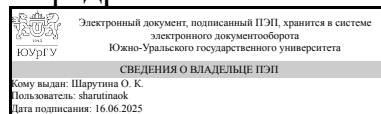


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



О. К. Шарутина

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М1.03.02 Основы метода молекулярной динамики: проектное обучение**

**для направления 04.04.01 Химия**

**уровень Магистратура**

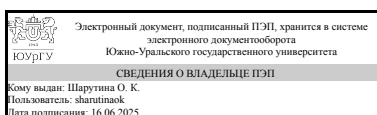
**магистерская программа Хемоинформатика**

**форма обучения очная**

**кафедра-разработчик Теоретическая и прикладная химия**

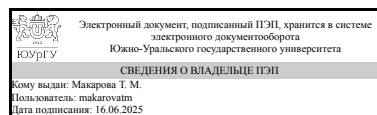
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утверждённым приказом Минобрнауки от 13.07.2017 № 655

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



О. К. Шарутина

Разработчик программы,  
к.хим.н., доцент



Т. М. Макарова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является углубленное освоение студентом многообразия методов молекулярно-динамического моделирования для различных химических систем. Задачами дисциплины являются: 1. Изучение теоретических основ метода равновесной молекулярной динамики 2. Изучение метода метадинамики 3. Изучение дополнительных методов молекулярной динамики, например, динамика по Ярынскому 4. Освоение методов измерения расчетных физико-химических свойств протяженных фаз в молекулярно-динамической модели

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина изучается в рамках программы проектного обучения "Моделирование структуры и свойств кристаллических и гибридных наноматериалов", рассчитанного на 2 года магистратуры. В рамках дисциплины студентам преподаются различные методы молекулярной динамики и основные методы анализа полученных траекторий.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                  | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-6 Способен выбирать и применять методы моделирования атомно-молекулярных систем к различным типам химических соединений и получать достоверные структурные модели | Знает: Теоретические основы различных методов молекулярная динамика для компьютерного моделирования структуры и свойств атомно-молекулярных систем<br>Умеет: Моделировать структуру химических соединений и многокомпонентных систем с применением различных методов молекулярной динамики<br>Имеет практический опыт: Выбора и применения комбинации методов получения достоверной структурной модели химических соединений или систем |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ           |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | Производственная практика (преддипломная) (4 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч., 58,75 ч.  
контактной работы

| Вид учебной работы                                                                                                        | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|---------|
|                                                                                                                           |             | Номер семестра                     |         |
|                                                                                                                           |             | 2                                  | 3       |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                                                                             | 288         | 144                                | 144     |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                                                                | 32          | 16                                 | 16      |
| Лекции (Л)                                                                                                                | 0           | 0                                  | 0       |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                                                | 0           | 0                                  | 0       |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                  | 32          | 16                                 | 16      |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                                                                       | 229,25      | 111,75                             | 117,5   |
| Подготовка к контрольному мероприятию №10                                                                                 | 20          | 0                                  | 20      |
| Подготовка к контрольному мероприятию №4                                                                                  | 15          | 15                                 | 0       |
| Подготовка к контрольному мероприятию №9                                                                                  | 15          | 0                                  | 15      |
| Подготовка к контрольному мероприятию №2                                                                                  | 15          | 15                                 | 0       |
| Подготовка к контрольному мероприятию №11                                                                                 | 15          | 0                                  | 15      |
| Подготовка к зачету за I семестр                                                                                          | 31,75       | 31,75                              | 0       |
| Подготовка к контрольному мероприятию №1                                                                                  | 15          | 15                                 | 0       |
| Подготовка к контрольному мероприятию №8                                                                                  | 15          | 0                                  | 15      |
| Подготовка к контрольному мероприятию №3                                                                                  | 20          | 20                                 | 0       |
| Подготовка к контрольному мероприятию №7                                                                                  | 15          | 0                                  | 15      |
| Подготовка к контрольному мероприятию №5, составление литературного обзора по методам расчета свойств моделируемых систем | 15          | 15                                 | 0       |
| Подготовка к экзамену за II семестр                                                                                       | 37,5        | 0                                  | 37,5    |
| Консультации и промежуточная аттестация                                                                                   | 26,75       | 16,25                              | 10,5    |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                                                                  | -           | зачет                              | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                    | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Силовые поля и параметры молекулярной динамики                     | 10                                        | 0 | 0  | 10 |
| 2         | Разнообразие методов молекулярно-динамического моделирования       | 12                                        | 0 | 0  | 12 |
| 3         | Расчет физико-химических свойств в молекулярно-динамической модели | 10                                        | 0 | 0  | 10 |

