

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт геологии и нефтегазовых технологий



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Математические методы в геологии Б2.В.3

Направление подготовки: 020700.62 - Геология

Профиль подготовки: Геология и геохимия горючих ископаемых

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Бахтин А.И. , Нуриева Е.М.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Морозов В. П.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 201__г

Регистрационный No 319514

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Бахтин А.И. Кафедра минералогии и литологии Институт геологии и нефтегазовых технологий , Anatoly.Bakhtin@kpfu.ru ; заведующий отделом аспирантуры Нуриева Е.М. Отдел аспирантуры и докторантуры КФУ , Evgeniya.Nurieva@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Математические методы в геологии" (Геология) являются ознакомление студентов с методами математической статистики, которые широко применяются в анализе геологической интерпретации; научить студентов понимать физическую сущность этих методов и грамотно их использовать для решения практических задач геологии

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.В.3 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 020700.62 Геология и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Б2.В2. Дисциплина "Математические методы в геологии" относится к вариативной части общепрофессионального цикла дисциплин. Предназначена для студентов 3 курса (6 семестр). Она обеспечивает взаимосвязь, синтез и развитие данных математических дисциплин с геологическими дисциплинами: общая геология, минералогия, петрография, литология, геохимия и др., которые в структуре ООП предшествуют данному курсу и знание которых необходимы для его освоения

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	стремится к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства
ПК-1 (профессиональные компетенции)	имеет представление о современной научной картине мира на основе знаний основных положений философии, базовых законов и методов естественных наук
ПК-16 (профессиональные компетенции)	способен использовать профильно-специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения теоретических основ геологии, геохимии
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способен использовать в профессиональной деятельности базовые знания естественных наук, математики, информатики, геологических наук

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

методы математической статистики и понимать их физическую сущность.

2. должен уметь:

формировать выборочные статистические совокупности, как характеристики различных геологических объектов; представлять их в графическом виде и в виде аналитических функций; вычислять различные числовые характеристики выборочных совокупностей; формулировать и проверять различные нулевые гипотезы, основываясь на их вероятностной оценке.

3. должен владеть:

статистическими методами анализа цифровой информации и навыками геологической интерпретации получаемых с их помощью результатов

4. должен демонстрировать способность и готовность:

формировать выборочные статистические совокупности, как характеристики различных геологических объектов;

владеть статистическими методами анализа цифровой информации и навыками геологической интерпретации получаемых с их помощью результатов

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Случайные величины, их выборочные совокупности как характеристика геологического объекта. Способы их представления	8	1	1	0	2	устный опрос
2.	Тема 2. Знакомство с пакетом STATISTICA. Модули пакета. Структура, ввод и редактирование данных	8	1	1	0	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Числовые характеристики и законы распределения значений признаков геологических объектов и их использование для вычисления фона, его верхнего (нижнего) предела и выявления аномалий	8	2	1	0	2	устный опрос
4.	Тема 4. Вычисление основных описательных статистик в пакете STATISTICA	8	2	1	0	2	устный опрос
5.	Тема 5. Оценка сходства-различия геологических объектов с помощью статистических критериев Стьюдента, Фишера, Вилкоксона и др.	8	3	1	0	2	устный опрос
6.	Тема 6. Корреляционный и регрессионный анализ в решении геологических задач: выявление причинно-следственных связей, оценка трудно-определяемых параметров, выявление геохимической и генетической близости объектов и др.	8	4	1	0	2	устный опрос
7.	Тема 7. Множественная регрессия. Анализ остатков	8	4	1	0	2	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Тренд-анализ и его использование в поисковой геохимии, картографии, структурной геологии для площадной характеристики геологических объектов	8	5	1	0	2	контрольная работа
9.	Тема 9. Многомерные случайные величины как комплексная оценка геологических объектов. Закон распределения и числовые характеристики многомерных случайных величин	8	6	1	0	2	устный опрос
10.	Тема 10. Графический анализ. Построение пользовательских графиков	8	6,7	1	0	2	
11.	Тема 11. Оценка сходства-различия геологических объектов с помощью многомерного статистического критерия Готтелинга	8	7,8	1	0	2	устный опрос
12.	Тема 12. Статистические методы распознавания в геологии. Дискриминантный анализ. Выбор поисковых признаков	8	9	1	0	2	
13.	Тема 13. Факторный анализ в геологии. Его сущность, методы реализации и применение	8	10	1	0	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. Проверка согласия эмпирического распределения значений признаков с нормальным и логнормальным законами с помощью критериев Пирсона, Колмогорова, методом моментов	8	11	1	0	2	
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			14	0	28	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Случайные величины, их выборочные совокупности как характеристика геологического объекта. Способы их представления

