

Федеральное государственное автономное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор



Программа дисциплины

Б1.В.ДВ.2 Методы статистической обработки экспериментальных данных

Направление подготовки 05.06.01-Науки о земле

Направленность (профиль) подготовки:

Гидрогеология.

Квалификация выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Казань 2015

1. Краткая аннотация.

Дисциплина «Методы статистической обработки экспериментальных данных» относится к циклу дисциплин по выбору для аспирантов направления подготовки Гидрогеология. Она завершается зачетом. Дисциплина нацелена на приобретение аспирантом знаний о современных методах статистического анализа и навыков их корректного применения в прикладных гидрогеологических исследованиях.

Цели освоения дисциплины

состоят в изучении аспирантами научного подхода к планированию и проведению исследований, получении теоретических знаний и практических навыков использования статистики в своей профессиональной деятельности, а также оценки возможностей и ограничений статистических методов.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Методы статистической обработки экспериментальных данных» относится к блоку Б1 и изучается на втором курсе аспирантуры.

Изучению дисциплины «Методы статистической обработки экспериментальных данных» должно предшествовать освоение дисциплин «Гидрогеология», «Гидрогеохимия», «Методы математической физики» в рамках бакалавриата, «Дополнительные разделы гидрогеологии», «Компьютерные технологии в геологии», «Геоинформационные технологии» магистратуры. В свою очередь освоение данной дисциплины важно для усвоения дисциплин профессионального блока и научно-исследовательской работы аспиранта.

Изучение дисциплины предполагает у обучающихся: наличие знаний по курсам теории вероятностей и математической статистики, математического анализа и линейной алгебры.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Знать:

- базовые понятия математической статистики;
- основы многомерного статистического анализа;
- методы математической статистики для проверки гипотез о свойствах случайных процессов по результатам наблюдений;

Уметь:

- применять методы математической статистики для решения вероятностных и статистических задач;
- пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения теоретических вопросов и решения практических задач;

Владеть:

- методами построения вероятностных и статистических моделей для задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- основными традиционными и современными методами научного познания.

Демонстрировать способность и готовность:
применять полученные знания на практике.

В результате освоения дисциплины формируются компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1	– способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК- 13	Способность формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования; получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных
ПК-16	анализа гидрогеологических условий на концептуальном, логическом математическом и алгоритмическом уровнях

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

Из них 18 часов лекции, 18 часов практических занятий, 72 часов самостоятельная работа. Дисциплина изучается в 4 семестре. Форма отчётности – зачет

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
1.	Виды измерений в гидрогеологии	4	2	2	8	письменное домашнее задание
2.	Графические методы представления и анализа данных измерений	4	2	2	8	письменное домашнее задание
3.	Статистические оценки	4	2	2	8	письменное домашнее задание
4.	Проверка статистических гипотез	4	2	2	8	письменное домашнее задание
5.	Сравнение двух выборочных	4	2	2	8	письменное домашнее

	совокупностей					задание
6.	Корреляция	4	2	2	8	письменное домашнее задание
7.	Простая линейная регрессия	4	2	2	8	письменное домашнее задание
8.	Множественная регрессия	4	2	2	8	письменное домашнее задание
9.	Анализ временных рядов	4	2	2	8	Тестирование
10	Итого:	4	18	18	72	зачет

4.2. Содержание дисциплины

1. Виды измерений в гидрогеологии.

Основные принципы проведения полевых и лабораторных измерений. Виды выборочных данных. Характеристики выборки и генеральной совокупности основных видов измеряемых данных.

2. Графические методы представления и анализа данных измерений.

Графический анализ единичного набора данных измерений. Графическое сравнение разных наборов данных. Графы и множественные данные.

3. Статистические оценки.

Точечные и интервальные оценки. Параметрическое и непараметрическое оценивание.

4. Проверка гипотез.

Классификация методов проверки гипотез. Структура процедуры проверки гипотез. Ранговые критерии. Проверка гипотезы о нормальном распределении выборочной совокупности.

5. Сравнение двух выборочных совокупностей.

Нулевая и альтернативная гипотеза. Критерий Стьюдента оценки двух математических ожиданий. Графическое представление результатов. Непараметрический доверительный интервал для параметра сдвига в задаче о парных наблюдениях. Медиана Ходжеса-Лемана. Её асимптотическая нормальность.

