

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.Ерёмин/
« ___ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Комплексный анализ и интерпретация геолого-геофизических данных Comprehensive analysis and interpretation of geological and geophysical data

Авторы-составители: Никитин А.А., Булычев А.А., Лыгин И.В., Соколова Т.Б.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Магистерская программа

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 магистратуры*).

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 «Комплексный анализ и интерпретация геолого-геофизических данных» является – ознакомление студентов с последовательностью развития идей и способов комплексного анализа и интерпретации геолого-геофизических данных, знакомство с геоинформационными системами и технологией комплексного анализа.

Задачи - освоение основных алгоритмов комплексного анализа геолого-геофизических данных; изучение основных методик количественной комплексной интерпретации.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «Комплексный анализ и интерпретация геолого-геофизических данных» излагаются основные методы комплексного анализа и интерпретации геолого-геофизических данных: математические модели комплексного анализа и интерпретации, атрибутный анализ геофизических полей, алгоритмы комплексного анализа при наличии и отсутствии эталонных объектов, метод главных компонент для решения задач классификации и энергетической фильтрации. Рассматривается математическая задача количественной интерпретации геоданных, методика построения слоистых и блоково-слоистых моделей глубинного строения земной коры, а также основные существующие геоинформационные системы.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП – вариативная часть, профессиональный блок, обязательная дисциплина. Курс – II, семестр – 3.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

обучающийся должен владеть базовыми естественно-научными, математическими и профессиональными знаниями в объеме вступительного экзамена в магистратуру, а также знаниями дисциплин «Общая геология», «Геофизические методы исследования», «Теория геофизических полей», «Комплексирование геофизических методов» и другие, в зависимости от выбора модуля подготовки.

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-2.М Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач (формируется частично).	ММ.ОПК-2. И-1. Определяет цель, задачи, обосновывает актуальность и разрабатывает логическую схему проекта в профессиональной области. ММ.ОПК-3. И-2. Формулирует методику решения исследовательских задач на основе классических	Знать: основные принципы комплексирования, особенности современных методов, подходов и технологий качественной и количественной интерпретации данных геофизических методов с учетом петрофизической и геологической обстановки. Уметь: выбрать и обосновать оптимальный комплекс методов исследования; последовательность методов и процедур интерпретации комплекса геолого-геофизических данных, обеспечивающую эффективное решение поставленной задачи (геологической, поисковой,

	<p>подходов и инновационных идей геологических и смежных наук.</p>	<p>геотехнической и пр.), реализуемое в комплексе геолого-геофизических методов исследования.</p>
<p>ОПК-5.ММ Способен использовать современные вычислительные методы и компьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ММ.ОПК-5. И-1. Выбирает способы обработки данных и программные средства для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности. М.ОПК-5. И-2. Использует ГИС-технологии для решения профессиональных задач. М.ОПК-5. И-3. Использует компьютерные, в т.ч. ГИС-технологии для представления результатов исследований.</p>	<p>Знать: особенности современных методов, подходов и технологий качественной и количественной интерпретации геофизических данных, обеспечивающих максимальный учет геологических параметров объекта. Уметь: активно использовать и модернизировать современные средства и технологии комплексной интерпретации геолого-геофизических данных; выбрать и обосновать последовательность методов и технологий комплексной интерпретации, обеспечивающую эффективное решение поставленной задачи (геологической, геотехнической, поисковой и пр.); построить наглядные результативные модели.</p>
<p>МПК-1 Способен самостоятельно ставить задачи научных и практических исследований в области геофизики, а также решать их с использованием современных подходов к проведению геофизических наблюдений, обработке данных, решению прямых и обратных задач, геологической интерпретации результатов</p>	<p>МПК-1. И-1 Определяет цели и задачи геофизических исследований. МПК-1. И-2 Владеет методами проведения геофизических наблюдений и обработки данных. МПК-1. И-3 Знает основы решения прямых и обратных задач геофизики, геологической интерпретации данных.</p>	<p>Знать: современные методы обработки и интерпретации комплексной геологической, гравиметрической, магниторазведочной и электроразведочной информации, формальные и неформальные способы учета априорной геологической информации, применяемые при решении сложных геологических задач. Уметь: творчески, с учетом особенностей геологического объекта и задач и стадии исследований, использовать современные методы обработки и интерпретации геофизических данных, выбрать оптимальную методику комплексного анализа геоданных и применить ее для решения конкретной геолого-геофизической задачи, строить</p>

