

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт естественных наук

Кафедра химии и биохимии

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института
естественных наук

С.Ю. Гаврик



20 25 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Кристаллохимия

По направлению подготовки 04.03.01 Химия

Профиль подготовки Медицинская и фармацевтическая химия

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Курс 4

Луганск, 2025

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы для подготовки бакалавров по направлению подготовки 04.03.01 Химия и профилю Медицинская и фармацевтическая химия очной формы обучения.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671 (с изменениями и дополнениями), Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 18 октября 2013 г. № 544н (с изменениями и дополнениями), Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 22 мая 2017 г. № 431н и Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта» от 22 мая 2017 г. № 432н.


СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры химии и биохимии ФГБОУ ВО «ЛГПУ», кандидат физико-математических наук, Тихий Александр Александрович.

Утверждена на заседании кафедры химии и биохимии

Протокол от «10» января 2025 г. № 6

Заведующий кафедрой химии и биохимии

 В.Д. Дяченко

Одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института естественных наук

Протокол от «13» января 2025 г. № 6

Председатель учебно-методической комиссии

Института естественных наук

 С.Н. Несторенко

СОГЛАСОВАНО:

Директор Департамента образования

 В.В. Савенков

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины – является изучение фундаментальных понятий, представлений и физико-химических моделей, используемых при описании структуры химических соединений в кристаллическом состоянии.

Задачи:

- раскрыть роль симметрии и трехмерной периодичности при описании структуры кристаллических веществ;
- рассмотреть основные методы определения и количественного описания структуры кристаллов;
- разъяснить суть фундаментальных понятий и представлений кристаллохимии.

2. Место дисциплины в структуре ООП.

Учебная дисциплина Кристаллохимия относится к блоку 1 дисциплины, вариативная часть (Б1.В.ДВ.05.01) подготовки бакалавров по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- **знания** атомно-молекулярной теории, природы химической связи и строение молекул, зависимости свойств неорганических соединений от природы химической связи и строения, типов химических реакций, химического и фазового равновесий, кинетики и термодинамики, параметров активации и кинетика основных типов реакций, теории кислот и оснований, основных типов хроматографии, их сущность и область применения, количественного химического анализа, основы строения органических соединений, классификации, номенклатуры органических соединений, типов химических связей в органических соединениях, взаимного влияния атомов в молекулах, пространственного строения органических соединений, классификации органических, механизмов основных органических реакций, методов выделения и очистки органических веществ, спектральных методов установления строения органических веществ;

- **умения** пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; вести поиск, превращать прочитанное в средство для решения типовых задач; пользоваться химическим оборудованием; классифицировать химические соединения, основываясь на их структурных формулах;

- **навыки** работы с базовыми технологиями преобразования информации, текстовыми, табличными редакторами, поиск в сети интернет; самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы; безопасной работы в химической лаборатории и умением обращаться с химической посудой, реактивами, газовыми горелками и электрическими приборами.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин физическая, неорганическая и органическая химия и служит основой для написания выпускной квалификационной работы.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с индикаторами достижения компетенций

| Код по ФГОС ВО | Индикатор достижения | Результаты обучения по дисциплине |
|----------------------|---|---|
| Универсальные | | |
| Общепрофессиональные | | |
| ОПК-1 ОПК-2 | ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 | Знает: фундаментальные понятия, терминологию и символику кристаллохимии; систематику кристаллических структур важнейших классов простых и сложных неорганических и органических соединений; суть основных методов кристаллохимического анализа. Умеет: использовать первичную кристаллоструктурную информацию для определения основных особенностей строения кристаллических веществ; решать задачи по кристаллохимии; осуществлять поиск необходимой кристаллоструктурной информации. Владеет навыками: использования в познавательной и профессиональной деятельности базовых знаний в области неорганической химии; использования полученных навыков работы для решения профессиональных и социальных задач. |
| Профессиональные | | |
| | | |

4. Структура и содержание учебной дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Объем часов (зач. ед.) | |
|--|------------------------|---------------|
| | Очная форма | Заочная форма |
| Общая учебная нагрузка (всего) | 108 (3 зач. ед) | - |
| Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе: | 60 | - |
| Лекции | 30 | - |
| Семинарские занятия | - | - |
| Практические занятия (в том числе интерактив) | 40 | - |
| Лабораторные работы | - | - |

| | | |
|---|-----------|---|
| Контрольные работы (модули) | - | - |
| КСР | 4 | - |
| Курсовая работа (курсовой проект) | - | - |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>) | - | - |
| Самостоятельная работа студента (всего) | 34 | - |
| Итоговая аттестация | Зачет | - |

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Предмет и задачи кристаллохимии. Кристаллохимия как часть химии и кристаллографии.

