

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.10.2023 17:42:35
Уникальный программный ключ:
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"

(МГРИ)

Теоретические основы обработки геофизической информации

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Геофизики**

Учебный план b010304_22_PM22.plx
Направление подготовки 01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 50,35
самостоятельная работа 30,65
часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:
экзамены 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	17			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	32	32	32	32
Иные виды контактной работы	2,35	2,35	2,35	2,35
В том числе инт.	15		15	
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	30,65	30,65	30,65	30,65
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	108	108	108	108

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Освоение современных методов обработки геолого-геофизической информации методами вероятностно-статистического подхода. Wtkb
-----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Алгоритмизация вычислений при решении задач прикладной геофизики
2.1.2	Теория вероятностей и математическая статистика
2.1.3	Введение в специализацию
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Геоинформатика
2.2.2	Математическое моделирование в геофизике
2.2.3	Математическое моделирование
2.2.4	Методы кластерного анализа и распознавания образов многопризнаковых геофизических данных

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен использовать стандартные пакеты прикладных программ, отлаживать и тестировать прикладное программное обеспечение для решения прикладных задач, в том числе в геологии и геофизике

Знать:

Уровень 1	Знать компьютерную технологию КОСКАД 3D
Уровень 2	Уметь применять алгоритмы компьютерной технологии КОСКАД 3D
Уровень 3	Уметь применять алгоритмы компьютерной технологии КОСКАД 3D

Уметь:

Уровень 1	Уметь использовать сервисные функции компьютерной технологии КОСКАД 3D
Уровень 2	Уметь использовать графические функции компьютерной технологии КОСКАД 3D
Уровень 3	Уметь использовать фильтрационные функции компьютерной технологии КОСКАД 3D

Владеть:

Уровень 1	Методами фильтрации
Уровень 2	Методами обнаружения
Уровень 3	Методами классификации

ПК-6: Способен применять знания и навыки управления информацией, в том числе в геологической отрасли и геофизике

Знать:

Уровень 1	Методы оценки статистических характеристик геофизических полей
Уровень 2	Методы оценки корреляционных характеристик геофизических полей
Уровень 3	Методы оценки корреляционных характеристик геофизических полей

Уметь:

Уровень 1	Работать с компьютерной технологией КОСКАД 3D
Уровень 2	Использовать компьютерную технологию КОСКАД 3D при решении задач интерпретационной обработки данных
Уровень 3	Использовать компьютерную технологию КОСКАД 3D при решении геологических задач интерпретационной обработки данных

Владеть:

Уровень 1	Навыками обработки разнометодной геофизической информации
Уровень 2	Навыками интерпретации разнометодной геофизической информации
Уровень 3	Навыками интерпретационной обработки разнометодной геофизической информации

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Основные методы математической статистики, используемые для интерпретационной обработки геолого-геофизической информации
3.2	Уметь:

3.2.1	Уметь применять методы и алгоритмы математической статистики, используемые для интерпретационной обработки геолого-геофизической информации с использованием компьютерной технологии КОСКАД 3D/
3.3	Владеть:
3.3.1	Иметь навыки практического использования методов и алгоритмов математической статистики, используемые для интерпретационной обработки геолого-геофизической информации с использованием компьютерной технологии КОСКАД 3D/

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Введение. История создания и развития дисциплины.						
1.1	Применение вероятностно-статистического подхода при обработке геоданных обусловлено характерной особенностью геофизических наблюдений, заключающейся в том, что полученные в отдельных точках данные следует рассматривать как случайные величины и процессы. Распространенные приемы и методы обработки геофизической информации. Оценки статистических и градиентных атрибутов геофизических полей. /Лек/	5	1			0	
1.2	Методы корреляционно-регрессионного анализа геополей. Спектральный и вейвлет анализ геофизических наблюдений. Методы линейной оптимальной фильтрация геополей. Способы обнаружения слабых сигналов на основе теории статистических решений. /Лек/	5	1			0	
1.3	Работа с литературой и интернет информацией по тематике лекционного материала. /Ср/	5	7			0	
1.4	Работа с программным обеспечением по методам статистического анализа геофизической информации. /Лаб/	5	8			0	
	Раздел 2. Статистические характеристики геофизических полей.						
2.1	Оценка статистических и градиентных характеристик геофизических полей. Графическое представление свойств случайных величин. Гистограмма. Кумулятивная кривая. Формула Стреджерса. Среднее, дисперсия, среднеквадратическое отклонение, асимметрия, эксцесс, медиана, коэффициент вариации, энтропия. Градиентные характеристики геополей. Коэффициент анизотропии. /Лек/	5	1			0	
2.2	Работа с литературой и интернет информацией по тематике лекционного материала. /Ср/	5	5			0	