		наглядные и геологически значимые результативные 2Д и 3Д решения (разрезы и объемные модели).
--	--	---

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (8 часов – занятия лекционного типа, 20 часов – занятия семинарского типа), 44 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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 Форма промежуточной аттестации по дисциплине	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	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Тема 1. Введение.	5	1			1	4	4
Тема 2. Основные алгоритмы комплексного анализа геоданных.	10	2		4	6	4	4
Тема 3. Количественная комплексная интерпретация геоданных.	11	1		4	5	6	6
Тема 4. Комплексная интерпретация гравитационных и магнитных полей	9	1		4	5	4	4
Тема 5. Методика построения согласованных физико-геологических моделей земной коры Контрольный опрос.	11	1		4	5	6	6
Тема 6. Геоинформационные системы Контрольный опрос.	9	1		2	3	6	6
Тема 7. Перспективы развития новых математических методов и геоинформационных систем при решении задач комплексного анализа и количественной интерпретации геолого-геофизических данных.	7	1		2	3	4	4
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	10	<i>Письменный экзамен</i>				10	
Итого	72	28				44	

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Введение.

История создания методов комплексного анализа и интерпретации геолого-геофизических данных. Развитие геоинформационных систем и технологий комплексного анализа и интерпретации данных. Математические модели комплексного анализа и количественной комплексной интерпретации.

Тема 2. Основные алгоритмы комплексного анализа геоданных.

- Атрибутный анализ геофизических полей. Расчеты атрибутов волновых и потенциальных полей в скользящих окнах «живой» формы статистических, спектральных, корреляционных и градиентных. Размеры окна для вычисления состоятельных и эффективных оценок атрибутов. Информативность атрибутов и ее оценка при решении задач геологического картирования и поисков. Атрибуты для волновых и потенциальных полей.

- Основные алгоритмы комплексного анализа геоданных при наличии эталонных объектов: логические, регрессионные (нейронные регрессионные сети), проверки статистических гипотез (байесовский подход) и вероятностные нейронные сети. Оценка качества методов распознавания образов. Примеры применения.

- Основные алгоритмы классификации геофизических полей при отсутствии эталонных объектов: метод главных компонент, метод К-средних и его модификации. Оценка качества проведенной классификации. Методики расчетов по алгоритмам классификации. Примеры применения.

- Метод главных компонент при решении задач классификации с учетом корреляционных связей между полями и их атрибутами по всей площади наблюдений или в пределах временного разреза. Математическая и физическая идентичность метода главных компонент и энергетической фильтрации. Алгоритм многопризнаковой (многоатрибутной) энергетической фильтрации и результаты его применения при обработке потенциальных и волновых полей.

Тема 3. Количественная комплексная интерпретация геоданных.

Математическая постановка задач количественной комплексной интерпретации по определению геометрических и физических параметров искомым объектов. Понятие о согласованных физико-геологических моделях. Количественные оценки адекватности физико-геологических моделей реальной среде.

Тема 4. Комплексная интерпретация гравитационных и магнитных полей.

Методика комплексной интерпретации гравитационного и магнитного полей на основе их трансформации в нижнее полупространство, включающая:

- пересчеты полей в нижнее полупространство по алгоритмам Б.А. Андреева, А.В. Петров, И.М. Приезжева с построением разрезов эффективных значений плотности и намагниченности;

- расчет коэффициента ранговой корреляции эффективных значений физических параметров в скользящем 3D-окне;

- геометризация глубинного разреза по аномальным значениям коэффициента ранговой корреляции;

- задачи априорной плотностной (магнитной) модели и перевод эффективных значений физических параметров в их «истинные» значения;

- оценка вещественного состава пород по значениям плотности и намагниченности с привлечением имеющихся значений скорости и проводимости.

Тема 5. Методика построения согласованных ФГМ земной коры.

Методика сеточного моделирования при построении слоистых и слоисто-блоковых моделей глубинного строения земной коры, включающих: использование карт глубин залегания поверхностей по данным ГСЗ, КМПВ и др. методов, задание априорной плотностной (магнитной) модели и ее коррекция путем линейной интерполяции

- расчет физических параметров между слоями, создание сети точечных источников по разрезу с дальнейшим решением прямой задачи и расчетом невязки между наблюдаемыми и модельными данными;

- возможности интеграции детерминированного и вероятностно-статистического подхода для количественной комплексной интерпретации.

Технология построения согласованных ФГМ земной коры по данным комплекса глубинной сейсморазведки, МТЗ, грави- и магниторазведки масштаба 1:200000.

