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 |

(факультет / институт / филиал)

|  |
| --- |
| УТВЕРЖДАЮ: |

 Декан факультета

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Князев А.В.

 «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ** |

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **специалитет** |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»** |

 *(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Неорганическая химия** |

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очная** |

 *(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижний Новгород

2020 год

**Лист актуализации**

|  |
| --- |
|  |
|  |  |  |
|  |
|  |  |  |
|  |
|  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** |
|  |  |  |
| Председатель МК |  |
| \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г. |
|  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена дляисполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** |
|  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |  |
|  |
|  |  |  |
|  |
|  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** |
|  |  |  |
| Председатель МК |  |
| \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. |
|  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена дляисполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** |
|  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |  |
|  |
|  |  |  |
|  |
|  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** |
|  |  |  |
| Председатель МК |  |
| \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. |
|  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена дляисполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** |
|  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |  |
|  |
|  |  |  |
|  |
|  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** |
|  |  |  |
| Председатель МК |  |
| \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. |
|  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена дляисполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры |
| **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** |
|  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_ |

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Избранные главы неорганической химии» относится части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 ОПОП по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия » (Б1.В.03.ДВ.01.01), является дисциплиной по выбору для освоения студентами очной формы обучения на четвертом году обучения в седьмом семестре.

Для освоения данной дисциплины студентам необходимо обладать базовыми знаниями по следующим разделам химии: строение вещества, неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, квантовая химия, а также владеть аппаратом математического анализа и физики в рамках преподаваемых на 1, 2 и 3 курсе дисциплин.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее при дальнейшей практической деятельности в рамках выполнения квалификационных работ.

Курс отвечает основным требованиям в плане решения задачи по совершенствованию обучения в Высшей школе. Этот курс дает широкие знания фундаментальных положений науки, которые необходимы как для непосредственной работы по специальности, так и для понимания главных направлений химической науки и ее развития.

**Целью дисциплины** является изучение основных понятий по химии стеклообразного состояния вещества, методов получения и исследования структуры и свойств стекол как функционального оптического материала и обеспечение целостного представления о дисциплине, сочетающего фундаментальные и экспериментальные химические знания. Содержание курса предусматривает детальное освещение структурных. кинетических и термодинамических критериев стеклообразования, различных классов стекол, их структуры, способов их получения в высоко чистом состоянии и методов исследования их физико-химических свойств.

**Задачами дисциплины** являются усвоение студентами совокупности знаний о стеклообразном состоянии различных веществ, структуре и свойствах стеклообразных материалов разного состава для различных функциональных применений, способах и вариантах проведения распространенных операций по получению и очистке стеклообразных материалов, методах изучения структуры, оптических, термических, кристаллизационных и физико-химических свойств стекол, обеспечивающих подготовку студентов к самостоятельной экспериментальной работе в химической лаборатории для выполнения работ по синтезу и исследованию свойств стеклообразных материалов.

1. **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\*\*** |
| **ПК-1-н**. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области неорганической химии, и/или смежных с химией науках | **ПК-1-н-1.** Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий | *Владеть необходимой информацией о научном исследовании и отдельных его этапов**Уметь составлять план отдельных стадий научного исследования* *Знать основы планирования научного исследования и содержание основных этапов НИР* | Устный опрос, зачет, экзамен |
| **ПК-1-н-2.** Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов | *Владеть реализации выбранных подходов к решению задач**Уметь находить и подбирать необходимые способы решения поставленных задач из имеющихся ресурсов**Знать основные экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения научных задач* |
| **ПК-2-н.** Способен проводить информационные исследования в области неорганической химии и/или смежных с химией науках | **ПК-2-н-1.** Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных | *Владеть навыками работы с персональным компьютером и основами работы в сети «Интернет»**Уметь проводить первичный поиск информации при помощи основных поисковых систем по научным базам данных**Знать современные информационно-коммуникационные технологии и важнейшие базы данных в том числе патентные* | Устный опрос, зачет, экзамен |
| **ПК-2-н-2.** Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках | *Владеть навыками поиска научной информации, ее систематизации, анализа и обобщения**Уметь анализировать и обобщать результаты поиска информации по тематике проекта**Знать критерии поиска важнейшей научной информации и аналитического обобщения полученной информации* |  |
| **ПК-3-н**. Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области неорганической химии и/или смежных с химией науках | **ПК-3-н-1.** Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными | *Владеть приемами сбора информации по результатам научного исследования**Уметь систематизировать, анализировать и сопоставлять полученную научную информацию с литературными данными**Знать основные способы систематизации, анализа и сопоставления информации* | Устный опрос, зачет, экзамен |
| **ПК-3-н-2.** Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов | *Владеть информацией об основных результатах научных исследований**Уметь определять перспективы практического применения результатов научного исследования**Знать основные направления развития и применения проводимых научных работ* |
| **ПК-1-т.**Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР в области неорганической химии | **ПК-1-т-1.**Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР | *Владеть основами планирования исследования* *Уметь выполнять основные этапы научного исследования**Знать содержание отдельных стадий исследования и общего плана НИР* | Устный опрос, зачет, экзамен |
| **ПК-1-т-2.**Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР | *Владеть навыками работы по подготовке отдельных элементов и программ исследования**Уметь готовить заданные виды документаций по отдельным этапам проекта* *Знать нормативные документации и правила подготовки элементов документации по исследованию* |
| **ПК-1-т-3.**Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР | *Владеть знаниями по различным техническим средствам и навыками по методам испытаний материалов при решении поставленной исследовательской задачи* *Уметь выбирать и реализовывать методы испытаний материалов при решении поставленной задачи**Знать виды и возможности технических средств. используемых для решения поставленной исследовательской задачи*  |
| **ПК-1-т-4.** Проводит испытания инновационной продукции | *Владеть навыками и приемами безопасного испытания объектов исследования* *Уметь реализовывать методику испытания инновационных объектов исследования**Знать основные способы и методы приготовления объектов исследования* |