2.3	Оценка статистических характеристик в скользящих окнах. Окна фиксированного размера, динамические окна и скользящие окна "живой" формы. Проблема обработки нестационарных полей. Геолого-геофизическое истолкование и интерпретационная обработка полей статистических атрибутов геофизических полей. /Лек/	5	1			0	
2.4	Работа с программным обеспечением по методам статистического анализа геофизической информации. /Лаб/	5	6			0	
	Раздел 3. Случайные функции и их характеристики.						
3.1	Случайные функции (процессы). Реализация случайной фнкции. Ансамбль. Простейшие примеры случайной функции. Функция математического ожидания случайной функции X(t). Функция дисперсии случайной функции X(t). Корреляционная функция случайной функции X (t). Сечение случайной функции. /Лек/	5	1			0	
3.2	Понятие стационарности случайного процесса. Центрирование и нормирование случайной функции. Свойство эргодичности. Дискретная случайная функция. Сечение случайной функции. /Лек/	5	1			0	
3.3	Работа с литературой и интернет информацией по тематике лекционного материала. /Ср/	5	3,65			0	
3.4	/Лаб/	5	4			0	
	Раздел 4. Корреляционные характеристики геофизических полей.						
4.1	Важнейшими характеристиками любой случайной функции являются ее корреляционные функции. Автокорреляционная функция и ее применение. Взаимно корреляционная функция и ее применение. /Лек/	5	1			0	
4.2	Двумерные корреляционные функции. Двумерная взаимно-корреляционная функция. Трехмерные автокорреляционные функции. Структурная функция. Ретрокорреляционная функция. /Лек/	5	1			0	
4.3	Работа с литературой и интернет информацией по тематике лекционного материала. /Ср/	5	4			0	
4.4	/Лаб/	5	2			0	
	Раздел 5. Спектральные характеристики геофизических полей.						
5.1	Спектральный анализ геофизических полей. Спектры непрерывных сигналов. Линейчатый и сплошной спектры. Спектр дискретного сигнала. Основная частота и частота Нейквиста. /Лек/	5	1			0	

5.2	Амплитудный и фазовый дискретные спектры. Энергетический спектр. Средняя мощность сигнала. Фильтрация в спектральной области. Комплексный спектр. Комплексно-сопряженный спектр. Энергетический спектр. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектры непрерывных сигналов. Спектры стационарного случайного процесса. /Лек/	5	1			0	
5.3	/Лаб/	5	12			0	
5.4	Работа с литературой и интернет информацией по тематике лекционного материала. /Ср/	5	6			0	
	Раздел 6. Линейная оптимальная фильтрации геофизических полей.						
6.1	Понятие о линейной оптимальной фильтрации геофизических полей. Понятие сигнала и помехи. Оператор свертки. Весовые коэффициенты фильтра. Одномерная фильтрация. Основные характеристики одномерного фильтра. Двумерные фильтры. Основные характеристики и двумерного фильтра. Критериальный подход к построению фильтра. Полиномиальная фильтрация. /Лек/	5	1			0	
6.2	Фильтр Колмогорова - Винера. Фильтр сглаживания и воспроизведения сигнала. Критерий оптимальности фильтра Колмогорова - Винера. Согласованный фильтр или фильтр обнаружения. Критерий оптимальности согласованного фильтра. Энергетический фильтр. Критерий оптимальности энергетического фильтра. Линейная адаптивная фильтрация. Фильтрация в окне "живой" формы. Адаптивная полиномиальная фильтрация. /Лек/	5	1			0	
6.3	Работа с литературой и интернет информацией по тематике лекционного материала. /Ср/	5	2			0	
	Раздел 7. Обнаружение слабых геофизических аномалий в прикладной геофизике.						
7.1	Понятие слабого сигнала (слабой аномалии). Обнаружение сигнала как факт установления его наличия. Выделение слабых сигналов на основе проверки статистических гипотез. Метод межпрофильной корреляции. Метод обратных вероятностей. Метод самонастраивающейся фильтрации. /Лек/	5	2			0	

