

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

Направление подготовки: 05.04.03 - Картография и геоинформатика

Профиль подготовки: Геоинформационные системы в науках о Земле

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

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): старший преподаватель, б/с Денисов М.П. (кафедра системного анализа и информационных технологий, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), MPDenisov@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-3	Способность применять современные космические и беспилотные летательные аппараты для получения, обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли с целью решения задач в области мониторинга окружающей среды, управления природными ресурсами и градостроительства. Знание методов интерпретации данных дистанционного зондирования и их применения для создания картографических материалов и моделей
ПК-4	Способность разрабатывать, внедрять и администрировать серверные геоинформационные системы с использованием современных методов и технологий для эффективного управления, хранения и анализа пространственных данных

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- Основные типы нейронных сетей и их архитектуру ПК-4
- Принципы работы и обучения нейронных сетей ПК-4
- Математические основы нейронных сетей (линейная алгебра, теория вероятностей, математическая статистика) ПК-4
- Алгоритмы оптимизации и методы обучения ПК-4
- Метрики оценки качества моделей ПК-4
- Современные библиотеки и фреймворки для работы с нейронными сетями ПК-3
- Области применения нейронных сетей в различных сферах ПК-3

Должен уметь:

- Проводить предобработку данных для обучения нейронных сетей ПК-4
- Выбирать подходящую архитектуру сети для конкретной задачи ПК-4
- Реализовывать и обучать базовые типы нейронных сетей ПК-4
- Оценивать качество обученной модели ПК-4
- Проводить гиперпараметрический поиск ПК-4
- Визуализировать результаты работы нейронной сети ПК-3
- Адаптировать существующие решения под конкретные задачи ПК-3

Должен владеть:

- Навыками программирования на Python ПК-4
- Методами сбора и подготовки данных ПК-4
- Техниками регуляризации и предотвращения переобучения ПК-4
- Методами оптимизации обучения нейронных сетей ПК-4
- Навыками работы с современными фреймворками (TensorFlow, PyTorch) ПК-4
- Методами анализа результатов и интерпретации работы нейронной сети ПК-4
- Навыками документирования и презентации результатов ПК-3

Должен демонстрировать способность и готовность:

Анализировать программный код на бумаге.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "ФТД.Н.01 Факультативные дисциплины" основной профессиональной образовательной программы 05.04.03 "Картография и геоинформатика (Геоинформационные системы в науках о Земле)" и относится к факультативным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

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 1 зачетных(ые) единиц(ы) на 36 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 12 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 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- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Введение в нейронные сети и их применение в геоинформатике	2	2	0	4	0	0	0	0	0
2.	Тема 2. Математические основы нейронных сетей	2	0	0	2	0	0	0	0	1
3.	Тема 3. Архитектуры нейронных сетей и их адаптация для ДЗЗ	2	0	0	2	0	0	0	0	1
4.	Тема 4. Предобработка данных и оценка качества моделей	2	0	0	2	0	0	0	0	2
5.	Тема 5. Обучение и оптимизация нейронных сетей	2	2	0	4	0	0	0	0	2
6.	Тема 6. Прикладные задачи нейросетей в геоинформатике	2	0	0	6	0	0	0	0	6
	Итого		4	0	20	0	0	0	0	12

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в нейронные сети и их применение в геоинформатике

Рассматриваются базовые понятия нейронных сетей, их история развития и ключевые области применения, особенно в геоинформатике и дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ). Студенты изучают основные типы нейросетей (перцептроны, полносвязные сети), их архитектуру и принципы работы. Особое внимание уделяется анализу реальных кейсов, таких как классификация спутниковых снимков, сегментация объектов на картах и прогнозирование изменений ландшафта. Также обсуждаются современные фреймворки (TensorFlow, PyTorch) и их роль в обработке пространственных данных.

Тема 2. Математические основы нейронных сетей

Разбираются математические концепции, необходимые для понимания работы нейросетей: линейная алгебра (матричные операции, градиенты), теория вероятностей (байесовские методы, распределения) и математическая статистика (оценки, ошибки). Студенты учатся применять эти знания для описания процессов обучения (forward/backward propagation), вычисления функций потерь (MSE, cross-entropy) и оптимизации (SGD, Adam). Практическая часть включает решение задач по настройке весов и анализу сходимости алгоритмов.

Тема 3. Архитектуры нейронных сетей и их адаптация для ДЗЗ

Изучаются специализированные архитектуры для обработки геоданных: сверточные сети (CNN) для анализа изображений, рекуррентные сети (RNN, LSTM) для временных рядов и автокодировщики для сжатия данных. Рассматриваются методы адаптации моделей под задачи геоинформатики, например, U-Net для сегментации или GAN для генерации синтетических карт. В практических заданиях студенты сравнивают эффективность разных архитектур на наборах спутниковых данных.

Тема 4. Предобработка данных и оценка качества моделей

Освещаются техники работы с пространственными данными: нормализация, аугментация (повороты, масштабирование), обработка пропусков и шумов. Студенты осваивают метрики качества (accuracy, IoU, F1-score) и методы валидации (кросс-валидация, hold-out). Практикум включает подготовку датасетов из открытых источников (например, Sentinel-2) и оценку моделей на реальных примерах, таких как детекция изменений лесного покрова.

