

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан геологического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
чл.-корр. РАН Еремин Н.Н.



«25» сентября 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Вар – Цифровые технологии в геологии

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки/ специальность:

05.04.01 Геология

Профиль программы магистратуры:

Геохимия

Магистерская программа:

Петрология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № 6 от 8 сентября 2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденным приказом по МГУ от 21.12.2021 № 1404 (в действующей редакции).

Год приема на обучение: 2024

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у магистрантов системы теоретических знаний и практических навыков по использованию современных цифровых инструментов, методов искусственного интеллекта и языков программирования для сбора, хранения, автоматизированной обработки и научной интерпретации геологических данных. Курс направлен на цифровую трансформацию исследовательского процесса в области петрологии и геохимии.

Задачи

- Изучение методов работы с профессиональными наукометрическими базами данных и специализированными инструментами поиска научной литературы для обеспечения актуальности исследований.
- Ознакомление с архитектурой реляционных баз данных и существующими глобальными петрологическими репозиториями для эффективного управления большими массивами информации.
- Овладение методами взаимодействия с большими языковыми моделями (LLM) для автоматизации рутинных задач, анализа текстов и написания вспомогательного программного кода.
- Изучение основ Machine Learning для решения задач классификации и прогнозирования в петрологии (например, реконструкция геодинамических обстановок).
- Получение практических навыков работы на языке Python (или R) для визуализации данных, построения петрохимических диаграмм и статистической обработки результатов анализов.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Дисциплина «Цифровые технологии в геологии» посвящена интеграции современных ИТ-решений в практику геологических исследований. Программа охватывает методы высокоэффективного поиска научной информации и работу с библиографическими менеджерами, принципы проектирования геологических баз данных и использование глобальных систем хранения геохимической информации (GEOROC, EarthChem). Значительная часть курса отведена применению искусственного интеллекта и больших языковых моделей (LLM) в петрологических задачах, а также методам машинного обучения для обработки многомерных данных. В рамках дисциплины студенты осваивают основы программирования на Python или R для автоматизации расчетов и визуализации петрохимических трендов. Итогом обучения является способность магистранта самостоятельно применять цифровую экосистему для решения сложных научно-исследовательских задач в области петрологии.

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина «Цифровые технологии в геологии» относится к вариативной части, дисциплина профиля по выбору студента, курс – II, семестр – III.
2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** освоение дисциплин «Петрология».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-5.М	ОПК-5.М. Способность использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности	<i>Знать:</i> современные инструменты поиска научной информации; архитектуру геологических баз данных; принципы машинного обучения и возможности LLM в науках о Земле. <i>Уметь:</i> работать со специализированными поисковыми системами; использовать Python/R для обработки петрохимических данных; формулировать запросы для ИИ-ассистентов
ПК-2.М	ПК-2.М. Способность использовать методы обработки и интерпретации данных для решения научных и практических задач.	<i>Владеть:</i> навыками автоматизации рутинных геологических задач; методами интеграции цифровых технологий в научное исследование.

4. **Объем дисциплины:** 2 з.е., в том числе **28** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции), **44** академических часов на самостоятельную работу обучающихся, форма промежуточной аттестации – зачет (в третьем семестре).

5. **Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе		
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы		Самостоятельная работа обучающегося Виды самостоятельной работы, часы
		Занятия лекционного типа	Всего	Всего

Раздел 1. Современный поиск и работа с научной информацией	12	6	6	8
Раздел 2. Геологические базы данных и системы хранения	8	4	4	6
Раздел 3. Искусственный интеллект и большие языковые модели (LLM)	12	6	6	8
Раздел 4. Машинное обучение в петрологии	12	6	6	8
Раздел 5. Программирование для задач геологии (Python/R)	12	6	6	8
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>				6
Итого	72	28		44

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Современный поиск и работа с научной информацией

Эффективный поиск в интернете. Использование инструментов Google Scholar, Scopus, Web of Science, РИНЦ. Работа со специализированными библиографическими менеджерами (Zotero, Mendeley). Методы верификации источников в эпоху «информационного шума».

Раздел 2. Геологические базы данных и системы хранения

Принципы организации геологической информации. Основы реляционных баз данных. Обзор глобальных петрологических и геохимических баз данных (GEOROC, EarthChem, PALEOMAG). Примеры создания локальных баз данных для полевых и аналитических исследований.

Раздел 3. Искусственный интеллект и большие языковые модели (LLM)

Архитектура и принципы работы современных LLM (ChatGPT, Claude и др.). Методология «пром프트-инжиниринга» для геологов. Применение ИИ для аннотирования статей, написания вспомогательного кода и первичной обработки описаний шлифов. Этические аспекты использования ИИ.

Раздел 4. Машинное обучение в петрологии

Основные понятия: обучение с учителем и без учителя. Классификационные задачи в геологии (определение геодинамических обстановок). Регрессионные модели для восстановления параметров P-T. Обзор библиотек (Scikit-learn).