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Случайные величины,: непрерывные, дискретные. Разнообразные характеристики геологических объектов, которые можно рассматривать как случайные величины. Статистические совокупности: генеральная и выборочная. Ряд распределения, гистограмма. Понятие о функции распределения.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Тема 2. Знакомство с пакетом STATISTICA. Модули пакета. Структура, ввод и редактирование данных

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Знакомство с пакетом STATISTICA. Модули пакета. Структура, ввод и редактирование данных

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Знакомство с пакетом STATISTICA. Модули пакета. Структура, ввод и редактирование данных

Тема 3. Числовые характеристики и законы распределения значений признаков геологических объектов и их использование для вычисления фона, его верхнего (нижнего) предела и выявления аномалий

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Математическое ожидания, дисперсия, мода, медиана, моменты распределения, ассиметрия, эксцесс, их понятия и методы оценки. нормальный и логнормальный законы распределения. Трехсигмовый и двухсигмовый пределы.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Вычисление средне-арифметического, дисперсий, стандартного отклонения, коэффициента вариации, нахождение ошибки среднего арифметического

Тема 4. Вычисление основных описательных статистик в пакете STATISTICA

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Вычисление основных описательных статистик в пакете STATISTICA

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Построение ряда распределения, гистограммы, кривой распределения. Вычисление модального и медианного значений, ассиметрии, эксцесса.

Тема 5. Оценка сходства-различия геологических объектов с помощью статистических критериев Стьюдента, Фишера, Вилкоксона и др.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Распределение Стьюдента, Фишера, Вилкоксона и др. Нулевая гипотеза, ее проверка, ошибки 1-го и 2-го ряда, уровень значимости. Методы вычисления значения критериев Стьюдента, Фишера, Вилкоксона и его вероятностная оценка для суждения о сходстве-различии геологических объектов.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Проверка нулевых гипотез о равенстве математических ожиданий, дисперсий и функций распределения изучаемого признака в двух сравниваемых геологических объектах с помощью критериев Стьюдента, Фишера, Вилкоксона и др.

Тема 6. Корреляционный и регрессионный анализ в решении геологических задач: выявление причинно-следственных связей, оценка трудно-определяемых параметров, выявление геохимической и генетической близости объектов и др.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Уравнения связи, методы их нахождения и оценка надежности. Коэффициент корреляции: линейный ранговый, методы их вычисления и оценка надежности.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Вычисление линейного коэффициента парной корреляции, оценка его надежности с помощью критерия Стьюдента. Вычисление рангового коэффициента корреляции и оценка его надежности.

Тема 7. Множественная регрессия. Анализ остатков

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Множественная регрессия. Анализ остатков

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Вычисление уравнения связи и оценка его надежности для случаев: парная линейная и нелинейная корреляция; множественная корреляция.

Тема 8. Тренд-анализ и его использование в поисковой геохимии, картографии, структурной геологии для площадной характеристики геологических объектов

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Тренд-анализ: одномерный, двумерный. Методы выявления тренда. Нахождение уравнений двумерного тренда, их сущность и геологическое значение.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Нахождение уравнения поверхности двумерного тренда по результатам геологического опробования в территории работ. Построение (в изолиниях) карты распределения изучаемого признака и её анализ.