Тема 6. Геоинформационные системы.

Современные геоинформационные системы и технологии комплексного анализа и количественной комплексной интерпретации геолого-геофизических данных (ГИС-ПАРК, ГИС-ИНТЕГРО GCIS, СЭВР, СОМИНТЕР, СИГМА-3D, ПАНГЕЯ, КОСКАД-3D, Geo Frame, Petrel и др.).

Тема 7. Перспективы развития новых математических методов и геоинформационных систем. Перспективы развития новых математических методов и геоинформационных систем в аспекте комплексирования геолого-геофизических данных. Актуальные направления модернизации геоинформационных систем; Российские и зарубежные тенденции. Возможности генетических алгоритмов и экспертных систем.

План проведения семинаров.

1. Обсуждение современных алгоритмов комплексного анализа геолого-геофизических данных.
2. Основы количественной интерпретации данных комплекса методов.
3. Особенности и эффективность комплекса данных гравиразведки и магниторазведки.
4. Обсуждение методик построения физико-геологических моделей.
5. Анализ примеров практического применения комплексного подхода к интерпретации данных.
6. Геоинформационные системы: назначение, сопоставление возможностей, преимущества и недостатки.
7. Геологическая интерпретация – построение результативных моделей по данным комплекса методов.

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

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

Для стимулирования самостоятельной работы студентов и оценки текущей успеваемости в течение семестра проводятся три письменные контрольные работы. Успешно написавшие контрольные работы студенты допускаются к экзамену.

Примерный перечень типовых вопросов (тестов) для проведения текущего контроля (контрольные работы):

1. Понятие комплексного анализа геолого-геофизических данных. Математические модели комплексного анализа и количественной интерпретации.
2. Атрибутный анализ геофизических полей. Расчеты атрибутов волновых и потенциальных полей в скользящих окнах «живой» формы.
3. Основные алгоритмы комплексного анализа геоданных при наличии эталонных объектов. Примеры применения.
4. Основные алгоритмы классификации геополей при отсутствии эталонных объектов: метод главных компонент, метод К-средних и его модификации. Примеры применения.
5. Метод главных компонент при решении задач классификации с учетом корреляционных связей между полями и их атрибутами по всей площади наблюдений или

в пределах временного разреза. Сравнение методов главных компонент и энергетической фильтрации.

6. Алгоритм многопризнаковой (многоатрибутной) энергетической фильтрации и результаты его применения при обработке потенциальных и волновых полей.

7. Математическая постановка задач количественной комплексной интерпретации по определению геометрических и физических параметров целевых объектов.

8. Понятие о согласованных физико-геологических моделях. Количественные оценки адекватности физико-геологических моделей реальной среде.

9. Методика комплексной интерпретации гравитационного и магнитного полей на основе пересчета полей в нижнее полупространство (алгоритмы Б.А. Андреева, А.В. Петрова, И.М. Приезжева).

10. Методика комплексной интерпретации гравитационного и магнитного полей на основе расчета коэффициента ранговой корреляции эффективных значений физических параметров в скользящем 3D-окне. Геометризация глубинного разреза по аномальным значениям коэффициента ранговой корреляции.

11. Задачи априорной плотностной (магнитной) модели и перевод эффективных значений физических параметров в их «истинные» значения.

12. Оценка вещественного состава пород по значениям плотности и намагниченности с привлечением имеющихся значений скорости и проводимости.

13. Методика сеточного моделирования при построении слоистых и слоисто-блоковых моделей глубинного строения земной коры на основе данных ГСЗ, КМПВ и др. методов, задание априорной плотностной (магнитной) модели и ее коррекция путем линейной интерполяции.

14. Методика сеточного моделирования при построении слоистых и слоисто-блоковых моделей глубинного строения земной коры. Расчет физических параметров между слоями, создание сети точечных источников по разрезу с дальнейшим решением прямой задачи и расчета невязки между наблюдаемыми и модельными данными.

15. Интеграция детерминированного и вероятностно-статистического подхода для количественной комплексной интерпретации геоданных.

16. Технология построения согласованных ФГМ земной коры по данным комплекса глубинной сейсморазведки, МТЗ, грави- и магниторазведки масштаба 1:200000. Примеры ее использования по геотраверсам на территории Восточной Сибири.

17. Технологии «прямого» прогноза углеводородов по данным комплексного анализа атрибутов временного сейсмического разреза, потенциальных и электромагнитных полей. Возможности подтверждения абиогенной гипотезы образования ловушек углеводородов.