6. Корреляция.

Характеристики коэффициента корреляции. Монотонная корреляция. Линейная корреляция. Коэффициент корреляции Пирсона. Коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Коэффициент Спирмена.

7. Простая линейная регрессия.

Гипотеза о линейной регрессионной модели. Метод наименьших квадратов. Проверка качества регрессии. Прогнозирование с применением уравнения регрессии.

8. Множественная регрессия.

Мониторинг подземных вод. Модели множественной регрессии. Критерии проверки гипотез о множественной регрессии. Качество регрессионной модели.

9. Анализ временных рядов.

Временные и пространственные зависимости в гидрогеологии. Модели временных рядов. Тренд-анализ. Периодические и сезонные зависимости. Анализ Фурье.

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания курса используются традиционные методы и технологии обучения:

Академическая лекция: монологическое, аргументированное и обоснованное изложение материала.

Проблемная лекция: начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность аспиранта по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и аспирантов.

Лекция-консультация: при которой до 50% времени отводится для ответов на вопросы аспирантов; в том числе с привлечением специальных консультантов – квалифицированных специалистов в области изучаемой проблемы.

Методы решения творческих задач: расчетные задания, выполнение и проверка домашних заданий.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТОВ (СРА) включает следующие виды работ:

- Работа с рекомендованной литературой по дисциплине.
- Освоение основных терминов и определений при проведении полевых и лабораторных измерений: измерительные приборы, испытательная аппаратура, план эксперимента, последовательность проведения эксперимента, измерение независимых и зависимых переменных, погрешность эксперимента, совокупности ошибок и т.д.
- Выполнение заданий с использованием MS Excel, модуль «Пакет анализа».
- Выполнение заданий с использованием программного пакета STATISTICA for Windows.

Для облегчения этой работы сотрудники кафедры организуют чтение курсов лекций, практические занятия и лабораторные работы. Поэтому процесс изучения дисциплины состоит из следующих этапов:

- проработка лекций;
- самостоятельная работа над учебниками и учебными пособиями;
- практические занятия;
- контрольная работа
- зачет

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью всей программы аспирантуры. Главной целью самостоятельной работы является участие в научно - практической работе, научный поиск. В этом разделе важное место уделяется написанию диссертации. Зачетные задачи приведены в п.7.2.

Зачет включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения аспирантами и знаний и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков

Критерии оценивания знаний, умений, навыков

Критерии оценки по результатам зачета

Оценка, выставляемая за зачет квалитативного типа (по шкале наименований «зачтено» / «не зачтено»).

«Зачтено» - освоен общий уровень всех составляющих компетенций, если аспирант демонстрирует отличные и хорошие знания в ходе занятий, проявляет активность на практическом практикуме и выполняет все работы; реферат в полной мере соответствует выданной теме; отлично и хорошо ответил на контрольные вопросы; посещены все лекционные занятия, аспирант проявляет активность и инициативность в изучении материала.

«Не зачтено» - не освоен уровень всех составляющих компетенций, если аспирант демонстрирует плохие знания в ходе занятий по практике, плохо ответил на контрольные вопросы, не посещал лекционные занятия.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Регламент дисциплины

Процедура оценивания знаний, умений, навыков, характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля.

Текущий контроль организуется в формах:

-- проверки письменных заданий (решения практико-ориентированных задач, рефератов);

- контрольная работа;

Промежуточный контроль осуществляется в форме итогового зачета.

Зачет включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения аспирантами и знаний и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа.

1. Классическая вероятность. Комбинаторный метод вычисления вероятностей.
2. Построить вариационный ряд и статистическое распределение случайных величин. Построение гистограмм.
3. Вычислить доверительный интервал математического ожидания и дисперсии нормально распределенной случайной величины.
4. Определить уравнение связи $Y = ax + b$ и коэффициент линейной корреляции, проверить гипотезу $H_0: \rho = 0$ об отсутствии связи по выборке двух нормально распределенных случайных величин.
5. Проверить гипотезу о распределении случайной величины нормальному закону по критерию Пирсона.
6. Итоговая контрольная работа по основным разделам математической статистики.