Раздел 5. Программирование для задач геологии (Python/R)

Основы синтаксиса Python в контексте анализа данных. Библиотеки Pandas и NumPy для работы с таблицами анализов. Визуализация петрохимических трендов и построение классификационных диаграмм (Matplotlib, Plotly).

6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Для текущего контроля проводятся устные опросы по материалам предыдущих занятий.

Примерный перечень вопросов для проведения устных опросов:

1. Как использовать логические операторы для уточнения поиска в Google Scholar?
2. В чем отличие плоских таблиц Excel от реляционных баз данных?
3. Каковы основные риски использования LLM (галлюцинации) при поиске фактических данных?
4. Какие типы геологических данных лучше всего подходят для задач машинного обучения?
5. В чем преимущество использования библиотек Python перед графическими редакторами при построении диаграмм?

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Сравните возможности баз данных Scopus, Web of Science и РИНЦ для поиска литературы по петрологии и геохимии. Какие критерии определяют выбор платформы в зависимости от задачи исследования?
2. Опишите принципы верификации научных источников в условиях «информационного шума». Какие признаки указывают на низкое качество или ненадёжность публикации?
3. Охарактеризуйте возможности библиографических менеджеров Zotero и Mendeley. В чём их преимущества перед ручным ведением списка литературы при работе над диссертацией?
4. Опишите структуру и принципы организации глобальных петрологических баз данных GEOROC и EarthChem. Для каких типов геохимических задач каждая из них наиболее пригодна?
5. Сформулируйте основные принципы построения реляционной базы данных для хранения результатов микрозондовых анализов (ЕРМА). Какие поля (атрибуты) должны присутствовать в обязательном порядке?
6. Какие требования предъявляются к качеству входных данных при работе с геологическими базами данных? Какие ошибки наиболее часто встречаются при внесении аналитических данных и как их минимизировать?
7. Объясните принцип работы больших языковых моделей (LLM). Какие фундаментальные ограничения необходимо учитывать при их использовании в научной работе геолога?

8. Что такое «пром프트-инжиниринг»? Приведите пример грамотно составленного промпта для задачи первичной обработки описания петрографического шлифа.
9. Каковы этические границы использования ИИ при написании научных текстов (диссертаций, статей)? Какие виды применения ИИ являются допустимыми, а какие — нарушением научной этики?
10. В чём принципиальное различие между обучением с учителем и обучением без учителя? Приведите конкретный пример применения каждого подхода для решения петрологической задачи.
11. Опишите методологию построения классификационной модели для определения геодинамической обстановки формирования магматических пород по геохимическим данным. Какие признаки целесообразно использовать в качестве входных переменных?
12. Каковы основные источники ошибок при использовании регрессионных моделей машинного обучения для восстановления P–T параметров метаморфизма? Как оценить достоверность полученных результатов?
13. Опишите возможности библиотек Pandas и NumPy для обработки таблиц микрозондовых анализов: пересчёт формульных коэффициентов, фильтрация данных по качеству, вычисление молярных долей компонентов.
14. Какие библиотеки Python используются для построения петрохимических классификационных диаграмм? Опишите последовательность шагов для построения диаграммы TAS (Total Alkali–Silica) по данным из таблицы анализов.
15. Что такое воспроизводимость вычислительного исследования? Какие инструменты и практики программирования обеспечивают воспроизводимость результатов обработки геохимических данных?

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине применяется для всех типов контроля

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания современные инструменты поиска научной информации; архитектуру геологических баз данных; принципы машинного обучения и возможности LLM в науках о Земле. <i>(устный опрос)</i>	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения работать со специализированными поисковыми системами; использовать Python/R для обработки петрохимических данных; формулировать запросы для ИИ-ассистентов <i>(устный опрос)</i>	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)
Владения навыками автоматизации рутинных геологических задач; методами интеграции цифровых технологий в научное исследование. <i>(устный опрос)</i>	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом,

		сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме
--	--	---

7. Ресурсное обеспечение

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная литература:

1. McKinney W. Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and Jupyter. 3rd Edition. — O'Reilly Media, 2022. — 550 p.
2. Bergen K. J., Johnson P. A., de Hoop M. V., Beroza G. C. Machine learning for data-driven discovery in geosciences // Science. — 2019. — Vol. 363. — Issue 6433.
3. Lehnert K., Su Y., Langmuir C. H. et al. A global geochemical database structure for rocks from the ocean floor // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. — 2000. — Vol. 1. — Issue 5.

б) дополнительная литература: нет

- Перечень лицензионного программного обеспечения: нет
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем: нет
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: <https://georoc.eu/>, <https://www.earthchem.org/>.
- Описание материально-технической базы:

а) помещение – аудитория, рассчитанная на группу из 15 учащихся

б) оборудование – персональные компьютеры с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран;

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель: к.г.-м.н. В.Д. Щербаков

10. Разработчики программы: – к.г.-м.н. В.Д. Щербаков