7.2	Критерии принятия статистических решений. Понятие статистической гипотезы. Нулевая и ненулевая гипотеза. Функция правдоподобия. Порог принятия решения. Ошибки первого и второго рода. Ошибка обнаружения ложного сигнала. Ошибка пропуска сигнала. Надежность обнаружения аномалии. Многомерные аналоги метода самонастраивающейся фильтрации и обратных вероятностей. /Лек/	5	2			0	
7.3	Работа с литературой и интернет информацией по тематике лекционного материала. /Ср/	5	3			0	
7.4	/ИВКР/	5	2,35			0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. К чему стремится значение функции распределения вероятности $F(x)$ при x стремящемся к бесконечности.
2. Что такое мода случайной величины?
3. Что такое медиана случайной величины?
4. Чему равно математическое ожидание случайной величины, распределенной равномерно на интервале $[0,1]$?
5. Что представляет собой событие, являющееся суммой нескольких событий?
6. Что представляет собой событие, являющееся произведением нескольких событий?
7. Какие события называются независимыми?
8. Что определяет функция распределения случайной величины X для конкретного аргумента x ?
9. Чему равно математическое ожидание суммы двух случайных величин?
10. Чему равна дисперсия суммы двух независимых случайных величин?
11. Как изменится дисперсия случайной величины при умножении ее на константу?
12. Чему равна сумма вероятностей двух противоположных событий?
13. Что называется корреляционным моментом двух случайных величин?
14. Что такое коэффициент корреляции двух случайных величин?
15. Какова область изменения коэффициента корреляции двух случайных величин.
16. Какие случайные величины называются некоррелированными?
17. Может ли функция распределения плотности вероятности случайной величины принимать значения > 1 ?
18. Чему равна вероятность противоположного события, если вероятность события равна 0.36?
19. Пусть $P(H1)=1/2$; $P(H2)=1/2$; $P(A/H1) = 1/3$; $P(A/H2)=1/3$. Чему равна полная вероятность события A ?
20. В каком случае значения моды и медианы случайной непрерывной величины совпадают?
21. Как изменится функция математического ожидания при умножении случайной функции на константу?
22. Что называется центрированием случайной функции?
23. Что называется нормированием случайной функции?
24. Перечислите все характеристики случайной функции, полностью ее определяющие?
25. Что называется реализацией случайной функции?
26. Что называется случайной функцией?
27. Является ли реализация случайной функции случайной функцией?
28. Что называется сечением случайной функции?
29. Что называется функцией математического ожидания случайной функции.
30. Что называется функцией дисперсии случайной функции?
31. Что называется корреляционной функцией случайной функции?
32. Что характеризует корреляционная функция случайной функции ?
33. Функцией скольких аргументов является корреляционная функция?
34. Чему равно математическое ожидание случайной функции, являющейся суммой двух независимых случайных функций?
35. Чему равна функция дисперсии случайной функции, являющейся суммой двух независимых случайных функций?
36. Что представляет собой случайная функция, при фиксированном значении аргумента?
37. Какая случайная функция считается стационарной?
38. Какая случайная функция обладает свойством эргодичности?
39. Какое свойство случайной функции позволяет судить о ее характеристиках по одной реализации?
40. Что характеризует автокорреляционная функция?
41. Что характеризует взаимокорреляционная функция?
42. Что характеризует двумерная автокорреляционная функция?
43. Каким свойством четности обладает АКФ?
44. Каким свойством четности обладает ВКФ?
45. Каким свойством четности обладает ДАКФ?
46. Что такое нормированная АКФ?
47. Что такое нормированная ВКФ?