Зачетные задачи

1. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины с доверительной вероятностью $P = 0,90$ по выборке объема $n = 50$, $\bar{X} = 20$, $s_u = 6$.
2. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины с доверительной вероятностью $P = 0,90$ по выборке объема $n = 49$, $\bar{X} = 30$, $s_u = 8$.
3. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины с доверительной вероятностью $P = 0,90$ по выборке объема $n = 64$, $\bar{X} = 10$, $s_u = 4$.
4. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины с доверительной вероятностью $P = 0,90$ по выборке объема $n = 64$, $\bar{X} = 20$, $s_u = 5$.
5. Вычислить доверительный интервал математического ожидания нормально распределенной случайной величины с доверительной вероятностью $P = 0,90$ по выборке объема $n = 91$, $\bar{X} = 15$, $s_u = 6$.

6. Вычислить коэффициент линейной корреляции и определить уравнение $y = ax + b$, проверить гипотезу $H_0: \rho = 0$ по выборке

X	8,0	1,1	1,5	2,0	2,3	3,0	3,6	4,6	5,0	5,6	6,0	6,7	7,0	0,4
Y	10,1	3,3	3,3	4,2	4,0	5,0	6,0	5,9	6,5	8,3	7,9	9,3	9,3	2,3

7. Вычислить коэффициент линейной корреляции и определить уравнение $y = ax + b$, проверить гипотезу $H_0: \rho = 0$ по выборке

X	0,4	1,1	1,5	2,0	2,3	6,7	3,6	4,6	5,0	5,6	6,0	3,0	7,0	8,0
Y	2,3	3,3	3,3	4,2	4,0	9,3	6,0	5,9	6,5	8,3	7,9	5,0	9,3	10,1

8. Вычислить коэффициент линейной корреляции и определить уравнение $y = ax + b$, проверить гипотезу $H_0: \rho = 0$ по выборке

X	5,6	1,1	1,5	2,0	2,3	3,0	3,6	4,6	5,0	0,4	6,0	6,7	7,0	8,0
Y	8,3	3,3	3,3	4,2	4,0	5,0	6,0	5,9	6,5	2,3	7,9	9,3	9,3	10,1

9. Вычислить коэффициент линейной корреляции и определить уравнение $y = ax + b$, проверить гипотезу $H_0: \rho = 0$ по выборке

X	3,0	3,6	4,6	0,4	1,1	1,5	2,0	2,3	5,0	5,6	6,0	6,7	7,0	8,0
Y	5,0	6,0	5,9	2,3	3,3	3,3	4,2	4,0	6,5	8,3	7,9	9,3	9,3	10,1

10. Вычислить коэффициент линейной корреляции и определить уравнение $y = ax + b$, проверить гипотезу $H_0: \rho = 0$ по выборке

X	1,5	2,0	2,3	3,0	0,4	1,1	3,6	4,6	5,0	7,0	8,0	5,6	6,0	6,7
Y	3,3	4,2	4,0	5,0	2,3	3,3	6,0	5,9	6,5	9,3	10,1	8,3	7,9	9,3

11. Пласт горной породы разделен на три смежных интервала глубины. Из каждого интервала случайно отобраны образцы для определения карбонатности. Результаты анализа приведены в таблице.

Номер интервала, к	Карбонатность образцов, x_{ik} %
1	4,2; 6,5; 3,8; 7,4; 5,5
2	6,1; 4,5; 3,5; 5,2
3	2,9; 6,8; 4,4; 4,9; 3,8; 7,6

- На уровне значимости $\alpha = 0,05$ проверить гипотезу об однородности пласта по среднему значению карбонатности. Предполагается, что выборки получены из

независимо нормально распределенных совокупностей и с одной и той же дисперсией.

12. Пласт горной породы разделен на три смежных интервала глубины. Из каждого интервала случайно отобраны образцы для определения карбонатности. Результаты анализа приведены в таблице.

Номер интервала, к	Карбонатность образцов, x_{ik} %
1	6,5; 3,8; 7,4; 5,5; 4,2;
2	5,2; 6,1; 4,5; 3,5;
3	4,4; 4, 9; 3,8; 7,6; 2,9; 6,8;

На уровне значимости $\alpha = 0,05$ проверить гипотезу об однородности пласта по среднему значению карбонатности. Предполагается, что выборки получены из независимо нормально распределенных совокупностей и с одной и той же дисперсией.