Тема 5. Обучение и оптимизация нейронных сетей

Анализируются методы ускорения и стабилизации обучения: регуляризация (Dropout, L1/L2), batch normalization, подбор гиперпараметров (learning rate, размер батча). Изучаются продвинутые алгоритмы оптимизации (AdaGrad, RMSProp) и инструменты (Optuna, Weights & Biases). В лабораторных работах студенты настраивают модели для задач классификации мультиспектральных изображений, минимизируя переобучение.

Тема 6. Прикладные задачи нейросетей в геоинформатике

Финальный модуль посвящен комплексным проектам: разработке нейросетевых решений для прогнозирования городской застройки, мониторинга сельхозугодий или анализа климатических изменений. Студенты учатся документировать результаты, создавать интерактивные визуализации (например, тепловые карты) и защищать решения перед условным "заказчиком". В рамках промежуточной аттестации представляется кейс с реальными данными ДЗЗ.

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 (утвержен 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

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)

ИНТУИТ Задачи Data Mining. Классификация и кластеризация - <https://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/166>

ИНТУИТ Методы классификации и прогнозирования. Нейронные сети - <https://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/178>

ИНТУИТ Нейронные сети. Самоорганизующиеся карты Кохонена. - <https://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/180>

Команда MS Teams "Нейронные сети" -

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3af0b4d6623ff44d78bef93a3a9e20e489%40thread.tacv2/conversations?groupId=c5f26b4d-468f-4>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса дается целостное представление об информатике, её роли в развитии общества; объектах, методах и средствах исследования, рассматривается сущность современных проблем в области информатики, перспективы развития и влияния информатики на мировоззрение общества и человека. Записи лекций в конспектах должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.</p> <p>Реализация данной дисциплины предполагает как очное, так и дистанционное форму обучения.</p>
практические занятия	<p>Виды заданий:</p> <p>1) Работа с литературой:</p> <ul style="list-style-type: none">- конспектирование источников- подготовка обзоров- анализ научных статей <p>2) Практические задания:</p> <ul style="list-style-type: none">- расчеты- работа с соответствующим ПО <p>прорешивание типовых задач</p> <p>Рекомендации:</p> <ul style="list-style-type: none">- еженедельный объем - 6-8 часов- использовать открытые данные:- вести журнал выполненных работ

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	Самостоятельные работы выполняются индивидуально на домашнем компьютере или в компьютерном классе в свободное от занятий время. Студент обязан: перед выполнением самостоятельной работы, повторить теоретический материал, пройденный на аудиторных занятиях; выполнить работу согласно заданию; по каждой самостоятельной работе представить преподавателю отчет в виде результирующего файла на внешнем носителе; ответить на поставленные вопросы.
зачет	Зачет письменный. Продолжительность 60 минут. Этапы: 1. Систематизация (2 недели): - составление перечня тем - создание глоссария - разработка схем связей 2. Углубленное изучение (1 неделя): - работа с конспектами - решение типовых задач - анализ практических работ 3. Консультационный (3 дня): - уточнение сложных вопросов - пробное тестирование - групповые обсуждения

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 05.04.03 "Картография и геоинформатика" и магистерской программе "Геоинформационные системы в науках о Земле".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
ФТД.Н.01 Нейронные сети*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 05.04.03 - Картография и геоинформатика

Профиль подготовки: Геоинформационные системы в науках о Земле

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

- Сети связи и системы коммутации: Учебное пособие / А.В.Паринов , С.В.Ролдугин , В.А.Мельник . - Воронеж: Научная книга, 2016. - 178 с. ISBN 978-5-4446-0906-4 .-Текст : электронный. - URL:<http://znanium.com/bookread2.php?book=923309> (дата обращения: 20.01.2025). -Режим доступа: по подписке
- Заяц, А. М. Беспроводные сенсорные сети в лесном хозяйстве. Построение, применение и исследование : учебное пособие для вузов / А. М. Заяц, С. П. Хабаров. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 128 с. - ISBN 978-5-507-47557-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/388982> (дата обращения: 15.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей
- Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Электронный ресурс] / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский.; Пер. с польского И.Д. Рудинского. - 2-е изд., стереотип. - М.: Горячая линия - Телеком, 2012. - Текст : электронный. - URL:<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203203.html> (дата обращения: 20.01.2025). -Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература:

- Галушкин, А.И.Нейронные сети: основы теории [Электронный ресурс] /А.И. Галушкин . - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200820.html> (дата обращения: 20.01.2025) -Режим доступа: по подписке
- Жуков, В. Г. Беспроводные локальные сети стандартов IEEE 802.11 a/b/g [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Г. Жуков. - Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2010. - 128 с. -Текст : электронный. - URL:<http://znanium.com/bookread2.php?book=463047> (дата обращения: 20.01.2025). -Режим доступа: по подписке

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
ФТД.Н.01 Нейронные сети

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

Направление подготовки: 05.04.03 - Картография и геоинформатика

Профиль подготовки: Геоинформационные системы в науках о Земле

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

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