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

УТВЕРЖДАЮ
Декан геологического
факультета, чл.-корр. РАН
Еремин Н.Н.
«25» сентября 2025 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ (ФОС)

для оценивания результатов обучения
по дисциплине (модулю):

Теоретические основы обработки геофизических сигналов

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Москва 2025

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория геофизических полей» разработан на основе ОС по направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденного приказом по МГУ от 30.12.2016 № 1674 (в действующей редакции).

1. Требования к результатам освоения дисциплины «Теория геофизических полей»

№	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций		
				Знать	**Уметь**	**Владеть**
1	**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 естественно-научного и математического циклов в профессиональной деятельности	Принципы детерминированного и вероятностно-статистического подходов; основные приемы изучения спектральных и корреляционных свойств полей; основы теории статистических решений для выделения слабых сигналов	Обрабатывать данные в компьютерных системах; использовать результаты обработки геоданных при решении геологических задач; формулировать требования к приемам обработки, их параметрам и условиям их оптимального применения	Основными приемами обработки данных; программным обеспечением; эффективными приемами анализа результатов обработки при решении геологических задач
2	**ОПК-3.Б.**	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично)	**Б.ОПК-3. И-3.** Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности	Основные подходы и приемы анализа и обработки геофизических данных; основные стандартные процедуры обработки данных геофизических методов	Обрабатывать данные в компьютерных системах; использовать результаты обработки для решения стандартных задач	Основными приемами обработки данных; стандартным программным обеспечением; приемами анализа и оценки

			в соответствии с профилем подготовки.			качества результатов обработки
3	**ПК-2.Б.**	Способен в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в получении и интерпретации информации (в соответствии с профилем подготовки) (формируется частично)	**Б.ПК-2. И-2.** Владеет навыками по обработке полученных результатов согласно требованиям, принятым в профессиональном сообществе.	Основные требования к результатам обработки геофизических данных и их представлению для последующей интерпретации	Обрабатывать данные в соответствии с принятыми требованиями и особенностями решаемых стандартных задач	Стандартными приемами обработки, визуализации и интерпретации данных геофизических методов

2. Оценочные средства текущего контроля и самостоятельной работы

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных (на семинарах и самостоятельно) практических работ, защите рефератов и результатов самостоятельных факультативных работ по следующим темам:

1. Проверка принадлежности выборок значений кажущегося сопротивления к одной генеральной совокупности для данных площадных электротомографических измерений.
2. Практическое использование статистических характеристик кажущегося сопротивления для выполнения первичной обработки данных электротомографии.
3. Оценка качества результатов двумерной инверсии данных электротомографии для основного и робастного вариантов.
4. Влияние изменения пространства анализируемых статистических атрибутов (признаков) на увеличение достоверности комплексной интерпретации данных методов естественного поля и электропрофилирования.
5. Выявление формы и силы корреляционных связей между результатами измерений методов естественного поля и электропрофилирования для построения пространства классов методом общего расстояния.
6. Практическое применение алгоритмов основанных на проверке статистических гипотез для классификации данных электротомографии.
7. Оценка радиуса корреляции и практические результаты использования при обработке и совместной интерпретации площадных данных методов электротомографии и естественного поля.
8. Применение корреляционных методов преобразования аномалий для удаления ураганных отскоков из данных электротомографии.
9. Анализ результатов применения метода остаточной составляющей поля для устранения эффектов от приповерхностных неоднородностей, неработающих электродов и сбоев аппаратуры в методе электротомографии.
10. Практическая реализация метода разделения геофизических аномалий и его применение для первичной обработки данных электротомографии.
11. Практические результаты применения дисперсионного анализа для изучения трендов в данных электротомографии.
12. Описание применения факторного анализа к результатам двумерной инверсии данных электротомографии с целью выявления факторов, влияющих на ошибки в оценке мощностей слоев.
13. Практические результаты оценки возможности использования автокорреляционной функции для

анализа данных площадных электротомографических измерений.

