

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

УТВЕРЖДАЮ
И.О. декана Геологического факультета
чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Еремин/
« ___ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Геоинформационные системы в геофизике
Geographic information systems in geophysics

Авторы-составители:

Кузнецов К.М., Фадеев А.А., Лыгин И.В., Паленов А.Ю.

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геофизика

Форма обучения:
Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от ____
_____ 2022 года (протокол №__).

Год приема на обучение: 2022

© 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 курса «Геоинформационные системы в геофизике» (далее «ГИС в геофизике») является освоение студентами возможностей применения геоинформационных систем при решении геофизических задач, приобретение практических навыков при автоматизированной обработке и интерпретации геофизических данных.

Задачи - выполнение лабораторных работ с использованием современного программного обеспечения. Сбор и анализ геофизической информации. Составление базы данных по собранным материалам. Изучение возможностей и инструментов программного обеспечения для выполнения обработки и интерпретации геофизических данных.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «ГИС в геофизике» рассматриваются современные направления при работе с геолого-геофизическими базами данных, проводится проектирование геофизических работ, создание электронной геологической карты, автоматизированная обработка и интерпретация геофизических данных.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП – относится к профильному блоку вариативной части ОПОП, является курсом по выбору (факультатив). Курс – III, семестр – 5

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

базируется на знаниях по дисциплинам «Компьютерные технологии в геофизике», «Геодезия с основами космоаэросъемки», «Физика», «Вычислительная математика», «Общая геология», «Физическая география России и мира», «Введение в геофизику», «Основы гравиразведки и магниторазведки», «Структурная геология и геокартирование», «Учебная практика по гравиразведке и магниторазведке».

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
ОПК-1.Б Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).	Б.ОПК-1. И-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук естественнонаучного и математического циклов в профессиональной деятельности Б.ОПК-1. И-2. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле в профессиональной деятельности	Знать: принципы и основы географических и проекционных систем координат, векторизации, интерполяции данных в пункты равномерной сети. Уметь: применять геоинформационные системы для привязки геофизической информации, векторизации и интерполяции данных в пункты равномерной сети.
ОПК-4.Б Способен применять методы сбора, обработки и	Б.ОПК-4. И-1. Владеет навыками использования	Знать: основные способы поиска и получения, преобразования, визуализации геолого-геофизической информации.

представления полевой геологической информации для решения стандартных профессиональных задач (формируется частично).	современных методов полевых геологических работ.	Уметь: преобразовывать геофизическую информация с целью ее визуализации для дальнейшей комплексной интерпретации.
ОПК-6.Б. Способен использовать в профессиональной деятельности информационно-коммуникационные технологии, в т.ч. ГИС-технологии (формируется частично).	Б.ОПК-6. И-1. Использует знания информационно-коммуникационных технологий для решения стандартных задач профессиональной деятельности. Б.ОПК-6. И-2. Пользуется стандартными программными продуктами в области ГИС-технологий для обработки и визуализации геологических данных	Знать: основы и принципы работы в геоинформационных системах. Уметь: выбирать оптимальные геоинформационные системы и их применять при решении геолого-геофизических задач. Владеть: навыками работы с современными геоинформационными системами.

4. Объем дисциплины составляет **3** з.е., в том числе **32** академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции и семинары вместе), **76** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Раздел 1. Введение	2	2			2					
Раздел 2. Формирование базы данных геолого-геофизической информации	30	2	8		10	20				20
Раздел 3. Создание проектов геофизических работ	30	2	8		10	20				20
Раздел 4. Графическое представление и анализ геолого-геофизических данных, формирование проекта в программном комплексе ArcGIS	40	2	8		10	20		10		30
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	6	<i>Устный зачет</i>				6				
Итого	108	32				76				

Содержание лекций

Раздел 1. Введение

Краткое описание курса. Рекомендуемая литература. Обзор существующих геоинформационных систем, позволяющих решать различные задачи геофизики. Краткие исторические сведения о развитии применения ГИС-технологий в геофизике. Описание и определение основных типов информации, применяемой при картопостроении. Задачи геоинформационных систем и примеры их решения.

Обзор различных источников геологической и иной пространственной информации. Обзор геолого-геофизических баз данных. Виды и доступ к открытым базам данных геолого-геофизической информации, топографическим картам и космоснимкам. Форматы хранения информации в ГИС.

Раздел 2. Формирование базы данных геолого-геофизической информации

Основные понятия геоинформационных систем, владение которыми необходимо при решении геологических задач:

- виды инструментов различных уровней геоинформационной системы – проект, документы проекта, слои, таблицы, запросы к ним, диаграммы, легенда, просмотр, поиск, статусная строка;

- основы проектирования и создания баз данных – используемые типы данных; создание персональных баз пространственных данных; загрузка данных; точечные, линейные, полигональные объекты; создание шейп-файлов;

- визуализация данных – настройка вида карты и настройка слоя; редактирование тем; видимость, активность тем; легенда темы; типы легенд; создание символов в легенде; сохранение топологии при редактировании;

- работа с таблицами – создание, вычисление, запрос, объединение, связывание таблиц. Расчет площадей и периметров. Построение диаграмм. Запрос и анализ тем. Запрос по атрибутам. Горячие связи – связь файлом. Типы положения данных при гиперсвязи. Возможности связи с документами других программ. Тема событий, стили;

- индексы и слои аннотаций. Индексы с подложкой;

- поиск объектов по расположению относительно других объектов;

- геопроцессинг, компоновка карты;

- анализ существующих данных и проектирование оптимальной геоинформационной системы.

