

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Избранные главы неорганической химии

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

04.03.01 - Химия

---

Направленность образовательной программы

Химия и материаловедение

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.01.01 Избранные главы неорганической химии относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1-н.1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий. ПК-1-н.2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	ПК-1-н.1: Знать основы планирования научного исследования и содержание основных этапов.  Уметь составлять план отдельных стадий научного исследования. Владеть необходимой информацией о научном исследовании и отдельных его этапов.  ПК-1-н.2: Знать основные экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения научных задач. Уметь находить и подбирать необходимые способы решения поставленных задач из имеющихся ресурсов. Владеть реализации выбранных подходов к решению задач.	Допуск к лабораторной работе	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-1-т: Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой	ПК-1-т.1: Готовить детальные планы отдельных стадий прикладных НИР	ПК-1-т.1: Знать содержание отдельных стадий исследования и общего плана НИР. Владеть основами планирования исследования. Уметь выполнять основные этапы научного исследования.	Допуск к лабораторной работе	Экзамен: Контрольные вопросы

квалификации				
ПК-2-н: Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	<p>ПК-2-н.1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных.</p> <p>ПК-2-н.2: Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках.</p>	<p>ПК-2-н.1:</p> <p>Знать современные информационно-коммуникационные технологии и важнейшие базы данных в том числе патентные. Владеть навыками работы с персональным компьютером и основами работы в сети «Интернет».</p> <p>Уметь проводить первичный поиск информации при помощи основных поисковых систем по научным базам данных.</p> <p>ПК-2-н.2:</p> <p>Знать критерии поиска важнейшей научной информации и аналитического обобщения полученной информации.</p> <p>Владеть навыками поиска научной информации, ее систематизации, анализа и обобщения. Уметь анализировать и обобщать результаты поиска информации по тематике проекта.</p>	Допуск к лабораторной работе	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-3-н: Способен осуществлять контроль качества веществ и материалов	ПК-3-н.1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.	<p>ПК-3-н.1:</p> <p>Знать основные способы систематизации, анализа и сопоставления информации.</p> <p>Уметь систематизировать, анализировать и сопоставлять полученную научную информацию с литературными данными.</p> <p>Владеть приемами сбора информации по результатам научного исследования</p>	Допуск к лабораторной работе	Экзамен: Контрольные вопросы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
--	-------

<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>9</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>324</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>160</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>44</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>54</b>
	<b>Экзамен</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1 Введение. Основные понятия стеклообразного состояния вещества	36	12	20	32	4
Тема 2 Критерии, кинетика и термодинамика стеклообразования	50	12	30	42	8
Тема 3 Физико-химические процессы получения стекла и оптических световодов	58	16	30	46	12
Тема 4 Структура стекол и методы ее исследования	62	12	40	52	10
Тема 5 Свойства стекол и методы их исследования	62	12	40	52	10
Аттестация	54				
КСР	2				2
Итого	324	64	160	226	44

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия стеклообразного состояния вещества.

Аморфное состояние твердого тела. Классификация аморфных веществ (по типу связи, по химическому составу). Понятие «стекла», его различные определения. История развития стекла.

Стеклообразное состояние и стеклообразующие вещества. Температура стеклования.

Стеклообразователи и модификаторы. Классификация стекол.

Общие методы получения стекол. Методы получения стекол (из расплава, из раствора, из газовой фазы).

Тема 2. Структурно-химические, кинетические и термодинамические критерии стеклообразования.

Структурно-химические концепции и критерии стеклообразования (Гольдшмитта, Захариасена, Смекала, Стенворта, Сана, Роусона, Минаева, Дембовского). Сеточная модель стеклообразователей. Кластерная модель. Структурно-энергетическая концепция стеклообразования и прогноз новых стеклообразующих систем.

Кинетика стеклообразования. Критическая скорость охлаждения расплава. Структурная релаксация. Термодинамика стеклообразного состояния. Термодинамические критерии стеклообразования.

Корреляции структура стекла – свойства (молярный объем, вязкость, температура стеклования, тепловое расширение, упругие постоянные).

Кристаллизация стекол. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов. Скорость зародышеобразования. Рост кристаллов. Скорость роста кристаллов. Кинетические критерии склонности к кристаллизации. Степень кристаллической фазы.

Ликвация стекол. Определение. Термодинамика процесса разделения фаз. Спинодальный и бинодальный распад. Кинетика процесса расслоения стекла. Этапы фазового превращения.

Тема 3. Физико-химические процессы получения стекла и оптических световодов.

Физико-химические процессы получения стекла. Подготовка шихты. Стекловарение. Этапы стекловарения. Термическая обработка стекла. Релаксация напряжений. Отжиг стекла.

Вязкость стекол и их расплавов. Понятие энергии активации вязкого течения. Процесс формирования стекол и световодов. Методы вытяжки световодов.

Оксидные стекла. Составы, методы получения и свойства.

Халькогенидные стекла. Составы, методы получения, очистки и свойства.

Фторидные и теллуридные стекла. Составы, методы получения и свойства.

