



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Геодезический факультет
Кафедра высшей математики



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.В.06 ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ГЕОДЕЗИИ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Геодезия

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 2 года

Объем:
в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2026

Разработчики:

Профессор кафедры Высшей математики, д.т.н., профессор
Нейман Ю. М.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 938

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	28.01.2026, № 14

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Место дисциплины в структуре ОП
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
 - 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
 - 5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля
6. Оценочные материалы текущего контроля
7. Оценочные материалы промежуточной аттестации
8. Порядок проведения промежуточной аттестации
9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
 - 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
 - 9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
 - 9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
 - 9.4. Оборудование и технические средства обучения
10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - формирование у обучающихся теоретических знаний, практических умений и навыков в области разработки, обучения и интеграции современных архитектур искусственных нейронных сетей для автоматизации обработки, анализа и повышения точности интерпретации пространственно-временных геодезических данных и материалов дистанционного зондирования Земли.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучение математических основ искусственного интеллекта (ИИ), принципов функционирования нейронов, функций активации и основных архитектур нейронных сетей, применяемых для решения геопространственных задач;
- Формирование навыков сбора, критического анализа научно-технической информации и предобработки специфических геодезических данных для их подачи во входные слои нейросетей;
- Освоение специализированных библиотек глубокого обучения для проектирования и конфигурации нейросетевых моделей;
- Обучение методам математико-статистического анализа результатов работы нейросетей, расчету профессиональных метрик точности и сопоставлению полученных данных с требованиями действующих геодезических инструкций, стандартов и нормативных документов;
- 5. Приобретение практического опыта решения прикладных инженерно-геодезических задач с помощью ИИ.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обобщать, анализировать и оформлять научные результаты

ПК-1.2 Обработывает и анализирует результаты исследований и научно-техническую информацию

Знать:

ПК-1.2/Зн7 Специфику геодезических данных как входных признаков для нейронных сетей, архитектуры нейросетей, применяемые в геодезии, метрики оценки качества обучения моделей

Уметь:

ПК-1.2/Ум7 Выполнять предобработку геоданных перед подачей в нейросеть, анализировать графики функции потерь и метрик на обучающей и тестовой выборках для выявления переобучения (overfitting), интерпретировать результаты работы нейросети

Владеть:

ПК-1.2/Нв7 Навыками программирования с использованием библиотек анализа данных и глубокого обучения, методиками оценки точности обученных моделей в соответствии с геодезическими требованиями и инструкциями, опытом оформления результатов исследований в виде технических отчетов

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.06 «Применение нейронных сетей в геодезии» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 1.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
1 семестр	72	2	18	36	18	Зачет с оценкой
Всего	72	2	18	36	18	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Применение нейронных сетей в геодезии	72	18	36	18	ПК-1.2
Тема 1.1. Нейроны человеческого мозга и нейроны искусственные	4	1	2	1	
Тема 1.2. Многослойный персептрон	11	3	6	2	
Тема 1.3. Методы численной оптимизации. МНК линейный и нелинейный	11	3	6	2	
Тема 1.4. Радиально-базисные нейросети (РБНС)	13	3	6	4	
Тема 1.5. Генетический алгоритм (ГА)	8	2	4	2	
Тема 1.6. Рекуррентные нейронные сети	8	2	4	2	
Тема 1.7. Глубокое обучение и машинное обучение	17	4	8	5	
Итого	72	18	36	18	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Применение нейронных сетей в геодезии

Тема 1.1. Нейроны человеческого мозга и нейроны искусственные

Введение. Исторический обзор. Схема искусственного нейрона как простейшего процессора. Передаточные функции и их назначение. Персептрон прямого распространения

Тема 1.2. Многослойный персептрон

Методы и алгоритмы обучения нейросетей. Обучение с учителем и без учителя. Алгоритмы обучения нейронных сетей. Алгоритм обратного рас-пространения ошибки. Модификации алгоритма обратного распространения. Моделирование геоида по результатам спутникового нивелирования. Определение координат наземного потребителя по спутниковой навигации.

Тема 1.3. Методы численной оптимизации. МНК линейный и нелинейный

Валидация и ранний останов. Регуляризация по Тихонову. Регуляризация по Байесу. Начальные значения весов, метод Нгуена-Видроу (NguyenWidrow). Оценка качества полученных результатов. Вейвлетные персептроны.

Тема 1.4. Радиально-базисные нейросети (РБНС)

Обучение РБНС. Отбор полюсов РБФ (радиально-базисных функ-ций). Вейвлетные РБНС без обучения. Об аппроксимации производных. Достоинства и недостатки РБНС. Примеры успешного применения РБНС: продолжение вниз результатов аэрогравиметрии; повышение точности прогнозирования орбиты; повышение эффективности прогнозирования смещения спутниковых часов ГНСС; моделирование векторов смещений и деформации инженерных сооружений. Моделирование локального гравитационного поля с помощью СРБФ.

Тема 1.5. Генетический алгоритм (ГА)

Обзор терминологии и основных понятий. Оптимизация с помо-щью генетического алгоритма (ГА). Применения ГА для оптими-зации весов ИНС. Оптимизация параметров отражённого сигнала альтиметрии

Тема 1.6. Рекуррентные нейронные сети

Сеть LSTM (Long Short-Term Memory - Долгая Краткосрочная Па-мять). Прогнозирование орбиты спутника.

Тема 1.7. Глубокое обучение и машинное обучение

Решение краевых задач физической геодезии в виде глубоких нейросетей. Единый алгоритм приближённого решения задач физической геодезии в локальном районе. Численное решение краевой задачи Молоденского с фиксированной границей. Регрессионный анализ средствами теории вероятностей.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Решение задач

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 1 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Применение нейронных сетей в геодезии

Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 1.7. Глубокое обучение и машинное обучение

Форма контроля/оценочное средство: Решение задач

Вопросы/Задания:

1. Решите задачу

Дана схема двухслойного персептрона с заданными значениями входа и начальными значениями весов. Передаточной функцией служит сигмоида. Требуется вычислить выходной сигнал.