14. Результаты исследования связи амплитуды аномалии и значений автокорреляционной функции для качественного определения интервала корреляции.
15. Построение и анализ зависимостей значений интервала корреляции от протяженности и амплитуды аномалии.
16. Применение взаимно корреляционной функции при обработке данных площадной электротомографии.
17. Разложение измерений методом азимутального электропрофилирования на круговые гармоники.
18. Проявление в спектральных характеристиках влияния анизотропии, двумерных и трехмерных неоднородностей.
19. Практические результаты расчетов спектров для оценки шага наблюдений по профилю.
20. Оценка шага измерений по азимутам для проведения круговых наблюдений при изучении анизотропии линейными и нелинейными электроразведочными установками.
21. Практическая реализация линейной фильтрации данных геофизических методов.
22. Практические примеры применения оптимальной фильтрации для разделения гистограмм сложной формы.
23. Оценка количества коэффициентов линейного фильтра для выявления аномалий.
24. Определение формы и длины линейного фильтра для проведения фильтрации данных.
25. Анализ возможностей процедуры сглаживания и линейной фильтрации данных потенциальных методов для выявления разнопериодных аномалий.
26. Практические расчеты и применение фильтра воспроизведения.
27. Реализация линейной фильтрации для экстраполяции данных и нахождение коэффициентов фильтра прогнозирования.
28. Результаты расчетов и практическое применение энергетического отношения сигнал-помеха.
29. Сравнение результатов применения оптимальных фильтров к одной реализации данных.
30. Практическое применение межпрофильной корреляции данных.
31. Результаты реализации адаптивной фильтрации полевых измерений методом электротомографии.
32. Изучение возможностей использования непараметрических критериев для оценки качества обработки данных электротомографии.
33. Практические примеры применения теории распознавания образов для построения процедур обработки данных профильных и площадных измерений.
34. Построение и применение эвристических алгоритмов классификации для районирования площади исследований комплексом геофизических методов.
35. Результаты применения корреляционного алгоритма классификации для комплекса статистических признаков.
36. Применение алгоритма классификации методом К-средних для выявления искажений данных электрической томографии влиянием приповерхностных неоднородностей, помехами и ураганными значениями.
37. Результаты практического применения алгоритма классификации площадных данных на основе проверки статистических гипотез.
38. Построение и практические расчеты взаимно корреляционных функций для разделения сигналов по разным направлениям.
39. Результаты расчетов и анализ спектров дискретно заданных сигналов (аномалий) с использованием быстрого преобразования Фурье.
40. Построение, расчет и применение оптимальных фильтров при заданных значениях автокорреляционных функций сигналов и помех.
41. Сравнительный анализ оптимальных фильтров, их характеристик и результатов фильтрации для нескольких типов сигналов и помех.
42. Разделение сигналов по разным направлениям с применением самостоятельно рассчитанной взаимно корреляционной функции.
43. Результаты и анализ расчетов спектров дискретно заданного сигнала и автокорреляционных функций.
44. Результаты расчетов линейных фильтров для подавления заданной области частот.
45. Изучение частотных характеристик двумерных линейных фильтров.
46. Анализ результатов применения вейвлет-преобразования с использованием различных порождающих вейвлетов.
47. Практические расчеты по способам обратных вероятностей, межпрофильной корреляции и самонастраивающейся фильтрации с использованием системы КОСКАД-3D.

48. Расчеты комплексного параметра и проведение кластерного анализа с использованием системы КОСКАД-3D. Описание, анализ результатов, выводы.

Примеры вопросов на контрольных работах

- Фильтр Колмогорова-Винера и его применение.
- Согласованный фильтр и его применение
- Энергетический фильтр и его применение
- Основные приемы выделения регионального тренда и локальных аномалий.
- Частотные характеристики оптимальных фильтров.

3. Оценочные средства по промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Спектры дискретно заданного сигнала.
2. Спектры непрерывного периодического сигнала.
3. Спектры непрерывного апериодического сигнала.
4. Спектры стационарного случайного сигнала.
5. Спектры основных преобразований в грави-магниторазведке.
6. Свойства преобразований Фурье.
7. Применение спектрального анализа в геофизике.
8. Синтез сигналов по их спектрам.
9. Математическая модель геофизического поля. Понятие о сигнале и помехе.
10. Понятие о линейной фильтрации. Свертка.
11. Построение фильтров для заданного диапазона частот.
12. Z-образование и построение рекурсивного фильтра
13. Двумерная фильтрация геофизических сигналов.
14. Фильтр Колмогорова-Винера и его применение.
15. Согласованный фильтр и его применение
16. Энергетический фильтр и его применение
17. Основные приемы выделения регионального тренда и локальных аномалий.
18. Частотные характеристики оптимальных фильтров.
19. Автокорреляционная функция и ее применение.
20. Взаимно корреляционная функция и ее применение
21. Основные типы АКФ и их спектры.
22. Двумерные корреляционные функции и их применение.
23. Корреляция и регрессия.
24. Корреляционно-регрессионный анализ и его применение.
25. Дисперсионный анализ и его применение.
26. Метод главных компонент и его применение.
27. Понятие о среднем риске. Вероятности ошибок I и II рода.
28. Критерии принятия статистических решений.
29. Надежность обнаружения сигнала и ее применение
30. Способ обратных вероятностей.
31. Способ межпрофильной (межтрассовой) корреляции сигналов.
32. Способ самонастраивающейся фильтрации сигналов.
33. Вейвлет-преобразование.

Шкала и критерии оценивания

Результаты обучения, *соответствующие виды оценочных средств*	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания основ детерминированного и вероятностно-статистического подходов; приемов анализа спектральных и корреляционных свойств полей; основ корреляционно-регрессионного, дисперсионного и факторного анализов и решаемых с их применением геологических задач; алгоритмов линейной фильтрации полей; основ теории статистических решений для выделения слабых сигналов (письменный или устный опрос)	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические-знания
Умения обрабатывать данные в компьютерных системах; использовать результаты обработки геоданных при решении геологических задач; формулировать требования к приемам обработки данных в соответствии с решаемой задачей (письменный или устный опрос)	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает непринципиальные неточности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное умение
Навыки владения основными приемами обработки данных; специальным программным обеспечением; эффективными приемами анализа результатов обработки при решении геологических задач (письменный или устный опрос)	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки	Свободное владение и использование

Разработчик: доц. Большаков Д.К.