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы                                | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Подбор силового поля для равновесной динамики                                          | 5            |
| 2         | 1         | Вычисление параметров, необходимых для молекулярно-динамического моделирования системы | 5            |
| 3         | 2         | Равновесная молекулярная динамика                                                      | 2            |
| 4         | 2         | Моделирование метадинамики и анализ ее результатов                                     | 6            |
| 5         | 2         | Молекулярная динамика по Ярынскому                                                     | 4            |
| 6         | 3         | Расчет физико-химических свойств моделируемой системы                                  | 4            |
| 7         | 3         | Построение зависимости физико-химических свойств от топологического состояния системы  | 6            |

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                            |                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |              |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                                | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                            | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к контрольному мероприятию №10 | Х.-Д. Хельтье и др. "Молекулярное моделирование : теория и практика", гл. 1-4; Ибрагимов И.М., Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. "Основы компьютерного моделирования наносистем", гл. 4-8                                                                                     | 3       | 20           |
| Подготовка к контрольному мероприятию №4  | Маккинни У. "Python и анализ данных", гл. 5-6                                                                                                                                                                                                                         | 2       | 15           |
| Подготовка к контрольному мероприятию №9  | Х.-Д. Хельтье и др. "Молекулярное моделирование : теория и практика", гл. 1-4; Ибрагимов И.М., Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. "Основы компьютерного моделирования наносистем", гл. 4-8; база данных Scopus                                                                 | 3       | 15           |
| Подготовка к контрольному мероприятию №2  | Ибрагимов И.М., Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. "Основы компьютерного моделирования наносистем", гл. 4-6; база данных Scopus                                                                                                                                                | 2       | 15           |
| Подготовка к контрольному мероприятию №11 | Ибрагимов И.М., Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. "Основы компьютерного моделирования наносистем", гл. 5-8; Юрчук С.Ю. "Компьютерное моделирование нанотехнологий наноматериалов и наноструктур моделирование наносистем методами молекулярной динамики : курс лекций", гл. 2 | 3       | 15           |
| Подготовка к зачету за I семестр          | Х.-Д. Хельтье и др. "Молекулярное моделирование : теория и практика", гл. 1-2; Юрчук С.Ю. "Компьютерное моделирование нанотехнологий наноматериалов и наноструктур моделирование наносистем методами                                                                  | 2       | 31,75        |

|                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|
|                                                                                                                           | молекулярной динамики : курс лекций", гл. 2                                                                                                                                                                                                                           |   |      |
| Подготовка к контрольному мероприятию №1                                                                                  | Юрчук С.Ю. "Компьютерное моделирование нанотехнологий наноматериалов и наноструктур моделирование наносистем методами молекулярной динамики : курс лекций", гл. 2                                                                                                     | 2 | 15   |
| Подготовка к контрольному мероприятию №8                                                                                  | Ибрагимов И.М., Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. "Основы компьютерного моделирования наносистем", гл. 5; база данных Scopus                                                                                                                                                  | 3 | 15   |
| Подготовка к контрольному мероприятию №3                                                                                  | Маккинни У. "Python и анализ данных", гл. 4-6                                                                                                                                                                                                                         | 2 | 20   |
| Подготовка к контрольному мероприятию №7                                                                                  | Х.-Д. Хельтье и др. "Молекулярное моделирование : теория и практика", гл. 1-6; Ибрагимов И.М., Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. "Основы компьютерного моделирования наносистем", гл. 1-4                                                                                     | 3 | 15   |
| Подготовка к контрольному мероприятию №5, составление литературного обзора по методам расчета свойств моделируемых систем | База данных Scopus                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 | 15   |
| Подготовка к экзамену за II семестр                                                                                       | Ибрагимов И.М., Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф. "Основы компьютерного моделирования наносистем", гл. 4-8; Юрчук С.Ю. "Компьютерное моделирование нанотехнологий наноматериалов и наноструктур моделирование наносистем методами молекулярной динамики : курс лекций", гл. 2 | 3 | 37,5 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия             | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                     | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------------------|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 2        | Текущий контроль | Подбор силового поля для равновесной динамики | 1   | 5          | Оценка складывается из составляющих:<br><br>4 балла -- подбор силового поля для равновесной динамики выполнен достоверно и в срок. По 0,5 баллов снимается за каждую ошибку в исполнении, искажающую конечный | зачет            |