13. Пласт горной породы разделен на три смежных интервала глубины. Из каждого интервала случайно отобраны образцы для определения карбонатности. Результаты анализа приведены в таблице.

Номер интервала, к	Карбонатность образцов, x_{ik} %
1	6,1; 4,5; 3,5; 5,2
2	7,4; 5,5; 4,2; 6,5; 3,8;
3	3,8; 7,6; 2,9; 6,8; 4,4; 4, 9;

На уровне значимости $\alpha = 0,05$ проверить гипотезу об однородности пласта по среднему значению карбонатности. Предполагается, что выборки получены из независимо нормально распределенных совокупностей и с одной и той же дисперсией.

14. Пласт горной породы разделен на три смежных интервала глубины. Из каждого интервала случайно отобраны образцы для определения карбонатности. Результаты анализа приведены в таблице.

Номер интервала, к	Карбонатность образцов, x_{ik} %
1	3,8; 7,6; 2,9; 6,8; 4,4; 4, 9;
2	4,5; 3,5; 5,2; 6,1;
3	4,2; 6,5; 3,8; 7,4; 5,5

На уровне значимости $\alpha = 0,05$ проверить гипотезу об однородности пласта по среднему значению карбонатности. Предполагается, что выборки получены из независимо нормально распределенных совокупностей и с одной и той же дисперсией.

15. Пласт горной породы разделен на три смежных интервала глубины. Из каждого интервала случайно отобраны образцы для определения карбонатности. Результаты анализа приведены в таблице.

Номер интервала, к	Карбонатность образцов, x_{ik} %
1	3,1; 7,4; 2,9; 6,8; 4,4; 4, 9; 3,8
2	4,5; 3,5; 5,0; 6,1;
3	6,1 ;4,3; 3,8; 7,4; 5,5

На уровне значимости $\alpha = 0,05$ проверить гипотезу об однородности пласта по среднему значению карбонатности. Предполагается, что выборки получены из независимо нормально распределенных совокупностей и с одной и той же дисперсией.

7.3. Контрольные вопросы к зачету

1. Основные понятия теории вероятностей. Событие, вероятность события, комплекс фиксированных условий происхождения событий, частота и

относительная частота событий.

2. Свойство устойчивости относительной частоты.

3. Классификация событий относительно фиксированных условий их наблюдения; достоверные, невозможные, случайные, совместные и несовместные, элементарные и составные. Благоприятствующие события.

4. Операции над событиями (множествами). Сумма, произведение, разность событий. Противоположные (дополнительные) события. Пустое множество, невозможное событие. Совместные и несовместные события.

7. Алгебра пространства элементарных событий. Аксиомы теории вероятностей. Вероятностное пространство.

8. Классическое определение вероятности. Геометрическая вероятность.

Статистическое определение вероятности события.

9. Условная вероятность события. Теоремы о вероятности событий. Вероятность произведения событий. Независимость событий. Коэффициент корреляции событий. Два случая сильной связи событий. Определение нормирующего параметра коэффициента корреляции..

10. Формула полной вероятности события. Формула Байеса.

11. Случайные величины. Дискретные случайные величины. Непрерывная случайная величина.

12. Экспериментальное изучение распределения случайной величины. Выборка. Размах выборки. Формула Стерджеса. Статистическое распределение случайной величины. Гистограмма частоты и относительной частоты. Открытые слева и справа интервалы.

13. Числовые характеристики случайных величин (генеральных совокупностей) и их свойства. Математическое ожидание и его свойства. Дисперсия случайной величины и ее свойства. Среднее квадратическое отклонение. Коэффициент вариации.

14. Моменты случайных величин. Начальные и центральные моменты. Нормированные центральные моменты.

15. Мода, асимметрия, медиана, эксцесс случайной величины.

16. Важнейшие распределения случайных величин. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Нормальное распределение. Стандартное нормальное распределение. Экспоненциальное распределение. Логарифмически-нормальное распределение. Гамма-распределение (γ -распределение).

17. Неравенство Чебышева. Правило 3σ . Теорема Чебышева. Закон больших чисел.

19. Теорема Бернулли. Свойство устойчивости относительной частоты.

20. Выборка. Представительность выборки. Характеристики выборки. Начальные и центральные моменты. Асимметрия, эксцесс выборки.

21. Центральные предельные теоремы. Нормальное распределение как приближение биномиального. Центральная предельная теорема для одинаково распределенных случайных величин. Центральная предельная теорема по Ляпунову и Линдбергу.