48. Что такое нормированная ДАКФ?
49. Что такое радиус корреляции?
50. Каков диапазон изменения нормированных АКФ, ВКФ и ДАКФ?
51. Что является аргументом АКФ? 52. Что представляет собой АКФ при нулевом значении аргумента?
53. Что представляет собой ДАКФ при нулевых значениях своих аргументов.
54. Что характеризуют положительные экстремальные значения ВКФ?
55. Что является аргументами функции ДАКФ?
56. Что представляет ДАКФ(ρ, m) при смещении между профилями $\rho=0$?
57. Используя, какую функцию можно оценить энергетическое отношение сигнал/помеха?
58. Какой из методов обнаружения слабых аномалий базируется на исследовании ВКФ?
59. Чему равна корреляционная функция суммы двух случайных некоррелированных функций.
60. Что представляет собой амплитуда нулевой гармоники $A(0)$ в разложении сигнала в ряд Фурье.
61. Чему равен период основной частоты сигнала для отдельного профиля наблюдений.
62. Чему равен период, соответствующий частоте Найквиста для наблюдений по профилю.
63. Анализ, какой части спектра позволяет оценить амплитуду помехи?
64. Какая часть спектра позволяет оценить амплитуду региональной составляющей поля?
65. Как получить фазу m -ой гармоники $\Phi(m)$, через коэффициенты разложения в ряд Фурье $A(m)$ и $B(m)$?
66. Является ли спектр непрерывного сигнала, заданного на конечном интервале, дискретным.
67. Как называется максимальная частота в разложении в ряд Фурье дискретного сигнала?
68. Чему равно среднее значение поля по профилю, если значение коэффициента $A(0)$ в разложении Фурье равно 25?
69. Сколько гармоник, включая нулевую, содержится в разложении Фурье сигнала состоящего из N точек?
70. Чему равны коэффициенты $B(m)$ в разложении Фурье для четной функции?
71. Что представляет собой сигнал, если все коэффициенты разложения Фурье равны нулю?
72. Сколько точек содержит сигнал, если число гармоник, включая нулевую, в разложении Фурье равно $2N+1$?
73. Какую форму имеет сигнал, если все коэффициенты в разложении Фурье равны нулю, только $A(1) = 5$? 74. Чему равна средняя мощность сигнала?
75. Чему равен спектр свертки двух сигналов?
76. Что является аргументом фазового и амплитудного спектров?
77. Чему равен спектр суммы двух сигналов?
78. Какая связь между корреляционной функцией и спектром сигнала?
79. Является ли спектр непрерывного сигнала, определенного на конечном интервале, бесконечным?
80. В чем заключается критерий оптимальности энергетического фильтра?
81. В чем заключается критерий оптимальности согласованного фильтра?
82. В чем заключается критерий оптимальности фильтра Колмогорова-Винера?
83. Что называется пиковым отношением сигнал/помеха?
84. Что представляет собой выходной сигнал, если все весовые коэффициенты фильтра равны нулю?
85. Что представляет собой выходной сигнал, если все весовые коэффициенты фильтра $=0$, за исключением одного $=1$?
86. Для чего необходимо требование равенства 1 суммы весовых коэффициентов фильтра?
87. К чему приведет тот факт, что сумма весовых коэффициентов будет больше 1?
88. Какая информация о входном сигнале и помехе необходима, для построения фильтра Колмогорова-Винера.
89. Какая информация о входном сигнале и помехе необходима, для построения фильтра обнаружения.
90. Какая информация о входном сигнале и помехе необходима, для построения энергетического фильтра.
91. Какая задача решается с помощью согласованного фильтра.
92. Какая задача решается с помощью фильтра Колмогорова-Винера.
93. Какая задача решается с помощью энергетического фильтра.
94. Перечислите все характеристики одномерного фильтра.
95. Перечислите все характеристики двумерного (площадного) фильтра.
96. Какая характеристика используется при выборе длины одномерного фильтра.
97. Анализ, какой корреляционной функции позволяет корректно выбрать высоту, длину и наклон двумерного фильтра.
98. Что называется энергетическим отношением сигнал/помеха.
99. Чему равны весовые коэффициенты согласованного фильтра, если помеха некоррелирована.
100. В чем заключается ошибка первого рода при обнаружении сигнала?
101. В чем заключается ошибка второго рода при обнаружении сигнала?
102. Что такое надежность обнаружения сигнала?
103. В чем заключается критерий минимального риска?
104. В чем заключается критерий Неймана-Пирсона?
105. В чем заключается критерий минимакса?
106. Требуется ли для реализации способа самонастраивающейся фильтрации знание формы полезного сигнала?
107. Достаточно ли знание формы сигнала для реализации метода обратных вероятностей?
108. Как изменится надежность обнаружения сигнала при увеличении энергетического отношения сигнал/помеха?
109. Что такое "база суммирования" в способе межпрофильной корреляции?
110. Как осуществляется выбор направления суммирования в алгоритме межпрофильной корреляции?
111. Что принимается за сигнал в способе самонастраивающейся фильтрации?
112. Что такое энергия сигнала?
113. Что такое энергетическое отношение сигнал/помеха?
114. В чем заключается нулевая гипотеза в способе обратных вероятностей?
115. В чем заключается ненулевая гипотеза в способе обратных вероятностей?
116. Что представляет собой статистика, на которой базируется способ самонастраивающейся фильтрации?