|   |   |                          |                                                                                         |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|---|---|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                                                                                         |   |   | результат или за каждую неделю задержки.<br><br>1 балл -- результат задания представлен в виде наглядного отчета, все результаты описаны, в том числе графиками и таблицами.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |
| 2 | 2 | Текущий контроль         | Вычисление параметров, необходимых для молекулярно-динамического моделирования системы  | 1 | 5 | За каждую ошибку, искажающую результат задачи, снимается по 0,5 баллов.<br><br>Каждая неделя просрочки задания также оценивается в -0,5 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | зачет |
| 3 | 2 | Текущий контроль         | Тест "оптимизация геометрии системы"                                                    | 1 | 5 | За каждый вопрос начисляется от 1 до -1 балла, в зависимости от степени правильности ответа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | зачет |
| 4 | 2 | Текущий контроль         | Тест "Управление процессом молекулярной динамики"                                       | 1 | 5 | За каждый вопрос начисляется от 1 до -1 балла, в зависимости от степени правильности ответа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | зачет |
| 5 | 2 | Текущий контроль         | Литературный обзор методов моделирования или анализа систем, изучаемых в данном проекте | 1 | 5 | 5 баллов -- литературный обзор проведен, похожие статьи обобщены, результаты четко и понятно сведены в общую таблицу, в работе не менее 30% работ за последние 5 лет<br><br>4 балла -- относительно предыдущего, недостаточно статей за последние 5 лет или есть ошибки в оформлении<br><br>3 балла -- практически нет статей за последние 5 лет, таблица заполнена не полностью, формулировки нечеткие<br><br>2 балла -- статей сильно меньше, чем их выдает поисковая система, оформлено с грубыми ошибками<br><br>1 балл -- обзор практически отсутствует<br><br>0 баллов -- обзор отсутствует | зачет |
| 6 | 2 | Промежуточная аттестация | Отчет о проделанной работе                                                              | - | 5 | 5 баллов -- отчет составлен, все процедуры и результаты в нем изложены полно, корректно и наглядно, есть корректные и полные выводы<br><br>4 балла -- отчет содержит незначительные погрешности или неаккуратно оформлен                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | зачет |

|    |   |                          |                                                    |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
|----|---|--------------------------|----------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                          |                                                    |   |   | <p>3 балла -- отчет написан нечетко, есть фактические ошибки</p> <p>2 балла -- отчет крайне плохо проработан, присутствуют некорректные выводы, процедуры описаны невоспроизводимо, много грубых ошибок</p> <p>1 балл -- отчет практически отсутствует</p> <p>0 баллов -- отчет отсутствует</p>                                                                        |         |
| 7  | 3 | Текущий контроль         | Равновесное молекулярно-динамическое моделирование | 1 | 5 | <p>Оценка складывается из составляющих:</p> <p>4 балла -- задание выполнено полностью, правильно и в срок. По 0,5 баллов снимается за каждую ошибку в исполнении, искажающую конечный результат или за каждую неделю задержки.</p> <p>1 балл -- результат задания представлен в виде наглядного отчета, все результаты описаны, в том числе графиками и таблицами.</p> | экзамен |
| 8  | 3 | Промежуточная аттестация | Моделирование метадинамики и анализ ее результатов | - | 5 | <p>Оценка складывается из составляющих:</p> <p>4 балла -- задание выполнено полностью, правильно и в срок. По 0,5 баллов снимается за каждую ошибку в исполнении, искажающую конечный результат или за каждую неделю задержки.</p> <p>1 балл -- результат задания представлен в виде наглядного отчета, все результаты описаны, в том числе графиками и таблицами.</p> | экзамен |
| 9  | 3 | Текущий контроль         | Молекулярная динамика по Ярынскому                 | 1 | 5 | <p>Оценка складывается из составляющих:</p> <p>4 балла -- задание выполнено полностью, правильно и в срок. По 0,5 баллов снимается за каждую ошибку в исполнении, искажающую конечный результат или за каждую неделю задержки.</p> <p>1 балл -- результат задания представлен в виде наглядного отчета, все результаты описаны, в том числе графиками и таблицами.</p> | экзамен |
| 10 | 3 | Текущий                  | Расчет физико-                                     | 1 | 5 | Оценка складывается из                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | экзамен |