**3. Структура и содержание дисциплины**

**3.1 Трудоемкость дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **очная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **9 ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану****в том числе** | **324** |
| **аудиторные занятия (контактная работа):****- занятия лекционного типа****- занятия семинарского типа** **- занятия лабораторного типа**  | **64****64****96** |
| **Промежуточная аттестация –****Экзамен** | **36** |

**3.2.** Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание 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** |  **Занятия лабораторного**  **типа** | **Всего** |
| Очная | Очная | Очная | Очная | Очная | Очная |
| Введение. Основные понятия стеклообразного состояния вещества | 20 | 12 | 2 | 2 | 16 | 4 |
| Критерии, кинетика и термодинамика стеклообразования | 60 | 12 | 14 | 24 | 50 | 10 |
| Физико-химические процессы получения стекла и оптических световодов | 74 | 16 | 20 | 24 | 60 | 14 |
| Структура стекол и методы ее исследования | 70 | 12 | 14 | 24 | 50 | 20 |
| Свойства стекол и методы их исследования | 62 | 12 | 14 | 22 | 48 | 14 |
| КСРИФ (контроль самостоятельной работы и иной формы) | 2 |  |  |  |  |  |
| Промежуточная аттестация –Экзамен | 36 |  |  |  |  |  |
| Итого | 324 | 64 | 64 | 96 | 224 | 62 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского и лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в виде комплексного экзамена в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Также промежуточная аттестация может проходить в иных формах (балльно-рейтинговая система, включающая выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины и итоговое тестирование в системе электронного обучения MOODLE).

**3.2.1. 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).

**3.2.2. 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 (мольный 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.

**3.2.3. 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 формования стекол и световодов. Методы вытяжки световодов.

Оксидные стекла. Составы, методы получения и свойства.

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

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

**3.2.4. 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.

**3.2.5. 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.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к собеседованию и контрольным работам.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

* Собеседование
* Контрольная работа
* Проверка отчетов по лабораторным занятиям

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена.**

К экзамену в 7-ом семестре очной формы обучения и 9-ом семестре очно-заочной формы обучения допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы и сдавшие отчеты по темам занятий.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**),

включающий:

* 1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

|  |  |
| --- | --- |
| **Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)** | **Шкала оценивания сформированности компетенций** |
| **плохо** | **неудовлетворительно** | **удовлетворительно** | **хорошо** | **очень хорошо** | **отлично** | **превосходно** |
| Не зачтено | зачтено |
| Знания | Отсутствие знаний теоретического материала.Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.  |
| Умения | Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.  | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения,решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.  | Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полномобъеме без недочетов |
| Навыки | Отсутствие владения материалом. 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 | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач  |

При изучении дисциплины «Избранные главы неорганической химии» студенты

**ПК-1-н:**

**ПК-1-н-1.** Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.

**ПК-1-н-2.** Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения

**ПК-2-н:**

**ПК-2-н-1.** Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных

**ПК-2-н-2.** Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией науках

**ПК-3-н:**

**ПК-3-н-1.** Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными

**ПК-3-н-2.** Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.

**ПК-1-т**

**ПК-1-т-1.** Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР.

**ПК-1-т-2.** Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР.

**ПК-1-т-3.** Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР.

**ПК-1-н-4.** Проводит испытания инновационной продукции.

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала;
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен в 7 семестре для очной формы обучения проводится в устной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении практических задач и последующим собеседованием в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ

**Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется ответ по билету на экзамене.**

**Шкала оценки при промежуточной аттестации**

|  |  |
| --- | --- |
|  **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| Отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| Хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