Раздел 3. Создание проектов геофизических работ

Знакомство с базами геолого-геофизических данных. Классификация и виды баз данных, их структура, основные инструменты для их использования.

Виды и доступ к открытым базам данных геолого-геофизической информации, топографическим картам и космоснимкам. Форматы хранения геофизической информации.

Типы географических и проекционных систем координат. Параметры систем координат, необходимые для перехода между системами координат.

Выбор системы координат проекта геофизических работ. Программные средства преобразования систем координат геолого-геофизической информации.

Координатная привязка растровых изображений по регулярной (координатной сетке) и нерегулярной (особенностям изображения) сети реперных точек. Типы трансформаций (преобразований) растровых изображений для достижения наилучшего качества привязки.

Векторизация растровых изображений (геологические и геофизические карты).

Проектирование системы наблюдения геофизических съемок по виду работ (профильные, площадные регулярные и нерегулярные, непрерывные наблюдения).

Раздел 4. Графическое представление и анализ геолого-геофизических данных, формирование проекта в программном комплексе ArcGIS

Особенности применения геоинформационных систем в геофизике.

Математический анализ данных измеренных на площади. Сопоставление разных выборок площадных данных.

Создание TIN-поверхностей. Создание наборов данных на регулярной сети (грид). Формат файла регулярной сети. Особенности создания грид-файла из нерегулярных точечных данных, анизотропных и регулярных наблюдений, представленных в каталоге. Способы гридирования, основные параметры построения гридов. Конвертация существующих данных в грид.

Приведение к формату Surfer GRD данных SRTM. Взаимосвязь представления данных на регулярной сети и растровых изображений.

Математические операции с грид-файлами. Алгебра карт.

Способы изображения наборов данных на регулярной сети. Построение контурных карт, теневые и рельефные изображения. Совмещение контурной карты с топографической картой. Вынос на карту точечных, линейных, полигональных объектов.

Создание трехмерных моделей, отображение поверхностей в различных видах, анализ поверхности. Трехмерная визуализация. Компоновка карты, экспорт, печать.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных/практических работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные опросы/работы.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

1. Дайте определение термину «Датум»;
2. Дайте определение термину «Референц-эллипсоид»;
3. Из предложенных преподавателем вариантов систем координат выберете географические системы координат;
4. Из предложенных преподавателем вариантов систем координат выберете проекционные системы координат;
5. Укажите единицы измерения координат в географических системах координат и проекционных;
6. Рассчитайте номер 6-градусной зоны проекции Гаусса-Крюгера для точки с координатами, предложенными преподавателем;
7. Рассчитайте номер 6-градусной зоны проекции UTM для точки с координатами, предложенными преподавателем;
8. Приведите три метода пересчета в точки равномерной сети;
9. Из предложенных преподавателем вариантов интерполяции выделите те, которые сохраняют значения в исходных точках равномерной сети;
10. Приведите 3 метода, интерполяции (гридирования), которые сохраняют (или НЕ сохраняют) значения в исходных точках равномерной сети.
11. Каким образом выбирается шаг при построении равномерной сети;
12. Опишите различия проекций Гаусса-Крюгера и UTM;
13. Укажите из каких элементов состоит программный комплекс ArcGIS;
14. Опишите предназначение программы ArcScene (ArcMAP, ArcToolBox);
15. Опишите, какая информация содержится в файлах типа: SHP, *.TIN, *.mxd, *.srf, *.grd, *.flt и др.
16. Опишите преимущества хранения информации в векторном виде по отношению к хранению в растровом;
17. Как выбирается сечение изолиний контурных карт геофизических параметров?

18. Оформление отчетной карты в программе ArcMap и Surfer. Обязательные элементы карт изолиний (масштаб, масштабная линейка, подписи осей, координатная сетка, информация о системе координат карты, направление на север, цветовая шкала, подписи изолиний, сечение изолиний, название и т.п.).
19. Проверить точность привязки топографической карты. Рассчитать точность привязки растрового изображения.
20. Построить карту изолиний аномалий силы тяжести в редукции Буге на море с использованием каталогов рельеф дна и суши и аномалий силы тяжести в редукции свободный воздух.
21. Построить карту изолиний подошвы осадочного чехла с использованием каталогов рельеф дна и суши и мощности слоя.
22. Рассчитать объем воды с использованием каталога рельеф дна и суши.
23. Спроектировать систему наблюдения площадной съемки заданного масштаба.
24. Выполнить перевод координат точки из географической в проекционную систему координат.
25. Построить береговую линию с использованием каталога рельефа дна и суши.