Тема 9. Многомерные случайные величины как комплексная оценка геологических объектов. Закон распределения и числовые характеристики многомерных случайных величин

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Понятие многомерная случайная величина, методы представления, основные числовые характеристики и методы вычисления.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Вычисление векторов средних арифметических значений и ковариационных матриц по вторичным значениям признаков k-мерных характеристик геологических объектов.

Тема 10. Графический анализ. Построение пользовательских графиков

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Графический анализ. Построение пользовательских графиков

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Построение графов, дендограмм и их анализ (генетический, классификационный) по выборочным совокупностям геологического объекта.

Тема 11. Оценка сходства-различия геологических объектов с помощью многомерного статистического критерия Готтелинга

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Критерий Готтелинга и его использование для проверки нулевой гипотезы о равенстве векторов математических ожиданий двух объектов.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Вычисление критерия Готтелинга и оценка его надежности для суждения о сходстве-различии двух геологических объектов.

Тема 12. Статистические методы распознавания в геологии. Дискриминантный анализ. Выбор поисковых признаков

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Понятие функции, разграничивающей в многомерном пространстве два объекта, охарактеризованных k -мерными случайными величинами. Дискриминационная функция, порог и методы их нахождения. Ошибка классификации и её оценка.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Вычисление порога и нахождение линейной дискриминационной функции. Оценка теоретической и эмпирической ошибки её работы.

Тема 13. Факторный анализ в геологии. Его сущность, методы реализации и применение

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Факторный анализ в геологии. Его сущность, методы реализации и применение. Общие представления. Метод главных компонент. Ковариационная и корреляционная матрицы. Собственные значения, факторные нагрузки и методы анализа.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Вычисление корреляционной матрицы признаков геологического объекта. Нахождение собственных значений факторов, факторных нагрузок признаков геологического объекта и их генетический анализ.

Тема 14. Проверка согласия эмпирического распределения значений признаков с нормальным и логнормальным законами с помощью критериев Пирсона, Колмогорова, методом моментов

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Проверка согласия эмпирического распределения значений признаков с нормальным и логнормальным законами с помощью критериев Пирсона, Колмогорова, методом моментов

лабораторная работа (2 часа(ов)):

По выборочной совокупности провести проверку согласия эмпирического распределения значений изучаемого признака объекта с нормальным и логнормальным законами с помощью критериев Пирсона, Колмогорова, методом моментов.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Случайные величины, их выборочные совокупности как характеристика геологического объекта. Способы их представления	8	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Знакомство с пакетом STATISTICA. Модули пакета. Структура, ввод и редактирование данных	8	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Числовые характеристики и законы распределения значений признаков геологических объектов и их использование для вычисления фона, его верхнего (нижнего) предела и выявления аномалий	8	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Вычисление основных описательных статистик в пакете STATISTICA	8	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
5.	Тема 5. Оценка схождения-различия геологических объектов с помощью статистических критериев Стьюдента, Фишера, Вилкоксона и др.	8	3	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Корреляционный и регрессионный анализ в решении геологических задач: выявление причинно-следственных связей, оценка трудно-определяемых параметров, выявление геохимической и генетической близости объектов и др.	8	4	подготовка к устному опросу	5	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Тренд-анализ и его использование в поисковой геохимии, картографии, структурной геологии для площадной характеристики геологических объектов	8	5	подготовка к контрольной работе	7	контрольная работа
9.	Тема 9. Многомерные случайные величины как комплексная оценка геологических объектов. Закон распределения и числовые характеристики многомерных случайных величин	8	6	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
11.	Тема 11. Оценка сходства-различия геологических объектов с помощью многомерного статистического критерия Готтелинга	8	7,8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
13.	Тема 13. Факторный анализ в геологии. Его сущность, методы реализации и применение	8	10	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				39	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций, проведение лабораторных работ, контрольных работ и самостоятельная работа студентов по темам и разделам дисциплины. Лабораторные занятия будут проводиться в компьютерном классе, который будет использоваться студентами и при выполнении контрольных работ. Преподавание дисциплины будет производиться на базе лицензионного пакета программ STATISTICA версия 6. Будет производиться разбор разнообразных конкретных статистически охарактеризованных природных объектов с целью реконструкции их геохимических особенностей, условий формирования и оценки сходства-различия друг с другом и с эталонными геологическими образованиями. Предусматриваются также встречи со специалистами-геологами, использующими статистические методы в своей работе