**6.2.** **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**.

**6.2.1 Контрольные вопросы**

|  |  |
| --- | --- |
| *вопросы* | *Код формируемой компетенции* |
| Тема 1. Введение. Основные понятия стеклообразного состояния веществаАморфное 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).  | **ПК-2-н** |
| Тема 2. Структурно-химические, кинетические и термодинамические критерии стеклообразованияСтруктурно-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 (мольный 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.  | **ПК-2-н** |
| Тема 3. Физико-химические процессы получения стекла и оптических световодовФизико-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 формования стекол и световодов. Методы вытяжки световодов.Оксидные стекла. Составы, методы получения и свойства. Халькогенидные стекла. Составы, методы получения, очистки и свойства. Фторидные и теллуритные стекла. Составы, методы получения и свойства. | **ПК-2-н, ПК-1-т** |
| Тема 4. Структура стекол и методы ее исследованияСтеклообразование 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 | **ПК-2-н** |
| Тема 5. Свойства стекол и методы их исследованияОптические 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. | **ПК-2-н, ПК-1-т** |

**6.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции**

***Примерные вопросы для оценки сформированности знаний компетенции ПК-2-н:***

1. По спектрам поглощения стекла определить коротковолновую и длинноволновую границу пропускания.

2. Используя данные по скорости зародышеобразования и скорости роста кристаллов, определить степень кристаллической фазы в стекле при отжиге и при вытяжке.

3. Рассчитайте массовый состав компонентов по заданному макросоставу в зависимости от объема реактора синтеза (тигля) и коэффициента объемного расширения расправа.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. С.В.Немилов. Оптическое материаловедение: Оптические стекла. Учебн. пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. - 175 с. Режим доступа: <https://lanbook.com/catalog/discipline/opticheskoe-materialovedenie/>
2. Маньшина А.А., Михайлов М.Д., Соколов И.А. Химия и физика стекла. – СПб.: 2013.
3. Сорокин Ю.М., Ширяев В.С. Оптические потери в световодах. Нижний Новгород: ННГУ, 2000 .- 342 с.

б) дополнительная литература:

1. М.Д. Михайлов, Ю.С. Тверьянович, Е.Ю. Туркина. Химия расплавов и стекол. СПб.: СПбГУ. 1998.

2.Дембовский С.А., Чечеткина Е.А. Стеклообразование. – М., Наука, 1990. - 278 с.

3. Кацуяма Т., Мацумира Х. Инфракрасные волоконные световоды. М., Мир, 1992, 272 с.

4. Минаев В.С. Стеклообразные полупроводниковые сплавы. М.:Металлургия. 1991. - 407 с.

г) рекомендуемая литература

1. Фельц А. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела. М.:Мир. 1986. 558 с.

2. Аппен А.А. Химия стекла. – Л., Химия, 1974. - 352 с.

3. Физико-химические основы производства оптического стекла. Под ред. Л.И. Демкиной, - Л., Химия. 1976.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайтах издательств «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>) и электронных библиотечных системах ННГУ (http://www.lib.unn.ru/ebs.html), доступ к которым предоставлен студентам. Сайты издательств содержат произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонды библиотек сформированы с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории (лекционные с вместимостью 200 человек и семинарские с вместимостью 40 человек) для проведения учебных занятий, предусмотренных программой. Лекционные аудитории (308 корп. 5, 328 корп. 2) оснащены оборудованием и техническими средствами обучения: переносным мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач). Аудитория для проведения семинарских занятий (140 корп. 2) также оснащена необходимым оборудованием: стационарным мультимедийным проектором, ноутбуком с выходом в сеть Интернет, доской и мелом.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование специальных\* помещений и помещений для самостоятельной работы** | **Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы** | **Перечень лицензионного программного обеспечения.** **Реквизиты подтверждающего документа** |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 328 | Комплект специализированной мебели, Доска для мела ДК 11 Э 3012 (3 элемента); технические средства: проекционный экран ScreenMedia Goldview настенный, переносной мультимедийный проектор, ноутбук Lenovo G770 | • Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM• Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г. |
| Помещение для самостоятельной работы пр. Гагарина, 23, корп. 1, ауд. 205 | Комплект специализированной мебели, персональные компьютеры , имеется выход в интернет | • Microsoft Windows Professional 10, Лицензия № 67001233, дата выдачи 09.06.2016 г.• Microsoft Office MS Office Standard 2013;серверная лицензия MS SQL ServerЛицензия № 65097676, дата выдачи 23.04.2015 г. |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типапр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд.308  | Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор BenQ MP-512 DLP, ноутбук Acer Extensa 5620Z T2390 | • Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No LevelЛицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г. |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типапр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 140 | Комплект специализированной мебели; технические средства: мультимедийный проектор Benq MP610, ноутбук Acer Aspire 5315-301G08 , переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase имеется выход в интернет | • Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No LevelЛицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г. |

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду (205 корп. 1).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению подготовки 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия».

Автор (ы)

к.х.н., доц. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.А. Замятин

д.х.н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.С. Ширяев

Рецензент (ы)

д.х.н., с.н.с. лаб. ХТВБС ИХВВ им. Г.Г. Девятых РАН\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Караксина Э.В.

Заведующий кафедрой,

д.х.н., проф., академик РАН \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_М.Ф. Чурбанов

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета

от \_\_\_\_ мая 2020 года, протокол № \_\_\_.