18. Геоинформационные системы и технологии комплексного анализа и количественной комплексной интерпретации геолого-геофизических данных.

19. Перспективы развития новых математических методов и геоинформационных систем при решении задач комплексного анализа и количественной интерпретации геолого-геофизических данных. Возможности генетических алгоритмов и экспертных систем.

Примерный перечень тем рефератов:

1. Атрибутный анализ волновых и потенциальных полей
2. Нейронные (регрессионные и вероятностные) сети для анализа геолого-геофизических данных.
3. Алгоритмы классификации полей при отсутствии и наличии эталонных объектов.
4. Методики комплексного анализа гравитационного и магнитного полей.
5. Методики построения физико-геологических моделей строения земной коры по комплексу геолого-геофизических данных.

6. Возможности прямого прогноза наличия углеводородов по комплексу геоданных.
7. Геоинформационная система и технология комплексного анализа и количественной комплексной интерпретации геолого-геофизических данных (ГИС-ПАРК, ГИС-ИНТЕГРО GCIS, СЭВР, СОМІNTER, СИГМА-3Д, ПАНГЕЯ, КОСКАД-3д Geo Frame, Petrel и др.).
8. Геоинформационная система и технология комплексного анализа и количественной комплексной интерпретации геолого-геофизических данных Petrel.
9. Геоинформационные системы и технологии комплексного анализа и количественной комплексной интерпретации геолого-геофизических данных ГИС-ПАРК и ГИС-ИНТЕГРО.
10. Геоинформационные системы и технология комплексного анализа и количественной комплексной интерпретации геолого-геофизических данных СИГМА-3Д и КОСКАД-3д.

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

Примерный перечень типовых вопросов при промежуточной аттестации (экзамене):

1. Атрибутный анализ геофизических полей. Расчеты атрибутов волновых и потенциальных полей в скользящих окнах «живой» формы статистических, спектральных, корреляционных и градиентных.
2. Основные алгоритмы классификации геополей на однородные области при отсутствии эталонных объектов: метод главных компонент, метод К-средних и его модификации. Оценка качества проведенной классификации. Методики расчетов по алгоритмам классификации. Примеры применения.
3. Метод главных компонент при решении задач классификации с учетом корреляционных связей между полями и их атрибутами по всей площади наблюдений или в пределах временного разреза. Математическая и физическая идентичность метода главных компонент и энергетической фильтрации.
4. Математическая постановка задач количественной комплексной интерпретации по определению геометрических и физических параметров искомым объектов.
5. Понятие о согласованных физико-геологических моделях. Количественные оценки адекватности физико-геологических моделей реальной среде. Методика комплексной интерпретации гравитационного и магнитного полей на основе расчета коэффициента ранговой корреляции эффективных значений физических параметров в скользящем 3D-окне. Геометризация глубинного разреза по аномальным значениям коэффициента ранговой корреляции.
6. Оценка вещественного состава пород по значениям плотности и намагниченности с привлечением имеющихся значений скорости и проводимости.
7. Методика сеточного моделирования при построении слоистых и слоисто-блоковых моделей глубинного строения земной коры. Расчет физических параметров между слоями, создание сети точечных источников по разрезу с дальнейшим решением прямой задачи и расчета невязки между наблюдаемыми и модельными данными.
8. Интеграция детерминированного и вероятностно-статистического подхода для количественной комплексной интерпретации геоданных.
9. Технологии «прямого» прогноза углеводородов по данным комплексного анализа атрибутов временного сейсмического разреза, потенциальных и электромагнитных полей. Возможности подтверждения абиогенной гипотезы образования ловушек углеводородов.
10. Перспективы развития новых математических методов и геоинформационных систем при решении задач комплексного анализа и количественной интерпретации геолого-геофизических данных. Возможности генетических алгоритмов и экспертных систем.