117. Предполагает ли постоянство дисперсии помехи способ самонастраивающейся фильтрации?
 118. Предполагает ли постоянство формы и параметров аномалии способ самонастраивающейся фильтрации?
 119. Позволяет ли способ самонастраивающейся фильтрации определить форму аномалии?
 120. Если функция дисперсии и математического ожидания тождественно равны нулю, чем является ее реализация.

5.2. Темы письменных работ

Оценка статистических и градиентных характеристик геофизических полей

Статистические характеристики геополей

Градиентные характеристики геополей.

Корреляционно-регрессионный анализ и его применение

Корреляция и регрессия

Линейная регрессия и ее применение

Нелинейная регрессия и ее применение

Множественная регрессия и ее применение

Дисперсионный анализ и его применение

Метод главных компонент и его применение

5.3. Оценочные средства

5.4. Перечень видов оценочных средств

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Roxar	Позволяет интерактивно выбирать скважины и кривые, а также создавать и редактировать границы пластов. RMSFacies — стохастическое моделирование пространственного распределения пород различных литотипов пород. Модуль подготовки и редактирования геологической основы для гидродинамического моделирования.
---------	-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	База данных научных электронных журналов "eLibrary"
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система "Лань" Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань"
6.3.2.3	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации. М., Недра. 1986 г.
2. Серкеров С.А. Спектральный анализ гравитационных и магнитных аномалий. М., Недра, 2002 г.

Дополнительная:

3. Петров А.В. Адаптивная фильтрация геополей. Геоинформатика № 6, 1996 г.
4. Петров А.В. Распознавание комплексных геофизических аномалий. Геология и разведка. Изв. ВУЗов № 1, 1996 г., 129 с.
5. Петров А.В. Методы многомерного дисперсионного анализа в алгоритмах комплексной интерпретации геофизических наблюдений. Геофизика № 1, 1996 г.
6. Петров А.В., Никитин А.А. Многомерные аналоги способов обратных вероятностей и самонастраивающейся фильтрации. Геология и разведка. Изв. ВУЗов № 2, 1989 г.
7. Никитин А.А., Хмелевской В.К. Комплексирование геофизических методов. г. Тверь, Изд. ГЕРС, 2004 г.
8. Черемисина В.Н., Никитин А.А. Геоинформационные системы и технологии. – М. : ВНИИГеосистем, 2011. – 375 с.