Расчетные домашние задания:

1. Поиск и сбор региональной геофизической информации;
2. Проверка координатной привязки растровых изображений;
3. Программа Surfer – создание сеточных файлов по анизотропной и нерегулярной сетям наблюдений;
4. Создание и оформление учебных электронных геофизической карт в программном комплексе ArcGIS;
5. Использование возможностей пакета программ ArcGIS для решения геофизических задач: сбор и анализ данных в едином проекте ArcMap;
6. Трехмерная визуализация геофизических данных в модуле ArcScene;

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации (зачет):

1. Геоинформационные системы (ГИС) - определение, назначение, виды. ГИС-программы. Области их применения. Примеры. Их функционал.
2. Источники информации для ГИС. Типы геоданных. Примеры геоданных в Интернете.
3. Типы систем координат. Примеры наиболее распространенных систем координат, применяемых при картопостроении.
4. Географические системы координат. Примеры наиболее распространенных систем координат.
5. Картографическая проекция: определение и типы.
6. Проекция Гаусса-Крюгера и UTM. Тип проекций. Общие и различающиеся параметры. Определение номера зоны проекции.
7. Преобразование координат из одной системы в другую. Преобразование Гельмерта. Преобразование Молоденского.
8. Масштаб и номенклатура карт.
9. Способы визуализации дискретных данных площадных наблюдений. Грид-файлы. TIN-поверхности.
10. Особенности интерполяции дискретных данных площадных наблюдений в формат регулярной прямоугольной сети (гридирование). Выбор параметров гридирования в зависимости от дискретности исходных данных.
11. Методы интерполяции данных, заданных по нерегулярным сетям, в регулярные прямоугольные (методы гридирования). Выбор оптимального метода гридирования.
12. Способы визуализации сеточных файлов. Выбор масштаба карты в зависимости от

- дискретности сеточного файла.
13. Векторное и растровое хранение информации. Преимущества и недостатки. Примеры форматов файлов.
 14. Особенности векторизации картографических изображений.
 15. Способы и инструменты координатной привязки растровых изображений.
 16. Состав пакета ArcGIS. Структура баз данных, типы данных.
 17. Оформление отчетной карты в программе ArcMap и Surfer. Обязательные элементы карт изолиний.
 18. Оценка точности привязки растрового изображения.
 19. Построение карт изолиний по каталогам данных. Выбор параметров. Обязательные элементы.
 20. Проектирование систем наблюдения площадных и профильных съемок заданного масштаба.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания основных способов получения, преобразования, визуализации геолого-геофизической информации (письменный или устный опрос)	Знания отсутствуют	Систематические или общие, но не структурированные знания
Умения преобразовывать геолого-геофизическую информация с целью ее визуализации для дальнейшей комплексной интерпретации (письменный или устный опрос)	Умения отсутствуют	Успешное умение или в целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера
Навыки работы с современными геоинформационными системами при проектировании и проведении геофизических работ, обработке и интерпретации геофизических данных (письменный или устный опрос)	Навыки владения отсутствуют	Владение навыками

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Коротаев М.В., Правикова Н.В. Геоинформационные системы в геологии: учебное пособие – М.: «КДУ», «Университетская книга», 2021 – 118 с.
2. Коротаев М.В., Правикова Н.В., Аплеталин А.В. Информационные технологии в геологии: учебное пособие – М.: «КДУ», 2012 – 289 с.

- дополнительная литература:

1. ДеМерс М.Н. Географические Информационные системы (основы) – М.: «Дата+», 1999
2. Глазунов В.В., Ефимова Н.Н., Марченко А.Г. Геоинформационные системы: учебное пособие. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) СПб. 2002.
3. Колмогоров В.Г. Основы геодезии и топографии: учебное пособие. НГУ. Новосибирск. 2004.
4. Кузнецов О.Л., Никитин А.А., Черемисина Е.Н. Геоинформационные системы. Учебник для вузов. – М.: ВНИИГеосистем, 2005;

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

- Пакет программ ArcGIS (с подключенными расширениями ArcMap, ArcScene, ArcCatalog. Используемые модули: GeoProcessing, 3d Analyst, Spatial Analyst). Версия пакета 10.0 или выше;
- Программы: GoogleEarth, SatMap, SasPlanet, Geosoft Oasis Montaj, ConcordShell, OziExplorer, Golden Software – Surfer (версия 10 или выше), MapEdit;
- Пакет программ Microsoft Office (версия 2007 и выше);

- нелицензионные

- Специальные вычислительные и логические компьютерные программы, созданные сотрудниками и преподавателями кафедры геофизических методов исследований земной коры Геологического факультета МГУ.

В) Материально-технического обеспечение:

Помещения – компьютерный класс, рассчитанный на группу из 45 учащихся;

Оборудование – персональные компьютеры, мультимедийный проектор, экран, выход в Интернет.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели:

Ответственный за курс — Кузнецов Кирилл Михайлович.

Преподаватели: Кузнецов К.М., Фадеев А.А., Лыгин И.В., Паленов А.Ю.

11. Разработчики программы: Кузнецов К.М., доцент; Фадеев А.А., ассистент; Лыгин И.В., доцент; Паленов А.Ю., ассистент.