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

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: Знания: принципов оптимального комплексирования; цели и задачи комплексирования; основные алгоритмы и методику комплексного анализа геоданных	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения (устный опрос) целенаправленно, с учетом конечной геологической задачи и масштаба исследований, собрать необходимый данные, выбрать оптимальную методику комплексного анализа геоданных и применить ее для решения конкретной геолого-геофизической задачи.	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.
Навыки (владения, опыт деятельности (устный опрос)) методами сбора информации, методами комплексного анализа геоданных и способами наглядного изображения результатов.	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных элементов	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Никитин А.А., Хмелевской В.К. Комплексирование геофизических методов: учебник для вузов. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: ВНИИгеосистем, 2012. 346 с.
2. Никитин А.А., Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизической информации: учебное пособие. – 3-е изд., доп. – М.: ВНИИгеосистем, 2013. 118 с.
3. Черемисина Е.Н., Никитин А.А. Геоинформационные системы и технологии: учебник для вузов. – М.: ВНИИгеосистем, 2011. 376 с.
4. Черемисина Е.Н., Никитин А.А. Системный анализ в природопользовании: учебное пособие для вузов. – М.: ВНИИгеосистем, 2014. 117 с.

- дополнительная литература:

1. Андреев Б.А., Клушин И.Г. Геологическое истолкование гравитационных аномалий. Л.: Недра, 1965. 405 с.
2. Гвишиани А.Д., Диаман М., Михайлов В.О. и др. Алгоритмы искусственного интеллекта для кластеризации магнитных аномалий // Физика Земли. 2002. № 7. С. 13-28.
3. Гольцман Ф.М. Статистические модели интерпретации. М.: Наука, 1971. 327 с.
4. Гольцман Ф.М., Калинина Т.Б. Статистическая интерпретация магнитных и гравитационных аномалий. Л.: Недра, 1983. 248 с.

5. Никитин А.А. Использование статистической теории обнаружения сигналов для выделения слабых геофизических аномалий // Изв. вузов. Геология и разведка. 1977. № 6. С. 77-87.
6. Петров А.В., Трусков А.А. Компьютерная технология статистического и спектрально-корреляционного анализа трехмерной геоинформации КОСКАД 3D // Геофизика. 2000. № 4. С. 29-33.
7. Приезжев И.И. Уточнение геологической модели по данным гравитационного поля на основе критериальных методов решения обратных задач // Геофизика. 2010. № 1. С. 65-68.
8. Серкерев С.А. Корреляционные методы анализа в гравиразведке и магниторазведке. М.: Недра, 1986. 247 с.
9. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А. Нейросетевой метод магнитотеллурического мониторинга геоэлектрических параметров среды на основе неполных данных // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2008. № 1. Вып. 11. С. 171-176.
10. Элланский М.М. Петрофизические связи и комплексная интерпретация данных промысловой геофизики. М.: Недра, 1978. 254 с.

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

1. Программный комплекс **Coscad 3D** авторы: А. А. Никитин, А. В. Петров, А. С. Алексахин.
2. Программный комплекс **Geosoft Oasis montaj** (Версия 7 и выше).
3. Программы **Golden Software – Surfer** (версия 10 или выше) и **Golden Software – Grapher** (версия 6 или выше);

- нелицензионное и свободного доступа

1. пакет программ **Open Office**;

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
- Базы, реестры, справочники (свободный доступ, подписки)

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

1. Поисковая система научной информации www.scopus.com
2. Электронная база научных публикаций www.webofscience.com
3. Метод спутниковой альтиметрии
<http://www.wdcb.ru/ALTIM/Russian/Presentation/Slid003.htm>
4. National Aeronautic and Space Administration website. For Students
<http://www.nasa.gov/audience/forstudents> / <http://www.nasaimages.org>
5. David P. Stern “Teaching about the Earth’s Magnetism in Earth Sciences Class. 2000
<http://www-spof.gsfc.nasa.gov/Education/NSTA1C.htm>
6. Комплекс цифровой обработки и спектрально-статистического анализа – «КОСКАД» <http://www.coscad3d.ru>
7. Оазисмонтаж (Oasis montaj™) <http://www.geosoft.com/pinfo/oasismontaj/index.asp>
8. Система обработки данных «Petrel»
<http://www.oil-gas.ru/catalog/group/product/?2687>
9. Обновляемый курс лекций и комплект учебных геологических карт на сайте
<http://wiki.web.ru/wiki/>.

Д) Материально-технического обеспечение:

Учебный компьютерный класс, оснащенный мультимедийным проектором и учебной доской. Персональные компьютеры, оснащенные необходимыми стандартными и специальными прикладными программами.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели: Ответственный за курс — Лыгин Иван Владимирович (доцент), преподаватели: Булычев А.А., Лыгин И.В., Куликов В.А.

11. Разработчики программы: Никитин Алексей Алексеевич – профессор, Булычев Андрей Александрович – профессор, Лыгин Иван Владимирович – доцент, Соколова Татьяна Борисовна – старший научный сотрудник.