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Случайные величины, их выборочные совокупности как характеристика геологического объекта. Способы их представления

устный опрос , примерные вопросы:

Случайные величины, их выборочные совокупности как характеристика геологического объекта. Способы их представления

Тема 2. Знакомство с пакетом STATISTICA. Модули пакета. Структура, ввод и редактирование данных

устный опрос , примерные вопросы:

Знакомство с пакетом STATISTICA. Модули пакета. Структура, ввод и редактирование данных

Тема 3. Числовые характеристики и законы распределения значений признаков геологических объектов и их использование для вычисления фона, его верхнего (нижнего) предела и выявления аномалий

устный опрос , примерные вопросы:

Числовые характеристики и законы распределения значений признаков геологических объектов и их использование для вычисления фона, его верхнего (нижнего) предела и выявления аномалий

Тема 4. Вычисление основных описательных статистик в пакете STATISTICA

устный опрос , примерные вопросы:

Вычисление основных описательных статистик в пакете STATISTICA

Тема 5. Оценка сходства-различия геологических объектов с помощью статистических критериев Стьюдента, Фишера, Вилкоксона и др.

устный опрос , примерные вопросы:

Оценка сходства-различия геологических объектов с помощью статистических критериев Стьюдента, Фишера, Вилкоксона и др.

Тема 6. Корреляционный и регрессионный анализ в решении геологических задач: выявление причинно-следственных связей, оценка трудно-определяемых параметров, выявление геохимической и генетической близости объектов и др.

устный опрос , примерные вопросы:

Корреляционный и регрессионный анализ в решении геологических задач: выявление причинно-следственных связей, оценка трудно-определяемых параметров, выявление геохимической и генетической близости объектов и др.

Тема 7. Множественная регрессия. Анализ остатков

Тема 8. Тренд-анализ и его использование в поисковой геохимии, картографии, структурной геологии для площадной характеристики геологических объектов

контрольная работа , примерные вопросы:

Подбор законов распределения емкостно-фильтрационных характеристик образцов керна
Составление уравнения множественной регрессии емкостно- фильтрационных характеристик образцов керна

Тема 9. Многомерные случайные величины как комплексная оценка геологических объектов. Закон распределения и числовые характеристики многомерных случайных величин

устный опрос , примерные вопросы:

Тема 10. Графический анализ. Построение пользовательских графиков

Тема 11. Оценка сходства-различия геологических объектов с помощью многомерного статистического критерия Готтелинга

устный опрос , примерные вопросы:

Тема 12. Статистические методы распознавания в геологии. Дискриминантный анализ. Выбор поисковых признаков

Тема 13. Факторный анализ в геологии. Его сущность, методы реализации и применение

устный опрос , примерные вопросы:

Факторный анализ в геологии. Его сущность, методы реализации и применение

Тема 14. Проверка согласия эмпирического распределения значений признаков с нормальным и логнормальным законами с помощью критериев Пирсона, Колмогорова, методом моментов

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы для проведения текущего контроля, контроля самостоятельной работы студентов и промежуточной аттестации по освоению дисциплины