Тема 4. Структура стекол и методы ее исследования

Стеклообразование и химическая связь. Локальный порядок. Классификация структур некристаллических тел. Структура идеального стекла и химическое разупорядочение. Молекулярные структурные единицы. Энергия связи в стеклах. Гомо- и гетеросвязи. Структура стекол различных классов. Основные методы структурных исследований стекол: дифракция рентгеновских лучей, нейтронография, электронография, EXAFS, ИК-спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, фотоэлектронная спектроскопия, ЯМР, Мёссбауровская спектроскопия.

Тема 5. Свойства стекол и методы их исследования.

Оптические свойства стекол. Механизм прохождения излучения через стекла. Отражение Френеля.

Области пропускания стекол. Собственные и несобственные механизмы оптических потерь в стеклах.

Электронное поглощение. Рассеяние Рэлея и Бриллюэна. Многофононное поглощение. Минимальные теоретические потери. Коэффициент экстинкции. Понятие коэффициента поглощения и оптических потерь. Методы измерения оптических потерь и коэффициента поглощения в стеклах и световодах.

Термические свойства стекол. Термический анализ стекол. Принципы методов ДТА и ДСК.

Определение характеристических температур. Влияние скорости нагрева и атмосферы на вид термограммы. Определение кинетических параметров кристаллизации уравнения Аврами термическими методами. Количественный ДТА анализ. Определение энтропии, энергии активации кристаллизации и степени кристалличности.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 48 ч.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Избранные главы неорганической химии"

(<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3539>).

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:**

1. Определить по диаграмме стеклообразования трехкомпонентного соединения макросостав стекла.
2. Рассчитайте массовый состав компонентов по заданному макросоставу, в зависимости от объема реактора синтеза (тигла) и коэффициента объемного расширения расплава.
3. Определите кинетические критерии стеклообразующей способности заданных стекол

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-г:**

1. Методы структурных исследований стекол: EXAFS, ИК-спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, фотоэлектронная спектроскопия, ЯМР.
2. Структура идеального стекла и химическое разупорядочение. Молекулярные структурные единицы. Энергия связи в стеклах. Гомо- и гетеросвязи.
3. Ликвация стекол. Определение. Термодинамика и кинетика процесса разделения фаз. Этапы фазового превращения.

#### **5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:**

1. Методы исследования структуры стекол.
2. Структура и химическая связь в стеклах (виды областей ближнего порядка, модели стеклообразователей).
3. Термодинамика стеклообразного состояния. Критическая скорость охлаждения расплав
4. Структурная релаксация.
5. Термодинамические критерии стеклообразования.
6. Стеклообразование и химическая связь

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Методы вытяжки световодов.
2. Термический анализ стекол методом ДТА. Определение характеристических температур.
3. Области пропускания стекол.
4. Собственные и несобственные механизмы оптических потерь в стеклах.
5. Электронное поглощение, рассеяние Рэлея и Бриллюэна.
6. Многофононное поглощение.
7. Минимальные теоретические потери.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Продемонстрированы все основные умения и навыки. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками и отвечено на большинство заданных вопросов. Выполнены все задания в полном объеме без недочетов или выполнены не в полном объеме.
не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Уровень знаний ниже минимальных требований. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающегося от ответа			негрубых ошибок	несущественных ошибок		
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»



**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н**

1. Общие методы получения стекол. Метод получения стекол из расплава.
2. Метод получения стекол из раствора. Метод получения стекол из газовой фазы

**5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т**

1. Ликвация стекол. Определение. Термодинамика и кинетика процесса разделения фаз. Этапы фазового превращения.
2. Методы вытяжки световодов.
3. Собственные и несобственные механизмы оптических потерь в стеклах. Электронное поглощение, рассеяние Рэлея и Бриллюэна.
4. Структурная релаксация. Кинетика структурной релаксации.

**5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н**

1. Молекулярные структурные единицы. Энергия связи в стеклах. Гомо- и гетеросвязи.
2. Кристаллизация стекол. Гомогенное и гетерогенное зарождение кристаллов. Скорость зародышеобразования.
3. Рост кристаллов. Скорость роста кристаллов.
4. Кинетические критерии склонности к кристаллизации. Степень кристаллической фазы.

**5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н**

1. Минимальные теоретические потери.
2. Методы получения халькогенидных стекол.
3. Методы структурных исследований стекол: дифракция рентгеновских лучей, нейтронография, электронография.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.

Оценка	Критерии оценивания
	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Роусон Г. Неорганические стеклообразующие системы / пер. с англ. С. В. Немилова и Г. З. Виноградовой ; под ред. И. В. Тананаева. - [М.] : Мир, 1970. - 312 с. : ил. - 2.00., 2 экз.
2. Фельц Адальберт. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела / пер. с нем. Г. З. Виноградовой [и др.] ; под ред. И. В. Тананаева, С. А. Дембовского. - М. : Мир, 1986. - 556 с. : ил. - 5.70., 1 экз.
3. Аппен Александр Алексеевич. Химия стекла. - Изд. 2-е, испр. - Л. : Химия, Ленингр. отд-ние,

1974. - 351 с. : ил. - 1.66., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Борисова Зоя Ульяновна. Халькогенидные полупроводниковые стекла. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1983. - 344 с. - 3.60., 3 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Сайт <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3539>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 04.03.01 - Химия.

Автор(ы): Замятин Олег Андреевич, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Пермин Дмитрий Алексеевич, кандидат химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.