаграмма состояния тройной водно-солевой системы с образованием конгруэнтно растворимого соединения, содержащего в своем составе молекулы растворителя. Способ Гиббса, Розебома.
168.	Практические вопросы и задачи, решаемые в настоящее время методом молекулярного наслаивания.

169.	Сущность метода матричного синтеза.
170.	Роль подложки в матричном синтезе.
171.	Преимущества метода матричного синтеза.
172.	Применение метода матричного синтеза.
173.	Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) в водных растворах.
174.	Концентрационные эффекты ОВР в водных растворах.
175.	Влияние температуры и давления на ОВР в водных растворах.
176.	Влияние кислотности среды на ОВР в водных растворах.
177.	Сущность электросинтеза.
178.	Достоинства электрохимических способов получения веществ.
179.	Недостатки электросинтеза.
180.	Электролизеры периодического или непрерывного режимов.
181.	Диафрагмы в электролизе и их виды.
182.	Требования к электролиту в электросинтезе.
183.	Требования к электродам в электросинтезе.

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он правильно ответил на поставленные вопросы;

- **оценка «не зачтено»**, если студент неправильно ответил на поставленные вопросы.

Зачет проводится в виде устного ответа преподавателю. Максимальное количество заданий – 3.

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

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;

- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/не зачтено)	Уровень освоения компетенции
<b>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.</b>					
<b>Знать</b>	Знание основных свойств веществ и принципов неорганического синтеза: равновесные и гомогенные синтезы, «псевдоравновесные» синтезы; реакции в гомогенных условиях (синтез в газовой, в жидкой и твердой фазах); реакции в гетерогенных системах	Изложение общих принципов неорганического синтеза: равновесные и гомогенные синтезы, «псевдоравновесные» синтезы; реакции в гомогенных условиях (синтез в газовой, в жидкой и твердой фазах); реакции в гетерогенных системах. Сбор, описание, систематизация и анализ имеющихся знаний различных методов неорганического синтеза	Изложены основные общие принципы неорганического синтеза: равновесные и гомогенные синтезы, «псевдоравновесные» синтезы; реакции в гомогенных условиях (синтез в газовой, в жидкой и твердой фазах); реакции в гетерогенных системах; перечислены все методы синтеза; метод описан точно и полно; установлено соответствие между характеристикой метода и его названием.	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый)
			Не изложены общие принципы неорганического синтеза; не перечислены все методы синтеза; метод не описан точно и полно; не установлено соответствие между характеристикой метода и его названием.	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b>	Собеседование по лабораторной работе, решение тестовых заданий	Расчет, вычисление термодинамических и кинетических параметров синтеза металлов, оксидов, оснований, кислот, солей и комплексных соединений. Обоснование возможности технологического производства вышеуказанных веществ.	Самостоятельно рассчитаны термодинамические и кинетические параметры синтеза неорганических веществ. Обоснована возможность технологического производства определенного неорганического соединения.	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)
			Расчет проведен не правильно. Не обоснована возможность технологического производства определенного неорганического соединения.	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть</b>	Кейс-задача	Составление уравнения неорганического синтеза. Определение термодинамической	Составлено уравнение неорганического синтеза. Определена термодинамическая возможность самопроизвольного протекания реакции. Студент	Зачтено/ 60-100	Освоена (повышенный)

		возможности самопроизвольного протекания реакции.	разобрался в предложенном конкретном синтезе, самостоятельно решил поставленную задачу.		
			Не составлено уравнение неорганического синтеза. Не определена термодинамическая возможность самопроизвольного протекания реакции.	Не зачтено/ 0-59	Не освоена (недостаточный)