2. Решите задачу

Дана схема трёхслойного персептрона с заданными значениями входа и начальными значениями весов. Передаточной функцией служит гиперболический тангенс. Требуется вычислить выходной сигнал, пользуясь матричной алгеброй.

3. Решите задачу

Выполнить корректировку весовых коэффициентов в процессе обучения нейронной сети, пользуясь методом обратного распространения ошибки.

4. Решите задачу

Составить программу локального моделирования геоида по результатам спутникового нивелирования.

5. Решите задачу

Составить программу оптимизации расположения полюсов радиально-базисной нейронной сети (РБНС).

6. Решите задачу

Составить программу уточнения орбиты с помощью РБНС.

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

1 семестр, Зачет с оценкой

Вопросы/Задания:

1. Дайте определение искусственного нейрона
2. Приведите примеры передаточных функций нейрона
3. В чём состоит алгоритм обратного распространения ошибки?
4. Что такое многослойный персептрон ?
5. В чём состоит регуляризация по Байесу?
6. В чём состоит регуляризация по Тихонову?
7. В чём суть радиально-базисных нейросетей (РБНС)?
8. Как можно оптимизировать отбор полюсов РБФ?
9. Поясните назначение и смысл генетического алгоритма (ГА).
10. Как можно использовать ГА для оптимизации весов ИНС ?
11. Какие нейронные сети называются рекуррентными ?
12. Какова структура сети LSTM ?
13. Что такое глубокое обучение?
14. Что такое машинное обучение?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - Введение в нейронные сети - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 с. - 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133929.html> - Режим доступа: по подписке
2. Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети: учебник для вузов / В. С. Ростовцев. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 216 с. - 978-5-507-50568-5. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/447392> - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Соробин А. Б. Сверточные нейронные сети: примеры реализаций: учебно-методическое пособие / А. Б. Соробин. - Москва: РТУ МИРЭА, 2020. - 159 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/163853> - Режим доступа: по подписке

2. Филиппов Ф. В. Моделирование нейронных сетей глубокого обучения: учебное пособие / Ф. В. Филиппов. - Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. - 79 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/180053> - Режим доступа: по подписке

3. Терлецкий А. С. Нейронные сети и искусственный интеллект: Основы нейронных сетей на языке Python / А. С. Терлецкий, Е. С. Терleckая. - Липецк: Липецкий ГПУ, 2023. - 76 с. - 978-5-907792-40-1. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/439343> - Режим доступа: по подписке

4. Романов П. С. Системы искусственного интеллекта. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / П. С. Романов, И. П. Романова. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2026. - 140 с. - 978-5-507-54310-6. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/507390> - Режим доступа: по подписке

5. Нейронные сети в Matlab: практическое пособие / Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. - 165 с. - 978-5-906920-72-0. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/121856> - Режим доступа: по подписке

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных
Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <https://www.iprbookshop.ru/> - Онлайн библиотека

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Смешанный тип

- Интерактивная панель - 1 шт.
- Меловая доска - 4 шт.
- Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 2 шт.
- Проектор - 2 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Указания по лекционным занятиям

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные

выводы и практические рекомендации, положительный опыт в умении формулировать и получать математические факты. Желательно оставить в рабочих конспектах поля для пометок из ре-комендованной литературы, дополняющих материал прослушанной лекции, а также под-черкивающих особую важность тех или иных теоретических положений. Желательно зада-вать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, раз-решения спорных ситуаций.

Указания по практическим занятиям

Важную роль в изучении учебной дисциплины играют практические занятия. Они нацелены на закрепление лекционного теоретического материала и выработку у обучающихся умений и навыков применения полученных знаний для решения практических задач совместно с преподавателем. Перед практическим занятием целесообразно выполнить все задания, предназначенные для самостоятельного рассмотрения, изучить лекцию, соответствующую теме, подготовить ответы на вопросы по теории, разобрать примеры. Столкнувшись в ходе подготовки с недостаточно понятными моментами темы, необходимо найти ответы само-стоятельно или зафиксировать свои вопросы для постановки и уяснения их на самом семи-нарском (практическом) занятии.

На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных си-туаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные реше-ния поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по темати-ке практических занятий. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами перио-дических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения допол-нительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала.

Указания по самостоятельной работе обучающихся

Успешное освоение компетенций, формируемых дисциплиной, предполагает опти-мальное использование времени самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студента во внеаудиторное время включает:

- подготовку к текущему контролю знаний;
- выполнение контрольной работы;
- подготовку к промежуточной аттестации.

Подготовка к текущему контролю включает:

- подготовку к письменному опросу.

Текущий письменный опрос проводится в конце изучения каждого раздела и включает в себя теоретические вопросы и простые практические задания. При подготовке к письмен-ному опросу студент повторяет материал лекционных и практических занятий в соответ-ствии со списком вопросов по тематике раздела. Список вопросов предоставляет преподава-тель. В процессе самостоятельной подготовки рекомендуется выделять те вопросы и задачи или их части, которые остались непонятными, и разобрать их с преподавателем на занятии.

Основная рекомендованная литература:

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. Изд. 2, М., 2016.
2. Дударов С.П., Папаев П.Л. Теоретические основы и практическое приме-нение искусственных нейронных сетей. М., 2014.

Дополнительная литература:

Николаева С.Г. Нейронные сети. Реализация в MATLAB. Казань, 2015.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями

здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.