22. Распределения, связанные с нормальным законом. Распределение $Z=X^2$. χ^2 – распределение. Распределение Фишера. Распределение Стьюдента.

23. Метод моментов. Точечные оценки характеристик распределения случайных величин. Требования к оценкам. Несмещенность, состоятельность, эффективность оценок. Оценки математического ожидания и дисперсии.

24. Интервальные оценки. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Доверительный интервал математического ожидания и дисперсии.

25. Совместное распределение двух случайных величин. Ковариация. Коэффициент корреляции случайных величин. Теорема $|\rho| \leq 1$.

26. Корреляционный анализ. Определение параметров уравнения связи случайных

величин. Метод наименьших квадратов. Коэффициент линейной корреляции выборки.

27. Прямая ортогональной средней квадратической регрессии.

28. Принцип практической достоверности и невозможности событий. Уровень значимости. Статистическая проверка гипотез. Ошибка первого и второго рода. Критерии проверки нулевой гипотезы. Критические области.

29. Критерии согласия. Критерий Пирсона. Проверка гипотезы о нормальном распределении случайных величин. Критерий Фишера. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух случайных величин.

30. Проверка гипотезы об отсутствии связи двух случайных величин. Критерий Стьюдента.

31. Теорема о дисперсии суммы двух случайных величин. Теорема о дисперсии линейной комбинации случайных величин. Ковариационная матрица.

32. Преобразование случайных величин. Преобразование ковариационной матрицы. Корреляционная матрица.

33. Метод главных компонент (МГК). Диагонализация корреляционной матрицы. Факторы и факторные нагрузки. Веса факторов.

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Способен проектировать и осуществлять комплексные исследования	Контрольная работа, Зачетные задачи
УК-3	готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Способен работать в коллективе, умение проводить исследования и решать поставленные задачи в коллективе. Умение работать на международных сайтах научных центров и ВУЗов	Контрольная работа, Зачетные задачи

УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Способен самостоятельно планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития.	Контрольная работа, Зачетные задачи
ОПК-1	– способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Способен самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность, планировать и проводить эксперимент, обобщать результаты с использованием современных аналитических методов и информационно-коммуникационных технологий	Контрольная работа, Зачетные задачи
ПК- 13	Способность формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования; получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных	Способен формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования, отрабатывать методики и проектировать исследования	Контрольная работа
ПК-16	анализа гидрогеологических условий на концептуальном, логическом математическом и алгоритмическом уровнях	умение моделирования, расчета параметров	Контрольная работа

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

основами и практическими приемами основных методов анализа, умеющих проводить обработку результатов аналитических определений.

Основной формой обучения аспиранта являются самостоятельная работа над учебным материалом. Для облегчения этой работы сотрудники кафедры организуют чтение курсов лекций, практические занятия и лабораторные работы. Поэтому процесс изучения дисциплины состоит из следующих этапов:

1. проработка лекций;
2. самостоятельная работа над учебниками и учебными пособиями;
3. практические занятия;
4. контрольная работа;
5. зачет.

При **самостоятельной работе** над учебным материалом необходимо:

- 1) составлять конспект, записывая в нем законы и формулы, выражающие эти законы, определения основных физических понятий, сущность физических явлений и методов исследования;
- 2) для более глубокого изучения предмета при составлении конспекта использовать не только материал лекций, но и учебников и учебных пособий;
- 3) изучать дисциплину систематически, т.к. в противном случае материал будет усвоен поверхностно.

Самостоятельную работу аспирант включает и подготовку к **устному опросу**. Для этого аспирант изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Эффективность подготовки аспирантов к устному опросу зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой.

При подготовке к контрольной работе необходимым условием является итоговая положительная оценка. Контрольная работа – самостоятельная работа, представляющая собой письменный ответ на вопрос, рассматриваемый в рамках одной учебной дисциплины. Содержание ответа на поставленный вопрос включает: знание теории, выделение актуальных проблем тем. Качество письменной работы оценивается, прежде всего по тому, насколько самостоятельно и правильно аспирант раскрывает содержание главных вопросов темы, использует знание рекомендованных к теме первоисточников. При изложении материала следует стремиться к тому, чтобы каждое теоретическое положение было убедительно аргументировано и всесторонне обосновано, а также подкреплено практическим материалом.

