

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт геологии и нефтегазовых технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Нейронные сети и машинное обучение в инженерной геологии

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология

Профиль подготовки: Инженерная геология и гидрогеология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Софинская О.А. (Кафедра общей геологии и гидрогеологии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), OASofinskaya@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	Способен применять полученные навыки при выполнении лабораторных и полевых исследований, помогать в планировании и организации инженерно-геологических, гидрогеологических, геологических, геофизических работ (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата)

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основы работы с электронными таблицами,
- основы высшей математики,
- основы теории вероятностей и математической статистики

Должен уметь:

- вручную обрабатывать и анализировать геологические данные,
- выполнять простейшие статистические расчеты (среднее, стандартное отклонение),
- строить графики и диаграммы,
- использовать программное обеспечение на уровне уверенного пользования интерфейсом и основными инструментами,
- давать простейшую интерпретацию инженерно-геологических данных.

Должен владеть:

- навыками простейшей предобработки данных: чистки, преобразования, базовой агрегации,
- навыками визуализации данных,
- навыками первичного анализа распределения данных и выявления закономерностей,
- навыками работы с таблицами и базами данных: импорта, экспорта, фильтрации, сортировки,

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.01.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.03.01 "Геология (Инженерная геология и гидрогеология)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 10 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 4 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 58 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 4 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 7 семестре; зачет в 8 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- мester	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- сто- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Введение в машинное обучение и геологические данные	7	2	0	0	0	1	0	10	
2.	Тема 2. Методы классификации и регрессии	7	2	0	0	0	1	0	12	
3.	Тема 3. Оптимизация моделей	7	0	0	0	0	2	0	6	
4.	Тема 4. Глубокое обучение в геологии	8	1	0	0	0	0	0	15	
5.	Тема 5. Основные этапы работы с большими данными в инженерной геологии	8	1	0	0	0	0	0	15	
	Итого		6	0	0	0	4	0	58	

4.2 Содержание дисциплины (модуля)**Тема 1. Введение в машинное обучение и геологические данные**

Обращение к собственным и внешним источникам данных. Этические и правовые аспекты использования больших данных в геологии.

Типы геологических данных: атрибутивные, растровые и векторные данные, временные ряды. Форматы данных. Обзор возможностей библиотек машинного обучения и обработки данных. Формирование датасетов для машинного обучения и генерация признаков в датасете.

Примеры применения машинного обучения в геологии (прогнозирование месторождений, интерполяция данных, классификация типов пород).

Применение к геологическим задачам: прогнозирование пространственного распределения параметров (например, содержание рудного компонента).

Тема 2. Методы классификации и регрессии

Линейная регрессия: теория, реализация в Python (Scikit-learn), оценка качества модели (R^2 , RMSE, MAE), интерпретация коэффициентов.

Регрессия с регуляризацией (Ridge, Lasso): теория, реализация, выбор гиперпараметров.

Полиномиальная регрессия: теория, реализация, проблема переобучения.

Выбор модели и сравнительная оценка ее качества.

Тема 3. Оптимизация моделей

Обзор наборов гиперпараметров моделей различных типов. Методы оптимизации гиперпараметров: перекрестной проверки, поиск по сетке, байесовская оптимизация. Оценка качества моделей (точность, полнота, F1-мера, ROC-AUC). Оценка качества кластеризации (силуэт, индекс Дэвиса-Булдина). Типы и несимметричная цена ошибок.

Тема 4. Глубокое обучение в геологии

Нейронные сети: основные понятия, архитектуры (MLP, CNN, RNN).

Схема работы перцептрона.

Основные понятия нейронных сетей (активационные функции, backpropagation, самые распространенные оптимизаторы).

Работа с библиотекой Keras.

Применение последовательных нейронных сетей к классификации геологических объектов.

Тема 5. Основные этапы работы с большими данными в инженерной геологии

Обучающий, валидирующий и тестовый наборы данных

Синтетические данные: генерация и применение для проверки моделей

Оптимизация гиперпараметров моделей: методы перекрестной проверки (k-fold), поиск по сетке (GridSearchCV), случайный поиск (RandomizedSearchCV).

Интерпретация результатов моделирования (коэффициенты регрессии, важность признаков, confusion matrix).

Визуализация результатов: графики зависимости предсказанных и реальных значений, графики важности признаков.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Введение в Data Science и машинное обучение - <https://stepik.org/course/4852>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Введение в машинное обучение с использованием Python (перевод учебника) - https://it.kgsu.ru/ML_Begin/oglav2.html

ГОСТ - <https://www.rst.gov.ru/portal/gost//home/st>

Открытый курс машинного обучения. Первичный анализ данных с Pandas - <https://habr.com/ru/articles/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекции состоят из презентаций, кратких конспектов, ссылок на дополнительные материалы. Лекция в аудитории носит обзорный характер и призвана вскрыть непонятные термины или связи между ними. Глубокое изучение лекции происходит самостоятельно: систематически просматривайте материалы, делайте заметки на полях, задавайте вопросы. Проверьте понимание материала, используя вопросы для самоконтроля. Обратите внимание, что рисунки, графики, формулы имеют ключевое значение - их самостоятельному разбору и поэтапному воспроизведению нужно посвятить достаточно времени.
лабораторные работы	Внимательно слушайте и читайте порядок выполнения, задавайте вопросы преподавателю или лаборанту до выполнения работы и в ее процессе. Не бойтесь экспериментировать, но сохраняйте промежуточные шаги в специальных временных папках. Результаты работ должны быть четко оформлены, содержать все необходимые данные и выводы. За выполнение каждой лабораторной работы получаются баллы за работу в семестре.
самостоятельная работа	Каждый получает индивидуальное или бригадное семестровое задание, аналогичное лабораторным задачам. Для лучшего понимания материала используйте ресурс Stepik - старайтесь выполнять максимальное количество практических заданий. Используйте тесты для проверки понимания. Активно участвуйте в обсуждениях заданий в специальном чате с преподавателем.
зачет	Зачет состоит из теоретической и практической частей. Теоретическая часть включает все основные понятия курса. Практическая часть состоит в защите семестрового задания. Для подготовки к зачету повторите лекционный материал, подготовьте все лабораторные работы к сдаче, выполните самостоятельное семестровое задание и оформите его представление в виде презентации или демонстрационной версии работающей программы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

 - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
 - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
 - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.03.01 "Геология" и профилю подготовки "Инженерная геология и гидрогеология".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
*Б1.В.ДВ.02.01.13 Нейронные сети и машинное обучение в
инженерной геологии*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология

Профиль подготовки: Инженерная геология и гидрогеология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети: Учебник для вузов. 2025. <https://e.lanbook.com/book/447392>

Барский А.Б. Введение в нейронные сети. 2016. <https://e.lanbook.com/book/100684>

Мэрфи К. П. Вероятностное машинное обучение. Введение. 2022. <https://e.lanbook.com/book/314891>

Дополнительная литература:

Араки М. Манга: Машинное обучение. 2020. <https://e.lanbook.com/book/179473>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
**Б1.В.ДВ.02.01.13 Нейронные сети и машинное обучение в
инженерной геологии**

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 05.03.01 - Геология

Профиль подготовки: Инженерная геология и гидрогеология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows