

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морского нефтегазового дела

**Методические указания
к самостоятельной работе студентов**

Дисциплина	Б1.В.04 Статистическая обработка экспериментальных данных и методы математического моделирования код и наименование дисциплины
Направление подготовки/специальность	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых код и наименование направления подготовки /специальности
Направленность/специализация	Технология бурения и освоения скважин наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО
Кафедра-разработчик	морского нефтегазового дела наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск
2019

Составитель – Васёха Михаил Викторович, заведующий кафедрой морского нефтегазового дела

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика морского нефтегазового дела «18» июня 2019 года, протокол № 9/18.

Рецензент - Кортаев Борис Александрович, старший преподаватель кафедры морского нефтегазового дела

Оглавление

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	4
2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	4
3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	5
4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания составлены на основе рабочей программы дисциплины «Статистическая обработка экспериментальных данных и методы математического моделирования», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ №886 от 30.07.2014 г., и учебных планов очной формы обучения в составе ОПОП по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, направленности (профилю) "Технология бурения и освоения скважин".

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать: основные типы моделей, задачи и методы моделирования систем различных классов, принципы построения моделей, методы формализации, алгоритмизации и реализации моделей на ЭВМ;

Уметь: разрабатывать модели реальных систем, формулировать и решать задачи анализа и синтеза систем различных классов, используя современные методы исследования, анализировать результаты и выявлять свойства и закономерности, присущие процессам, протекающим в системах, решать задачи оптимизации систем с учетом требований, предъявляемых к качеству их функционирования;

Владеть: владеть современными аналитическими, численными и имитационными методами исследования сложных систем, а также методами оптимизации, направленными на решение задач обработки и анализа результатов эксперимента.

Цель дисциплины - формирование знаний, умений, владений / навыков и (или) опыта деятельности и компетенций в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) данного направления (профиля) подготовки, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 869.

Задачи дисциплины: изучение основных типов моделей и математических методов исследования систем различных классов; изучение и освоение принципов построения моделей на основе статистической информации, методов формализации моделей; разработка моделей реальных систем различных классов с использованием современных методов исследования; обработка и анализ результатов моделирования реальных систем для выявления свойств и закономерностей, присущих процессам, протекающим в системах; изучение основных принципов и методов верификации моделей на основе статистической информации.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Таблица 1

№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы	Кол-во часов
1	2	3
1.	Статистики эмпирического ряда.	8
2.	Проверка гипотез.	8
3.	Дисперсионный анализ.	9
4.	Теория распределений.	9
5.	Корреляционный анализ.	9
6.	Методы планирования эксперимента.	9
7.	Аппроксимация зависимостей.	9

8.	Методы снижения размерности признакового пространства. Факторный анализ.	9
9.	Кластерный анализ. Дискриминантный анализ. Многомерное шкалирование.	8
	Итого:	78

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / Н. Ш. Кремер. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити, 2006; 2004. - 573 с. - ISBN 5-238-00573-3 : 280-00; 235-00; 310-00.
2. Математическое моделирование в технике : учебник для вузов / В. С. Зарубин; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко ; МГТУ им. Н. Э. Баумана. - 2-е изд., стер. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 496 с. : ил. - (Математика в техническом университете ; Вып. XXI. Заключительный). - ISBN 5-7038-1435-9. - ISBN 5-7038-1270-4 : 116-60.
3. Моделирование и инженерные расчеты физико-химических свойств углеводородных систем : учеб. пособие / С. А. Ахметов, В. А. Аль-Окла; под ред. Т. Г. Умергалина ; М-во образования республики Башкортостан, Уфим. гос. нефтяной техн. ун-т . - Уфа : РИО РУНМЦ МО РБ, 2003. - 159 с. - ISBN 5-94705-037-4 : 250-00.

Дополнительная литература

1. Хрущева И.В., Щербаков В.И., Леванова Д.С. Основы математической статистики и теории случайных процессов. – СПб.: Лань, 2009. – 336 с.
2. Певзнер Л.Д. Практикум по математическим основам теории систем. – СПб.: Лань, 2013. – 400 с.
3. Хуснутдинов Р.Ш. Сборник задач по курсу теории вероятностей и математической статистики. – СПб.: Лань, 2014. – 320 с.
4. Дьяконов В.П. Maple 10/11/12/13/14 в математических расчетах. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 800 с.
5. Буренок В.М., Найденов В.Г., Поляков В.И. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем. – М.: Машиностроение, 2011. – 416 с.

4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Статистики эмпирического ряда

При изучении данной темы следует обратить внимание на следующие аспекты: классификация признаков по шкалам измерений, описательная статистика: среднее значение, математическое ожидание; медиана; мода; дисперсия, среднее квадратичное отклонение; коэффициент вариации; показатель точности опыта; минимум, максимум, размах выборки; моменты распределения.

Кроме этого, следует обратить внимание на вариационную статистику: параметры классовых интервалов, группировка, функции эмпирического распределения. Ранжирование. Проверка случайности выборки из нормальной совокупности. Репрезентативность выборки.

Вопросы для самопроверки по данной теме:

1. Как классифицируются признаки?
2. Что такое мода?
3. Как определяется среднее квадратичное отклонение?

4. Как осуществляется ранжирование?
5. Что обеспечивает репрезентативность выборки?

Тема 2. Проверка гипотез

При изучении данного раздела необходимо изучить общую методiku. Следует обратить внимание на сравнение методик, одностороннюю и двустороннюю гипотезы; независимые и сопряженные выборки; параметрические тесты: t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера, G-критерий различных средних, параметрические множественные сравнения; непараметрические тесты: критерии рандомизации, с 2, Ван дер Вардена, Колмогорова-Смирнова, знаков, медианы, непараметрические множественные сравнения; проверка типа распределения эмпирических данных: простые и сложные гипотезы, простейшие методы, критерии согласия, критерии отклонения распределения от нормальности.

Вопросы для самопроверки по данной теме:

1. Что такое гипотеза?
2. Что такое t-критерий Стьюдента?
3. Чем отличается простая гипотеза от сложной?
4. Перечислите простейшие методы проверки гипотез.
5. Что такое критерий рандомизации?

Тема 3. Дисперсионный анализ

В рамках данной темы необходимо ознакомиться с однофакторным анализом: однофакторный дисперсионный анализ, ранговый однофакторный анализ Краскела-Уоллиса, M-критерий Бартлетта, G-критерий Кокрена, критерии Шеффе, Дункана, Тьюки. Кроме этого, следует изучить многофакторный анализ: двухфакторный дисперсионный анализ, ранговый критерий Фридмана, критерий Пейджа, Q критерий Кокрена, критерий Шеффе для связанных выборок.

Вопросы для самопроверки по данной теме:

1. Какие недостатки имеет однофакторный анализ?
2. В чем заключается смысл критерия Шеффе?
3. Что такое связанная выборка?
4. Объясните методiku определения критерия Кокрена.
5. Опишите однофакторный анализ Краскелла-Уоллиса.

Тема 4. Теория распределений

В рамках данной темы необходимо ознакомиться с общей методикой теории распределения. Необходимо изучить функции распределения и обратные функции распределения; одномерные распределения: непрерывные, дискретные, генерация одномерных распределений; многомерные распределения: нормальное распределение, генерация многомерных распределений; теоретические и эмпирические распределения.

Вопросы для самопроверки по данной теме:

1. В чем заключается смысл теории распределения?
2. В чем различия прямой и обратной функций распределения?
3. Как осуществляется генерация многомерных распределений?
4. Чем отличаются теоретические распределения от эмпирических?

Тема 5. Корреляционный анализ

В данном разделе следует обратить внимание на корреляцию количественных признаков: коэффициент корреляционного отношения Пирсона, коэффициент корреляции Фехнера, ковариация. Кроме того, обратите внимание на корреляцию порядковых признаков: показатель ранговой корреляции Спирмена, коэффициент ранговой корреляции Кендалла; корреляция номинальных признаков: коэффициент сопряженности Чупрова, коэффициент Жаккара, простой коэффициент встречаемости, показатель подобия Рассела и Рао, хеммингово расстояние; корреляция признаков, измеренных в различных шкалах: коэффициент Гауэра, бисериальная корреляция в случае порядковых и номинальных признаков, точечно-бисериальная корреляция; множественные корреляции: коэффициент множественной корреляции, канонический корреляционный анализ, коэффициент конкордации. Критерии некоррелированности.

Вопросы для самопроверки по данной теме:

1. Что такое показатель ранговой корреляции Спирмена?
2. Какие критерии определяют некоррелированность признаков?
3. В чем заключается принцип бисериальной корреляции?
4. Что такое коэффициент конкордации?

Тема 6. Методы планирования эксперимента

Данная тема посвящена изучению различных методик, используемых при проведении эксперимента. Необходимо ознакомиться с планированием регрессионных экспериментов при изучении механизма явления (статистическое моделирование). Обратите внимание на линейные ортогональные планы (планирование первого порядка): полный факторный эксперимент, дробный факторный эксперимент; нелинейные планы второго порядка: симметричные планы второго порядка, ортогональные симметричные планы, ротатабельные планы, D-оптимальные планы, несимметричные планы второго порядка. Кроме этого, ознакомьтесь с планированием экспериментов по поиску оптимума: метод крутого восхождения, симплексное планирование.

Вопросы для самопроверки по данной теме:

1. Понятие фактора эксперимента.
2. Однофакторный эксперимент и анализ результатов.
3. Планирование многофакторного эксперимента. Двухфакторный анализ. Матрица планирования.
4. Однофакторный линейный регрессионный анализ. Независимость признаков. Критерии согласия.
5. Фактор. Полный факторный эксперимент.
6. Фактор. Дробный факторный эксперимент

Тема 7. Аппроксимация зависимостей

В рамках данной темы необходимо ознакомиться с математическим моделированием и регрессионным анализом. Изучите общую методику; полиномиальную аппроксимацию, интерполяционный полином Лагранжа; экспоненциально-степенную аппроксимацию, логарифмическую функцию. Также необходимо рассмотреть гармонический анализ, тригонометрический многочлен Фурье; нелинейную функцию общего вида; нейронную сеть прямого распространения; линейный множественный регрессионный анализ.

Вопросы для самопроверки по данной теме:

1. Что такое математическое моделирование?
2. Что такое аппроксимация? Для чего она применяется?
3. Дайте определение нейронной сети.
4. Объясните, в чем заключается принцип гармонического анализа.
5. Расскажите методики аппроксимации зависимостей.

Тема 8. Методы снижения размерности признакового пространства. Факторный анализ.

В данной теме подлежат рассмотрению метод главных компонент; метод минимизации энтропии; преобразование Карунена–Лоэва; сжатие с помощью трехслойной нейронной сети. Дополнительно следует изучить метод главных факторов: проблема общности, проблема факторов, измерение факторов; метод максимума правдоподобия; центроидный метод. Обратите внимание на критерии максимального числа факторов; визуализацию результатов факторного анализа.

Вопросы для самопроверки по данной теме:

1. Что такое трехслойная нейронная сеть?
2. В чем заключается принцип центроидного метода?
3. Как осуществляется визуализация результатов факторного анализа?
4. Что такое энтропия?
5. Что такое критерии максимального числа факторов?

Тема 9. Кластерный анализ. Дискриминантный анализ. Многомерное шкалирование.

В данной теме подлежат рассмотрению меры различия и меры сходства; кластерный анализ: метод ближней связи, метод средней связи Кинга, метод Уорда, метод k-средних Мак-Куина, метод корреляционных плеяд, вроцлавская таксономия. Визуализация результатов кластерного анализа. Дополнительно следует изучить дискриминантный анализ: Метод Байеса; линейный дискриминантный анализ Фишера; канонический дискриминантный анализ. Линейный дискриминантный анализ; нейронная сеть прямого распространения: архитектура, обучение и распознавание. Обратите внимание на метрическое многомерное шкалирование; метрический метод Торгерсона; неметрическое многомерное шкалирование; шкалирование индивидуальных различий.

Вопросы для самопроверки по данной теме:

1. Объясните общий принцип кластерного анализа.
2. Как осуществляется визуализация результатов кластерного анализа?
3. В чем заключается смысл многомерного метрического шкалирования?
4. Архитектура нейронной сети прямого распространения.
5. В каких случаях применяется дискриминантный анализ?