1. Статистические совокупности и методы их представления
2. Основные статистики: среднее, дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент вариации, ошибка среднего арифметического
3. Числовые характеристики статистических совокупностей: мода, медиана, асимметрия, эксцесс
4. Нормальный закон распределения
5. Логнормальный закон распределения
6. Распределение Стьюдента и критерии Стьюдента
7. Распределение Фишера и критерий Фишера
8. Регрессионный анализ
9. Линейный коэффициент корреляции и оценка его надежности
10. Ранговый коэффициент корреляции и оценка его надежности
11. Множественная регрессия
12. Оценка сходства-различия двух геологических объектов с помощью критерия Стьюдента
13. Оценка сходства-различия двух геологических объектов с помощью критерия Фишера
14. Тренд-анализ
15. Дисперсионный анализ
16. Кластерный анализ
17. Многомерное нормальное распределение и его параметры
18. Критерий Готтлинга
19. Дискриминантный анализ
20. Факторный анализ. Корреляционная матрица. Собственные значения и веса факторов
21. Факторные нагрузки и их анализ
22. Признаковая структура факторов
23. Факторная структура признаков
24. Расстояние Махаланобиса, коэффициенты различия признаков и расчет ошибки дискриминантной функции

Контрольные работы на тему:

1. Построить вариационный ряд и статистическое распределение случайных величин. Построение гистограмм
2. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины
3. Определить уравнение связи $y=a*x+b$ и коэффициент линейной корреляции, проверить гипотезу $H_0 : \rho = 0$ об отсутствии связи по выборке двух нормально распределенных случайных величин
4. Проверить гипотезу о распределении случайной величины по нормальному закону по критерию Пирсона
5. Найти дискриминантную функцию, разграничивающую два геологических объекта, охарактеризованных многомерными выборочными совокупностями

Задания для самостоятельной работы по дисциплине "Матметоды в геологии"

Задание 1 Определение основных статистических характеристик образцов керна скважины

Задание 2 Построение гистограмм основных статических характеристик образцов керна

Задание 3 Подбор законов распределения емкостно-фильтрационных характеристик образцов керна

Задание 4 Составление уравнения множественной регрессии емкостно- фильтрационных характеристик образцов керна

Задание 5 Дисперсионный анализ емкостно-фильтрационных характеристик образцов керна при выборе группирующей переменной - тип пород

Задание 6 Построение графика каменистой осыпи для проб керна. Определение главных факторов и их интерпретация по графикам факторной нагрузки.

7.1. Основная литература:

Основная литература

Основы статистического анализа. Практ. по стат. мет. и исслед. операций с исп. пакетов STATISTICA и EXCEL: Уч.пос./ Э.А.Вуколов - 2 изд., испр. и доп. - М.: Форум:НИЦ Инфра-М, 2013. - 464 с.URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=369689>

Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с.URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=399829>

Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: Учебное пособие / Под ред. проф. Ф.Ф. Литвина. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 263 с.URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=352873>

7.2. Дополнительная литература:

Дополнительная литература:

Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. ? 3-е изд. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 768 с.URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=354905>

Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: для инженеров и науч. работников / А.И. Кобзарь. - Москва: Физматлит, 2006.-813 с.

Заботина Н.П. Методические указания по курсу "Теория Вероятностей". Часть I / Н.П. Заботина, Н.М. Низамутдинов, Н.М. Хасанова, А.И.Бахтин. - Казань: Казанский государственный университет, 2008. - 48 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Методические указания по курсу ?Теория вероятностей? - old.kpfu.ru/Геологический факультет/?id=7&idm=0&num=4

Математические методы в геологии - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=12765

Применение мат.методов при анализе геологической информации - <http://statosphere.ru/books-arch/statistica-books/98-mihalevich-geologiya.html>

Факторный анализ в геологии - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=12765

Электронный учебник по статистике - web: <http://www/statsoft.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Математические методы в геологии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

1. Компьютерный класс на 8 компьютеров с установленным лицензионным программным пакетом STATISTICA версия 6

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020700.62 "Геология" и профилю подготовки Геология и геохимия горючих ископаемых .

Автор(ы):

Бахтин А.И. _____

Нуриева Е.М. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.