Практические работы. Их главная цель - не только изучить на опыте важнейшие физические явления, но и научиться обращаться с разнообразными, в том числе и самыми современными физическими приборами, привить необходимые навыки по наладке и проверке аппаратуры, правильному распределению времени эксперимента.

Описания к практическим работам не претендуют на то, чтобы создать у аспирантов полное представление об изучаемых явлениях. Такое представление может возникнуть только в результате проработки лекций и чтения учебников. В описании сообщается тот минимум сведений, без которых невозможно связное изложение экспериментальной методики и сознательная постановка контрольных опытов. Большое внимание уделяется статистическим методам обработки результатов экспериментов.

Алгоритм выполнения лабораторных работ может быть следующим:

- 1) сначала аспирант готовит конспект по описанию к лабораторной работе по стандартной форме (дается на кафедре);
- 2) аспирант сдает "допуск" к лабораторной работе, т.е. рассказывает о стратегии и тактике проведения анализа. Результатом работы над "допуском" является точное представление цели работы, методики ее выполнения, ожидаемого результата;
- 3) аспирант выполняет анализ, расчетно-графическую работу, результаты которой вместе с вычисленной погрешностью измерений заносит в стандартную форму отчета;
- 4) защита лабораторной работы включает и теоретическую и экспериментальную

часть. Контрольные вопросы, приводимые в описании лабораторной работы, помогают аспиранту осознанно рассказывать о проделанной работе, о физических законах и явлениях затронутых в ней.

На **зачете** в первую очередь выясняется усвоение основных теоретических положений программы и умение творчески применять полученные знания к решению практических задач. При их сдаче необходимо излагать четко и достаточно подробно физическую сущность явлений, законов, процессов.

Только при выполнении перечисленных видов работ знания по дисциплине могут быть признаны удовлетворительными.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

9.1. Основная литература:

1. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: Учебное пособие/Ф.И.Карманов, В.А.Острейковский - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с.: 60x90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-905554-96-4, 100 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=508241>
2. Статистический анализ данных в MS Excel: Учебное пособие / А.Ю. Козлов, В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 320 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004579-5, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=429722>
3. Основы инженерного эксперимента: Учебное пособие / С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, А.Е. Васильев. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 99 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-369-01301-4, 300 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=431382>

9.2.Дополнительная литература:

1. Шилов, Г. Я. Сравнительный анализ распределения поровых и пластовых давлений в разрезах нефтегазовых месторождений Ямальского региона [Электронный ресурс] / Г. Я. Шилов // Газовая промышленность, 2010. - №9. - С. 24 - 27. - Режим доступа: [URL: http://znanium.com/bookread.php?Book=433369](http://znanium.com/bookread.php?Book=433369)
2. Алгоритмизация и программирование : Учебное пособие / С.А. Канцедал. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 352 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0355-1, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread2.php?book=391351>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы –

Наименование ресурса	URL
Каталог образовательных интернет-ресурсов «Российское образование. Федеральный портал»	http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2285&min=20&orderby=hitsD&show=10
Сайт представителя разработчика программ STATISTICA for Windows	http://www.statsoft.ru/resources/statistica_text_book.php
Интернет-библиотека образовательных изданий «Университетская библиотека – online»,	http://biblioclub.ru/
Образовательный	http://www.exponenta.ru

1

1

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Электронно-библиотечная система «Znanium.com».

Электронно-библиотечная система «БиблиоРоссика».

Электронно-библиотечная система Издательства «Лань».

Научная электронная библиотека eLibrary.ru.

Компьютерный класс, лицензионное программное обеспечение «Statistika».

Компьютерный класс: 2 сервера IS Me-chanics™ SM-7; Программное обеспечение: Surfer 10; Microsoft OEM WIN XP PRO SP2b Russian; Microsoft Office 2007 Win32 Russian OLP NL AE 021-08246; Антивирус Касперского. Лицензионное программное обеспечение «Statistika»

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО аспирантуры
(Приказ Минобрнауки РФ от 30.07.2014 № 870)

Автор: канд. физ.-мат. наук, доцент Галеев А. А.

Рецензент: д. физ.-мат. наук, профессор Храмченков М. Г.

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссией Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ от 15 сентября 2015 года, протокол №1.