|    |   |                          |                                                                                       |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |
|----|---|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   | контроль                 | химических свойств моделируемой системы                                               |   |    | составляющих:<br><br>4 балла -- расчет физико-химических свойств выполнен правильно, достоверно и в срок. По 0,5 баллов снимается за каждую ошибку в исполнении, искажающую конечный результат или за каждую неделю задержки.<br><br>1 балл -- результат задания представлен в виде наглядного отчета, все результаты описаны, в том числе графиками и таблицами.                                                                              |         |
| 11 | 3 | Текущий контроль         | Построение зависимости физико-химических свойств от топологического состояния системы | 1 | 5  | Оценка складывается из составляющих:<br><br>4 балла -- построение зависимости физико-химических свойств от топологического состояния системы выполнено правильно, достоверно и в срок. По 0,5 баллов снимается за каждую ошибку в исполнении, искажающую конечный результат или за каждую неделю задержки.<br><br>1 балл -- результат задания представлен в виде наглядного отчета, все результаты описаны, в том числе графиками и таблицами. | экзамен |
| 12 | 3 | Промежуточная аттестация | Экзамен                                                                               | - | 10 | Каждый теоретический вопрос оценивается в 2 балла, выполнение задачи -- в 6 баллов.<br><br>За каждую фактическую ошибку, отсутствие нужных формул или деталей, из баллов за вопрос отнимается 0,5 баллов.<br>За каждую ошибку в осуществляемых процедурах, приводящую к искажению результатов, с задания снимается по 1 баллу.                                                                                                                 | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Оценивание учебной деятельности по дисциплине происходит на основании полученных баллов за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Для повышения своего рейтинга студент вправе пройти процедуру зачета. Зачет принимается в форме письменного отчета по результатам проделанной работы в семестре. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |
| экзамен                      | Оценивание учебной деятельности по дисциплине происходит                                                                                                                                                                                                                                                          | В соответствии с                        |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                           |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | на основании полученных баллов за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Для повышения своего рейтинга студент вправе пройти процедуру экзамена. Экзамен состоит из 2 теоретических вопросов и 1 задачи на молекулярное моделирование. Оценка выставляется из суммарного рейтинга за задачи текущего контроля и за экзаменационные задания. | пп. 2.5, 2.6<br>Положения |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                               | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|             |                                                                                                                                                   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ПК-6        | Знает: Теоретические основы различных метода молекулярная динамика для компьютерного моделирования структуры и свойств атомно-молекулярных систем | +    | + |   |   | + | + |   | + |   |    |    | +  |
| ПК-6        | Умеет: Моделировать структуру химических соединений и многокомпонентных систем с применением различных методов молекулярной динамики              |      |   | + | + |   | + | + |   | + |    | +  | +  |
| ПК-6        | Имеет практический опыт: Выбора и применения комбинации методов получения достоверной структурной модели химических соединений или систем         |      |   |   | + | + | + |   | + | + | +  | +  | +  |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Физическая химия : Учеб. для вузов: В 2 кн. . Кн. 1 / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др.; Под ред. К. С. Краснова. - 3-е изд., испр.. - М. : Высшая школа, 2001. - 512,[1] с. : ил.
2. Карапетьянц М. Х. Строение вещества : Учеб. пособие для хим. и хим.-технол. спец. вузов / М. Х. Карапетьянц, С. И. Дракин. - 3-е изд., перераб. и доп.. - М. : Высшая школа, 1978. - 304 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика Т. 1 Механика Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов: В 10 т. - 4-е изд., испр. - М.: Наука, 1988. - 215 с. ил.
2. Фейнман, Р. Ф. Фейнмановские лекции по физике [Текст] Вып. 8-9 Квантовая механика учеб. пособие : в 9 вып. Р. Ф. Фейнман, Р. Б. Лейтон, М. Сэндс ; пер. с англ. Г. И. Копылова ; под ред. Я. А. Смородинского. - Изд. 8-е. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 523, [1] с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Д.В. Зленко, П.А. Мамонов, А.М. Нестеренко Современные методы молекулярного моделирования

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Д.В. Зленко, П.А. Мамонов, А.М. Нестеренко Современные методы молекулярного моделирования

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)
2. -GNU Fortran(бессрочно)
3. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -The Cambridge Crystallographic Data Centre(31.12.2023)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|-------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | 207<br>(1а) | Локальный вычислительный комплекс на процессорах CPU Intel Xeon E5-2697, 18 ядер                                                                 |
|             | 208<br>(1а) | Персональные компьютеры, проектор                                                                                                                |