Тема 2. Симметрия кристаллов. Закрытые операции и элементы симметрии. Теоремы о сочетаниях закрытых элементов симметрии. Кристаллографические точечные группы симметрии.

Тема 3. Сингонии. Элементарная ячейка. Кристаллическая решетка. Решетки Браве. Открытые операции и элементы симметрии. Пространственные группы симметрии.

Тема 4. Основные понятия кристаллохимии. Структурные типы. Изоточечность, изоструктурность, изотипность. Полиэдрический метод изображения структур. Семейства кристаллических структур. Кристаллоструктурные характеристики атомов и химических связей. Общая теория межатомных взаимодействий.

Тема 5. Основы рентгеноструктурного анализа. Дифракция рентгеновских лучей. Основные методы рентгенографии. Основы рентгенофазового анализа. Основные этапы анализа структуры кристалла. Кембриджская база кристаллоструктурных данных о строении органических, металлоорганических и координационных соединений.

Тема 6. Описание и систематика кристаллических структур. Структуры простых веществ. Координация атомов. Типы изоморфизма. Твердые растворы. Типы полиморфизма.

Тема 7. Структуры бинарных соединений. Сплавы. Роль типа химической связи. Связь строения и магнитных свойств соединений, кристаллизующихся по типу шпинели. Островные структуры солей кислородсодержащих кислот. Структуры фосфатов и силикатов. Основные факторы, влияющие на структуру кристаллов.

Тема 8. Органическая кристаллохимия. Стереохимия органических молекул. Соотношение собственной симметрии молекулы и симметрии позиции. Теория плотной упаковки молекул. Молекулярное координационное число. Межмолекулярные водородные связи. Строение реальных кристаллов. Важнейшие типы дефектов. Точечные дефекты. Дислокации.

4.3. Лекции

| № п/п | Название темы | Объем часов | |
|--------|---|-------------|---------------|
| | | Очная форма | Заочная форма |
| 1 | Введение. Предмет и задачи кристаллохимии. | 2 | |
| 2 | Основные понятия кристаллохимии. | 2 | |
| 3 | Сингонии. Элементарная ячейка. Кристаллическая решетка. | 4 | |
| 4 | Симметрия кристаллов. | 6 | |
| 5 | Описание и систематика кристаллических структур. | 4 | |
| 6 | Основы рентгеноструктурного анализа. | 4 | |
| 7 | Структуры бинарных соединений. | 2 | |
| 8 | Органическая кристаллохимия. | 6 | |
| Итого: | | 30 | |

4.4. Практические (семинарские) занятия

| № п/п | Название темы | Объем часов | |
|--------|---|-------------|---------------|
| | | Очная форма | Заочная форма |
| 1 | Симметрия кристаллов. | 4 | |
| 2 | Сингонии. Элементарная ячейка. Кристаллическая решетка. | 6 | |
| 3 | Основные понятия кристаллохимии. | 4 | |
| 4 | Основы рентгеноструктурного анализа. | 6 | |
| 5 | Описание и систематика кристаллических структур. | 6 | |
| 6 | Структуры бинарных соединений. | 6 | |
| 7 | Органическая кристаллохимия. | 8 | |
| Итого: | | 40 | |

4.5. Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

| № п/п | Название темы | Вид СРС | Объем часов | |
|-------|---|--|-------------|---------------|
| | | | Очная форма | Заочная форма |
| 1 | Кристаллохимия как часть химии и кристаллографии. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 2 | |
| 2 | Теоремы о сочетаниях | подготовка к | 6 | |

| | | | | |
|---------------|---|--|-----------|--|
| | закрытых элементов симметрии. Кристаллографические точечные группы симметрии. | лабораторным работам и оформление отчетов | | |
| 3 | Открытые операции и элементы симметрии. Пространственные группы симметрии. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 4 | |
| 4 | Семейства кристаллических структур. Кристаллоструктурные характеристики атомов и химических связей. Общая теория межатомных взаимодействий. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 4 | |
| 5 | Основные этапы анализа структуры кристалла. Кембриджская база кристаллоструктурных данных о строении органических, металлоорганических и координационных соединений. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 6 | |
| 6 | Координация атомов. Типы изоморфизма. Твердые растворы. Типы полиморфизма. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 4 | |
| 7 | Островные структуры солей кислородсодержащих кислот. Структуры фосфатов и силикатов. Основные факторы, влияющие на структуру кристаллов. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 4 | |
| 8 | Молекулярное координационное число. Межмолекулярные водородные связи. Строение реальных кристаллов. Важнейшие типы дефектов. Точечные дефекты. Дислокации. | подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов | 4 | |
| Итого: | | | 34 | |

4.7. Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

5. Методическое обеспечение, образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных учебников, методических рекомендаций при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям.

Работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ.

6. Формы контроля освоения дисциплины.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором в следующих формах:

- письменная контрольная работа;
- выполнение лабораторных работ.

Итоговый контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного зачёта (включает в себя ответы на теоретические вопросы).

Система накопления баллов по видам работ отражается в таблице:

Система оценивания учебных достижений студентов очной формы обучения

| Вид текущей учебной работы | Количество баллов |
|---------------------------------|-------------------|
| 1 семестр | |
| Ответы на практических занятиях | 50 |
| КСР | 10 |
| Зачетная работа | 40 |
| Итого за семестр: | 100 |

Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

| Четырехбалльная система оценивания экзамена | 100-балльная шкала | Буквенная шкала, соответствующая 100-балльной шкале | Система оценивания зачета |
|---|--------------------|--|---------------------------|
| Отлично | 90–100 | А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному | |
| Хорошо | 83–89 | В – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения | |

| | | | |
|---------------------|--------------|--|------------|
| | | большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному | Зачтено |
| Хорошо | 75–82 | С – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками | |
| Удовлетворительно | 63–74 | D – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки | |
| Удовлетворительно | 50–62 | E – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному | Не зачтено |
| Неудовлетворительно | 21–49 | FX – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий | |
| Неудовлетворительно | 0–20 | F – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий | |

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины
а) основная литература:

1. Избранные главы кристаллохимии и методы изучения наноструктурированных материалов : учебное пособие / Т. З. Лыгина, Р. Е. Фомина, А. М. Губайдуллина, С. В. Водопьянова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 168 с. — ISBN 978-5-7882-2411-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94975.html> (дата обращения: 04.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Избранные главы кристаллохимии и методы изучения наноструктурированных материалов : учебное пособие / Т. З. Лыгина, Р. Е. Фомина, А. М. Губайдуллина, С. В. Водопьянова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 168 с. — ISBN 978-5-7882-2411-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94975.html> (дата обращения: 04.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
3. Розин, К. М. Кристаллография и кристаллохимия: описание кристаллических структур с помощью Международных кристаллографических таблиц : учебное пособие / К. М. Розин. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2001. — 87 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98075.html> (дата обращения: 04.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
4. Химич, М. А. Введение в рентгеноструктурный анализ : учебное пособие / М. А. Химич. — Томск : Издательство Томского государственного университета, 2022. — 88 с. — ISBN 978-5-907572-78-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/132618.html> (дата обращения: 04.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
5. Мордасов, Д. М. Кристаллография : учебное пособие / Д. М. Мордасов, В. В. Строкова, И. В. Жерновский. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 80 с. — ISBN 978-5-8265-1995-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94346.html> (дата обращения: 04.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

б) дополнительная литература:

1. Колебательная спектроскопия неорганических соединений. Под общ. ред. Л.Б. Сережкиной. Самара : Самарский университет, 2009.
2. Кристаллография: лабораторный практикум. / Под ред. Е.В. Чупрунова. М.: Физико- математическая литература, 2005 .

3. Бутягин П.Ю. Химическая физика твердого тела. М.: Изд-во МГУ, 2006 .
4. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. Химия твердого тела. М. : Академия, 2006.
5. Скопенко В.В. и др. Координационная химия. М.: ИКЦ "Академкнига", 2007 .

в) Интернет-ресурсы:

1. Цифровой образовательный ресурс «IPR SMART»
<https://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com/>
3. Интернет-портал фундаментального химического образования России.
URL: www.chem.msu.ru.
4. Научно-популярный портал. URL: www.elementy.ru.
5. Химический Интернет-портал. URL: www.chemport.ru.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы: лаборатория неорганической химии, оснащенная доской, таблицами, химическими реактивами, лабораторной посудой, необходимым оборудованием.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

9. Лист дополнений и изменений

[illegible]