


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра геологии и нефтегазового дела

УТВЕРЖДЕН  
на заседании кафедры  
«24» мая 2024 г., протокол № 9  
Заведующий кафедрой  
 / Денисова Я.В.

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**Б1.О.08 Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли**  
(наименование дисциплины (модуля))

**Направление подготовки**  
**21.03.01 Нефтегазовое дело**  
(код и наименование направления подготовки)

**Наименование профиля**  
**«Управление разработкой нефтегазовых месторождений»**  
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

**Уровень высшего образования**  
**МАГИСТР**

Южно-Сахалинск, 2024

## Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ОПК – 5</b>	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в нефтегазовой отрасли и смежных областях	ОПК-5.1 дает оценку необходимости корректировки или устранения традиционных подходов при проектировании технологических процессов ОПК-5.2 применяет прикладные программные пакеты и системы моделирования систем и процессов в сфере добычи, переработки и транспортировки углеводородов, а также при выполнении научно-исследовательских работ ОПК-5.3 прогнозирует возникновение рисков при внедрении новых технологий, оборудования, систем

### Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часа).

Очная форма обучения

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	семестр	всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>2</b>	<b>29</b>
Лекции (Лек)	2	8
Практические занятия (ПР)	2	16
КонтПО	2	5
Промежуточная аттестация	2	экзамен
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>2</b>	<b>43</b>
- <i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);</i>		5
- <i>подготовка к практическим занятиям;</i>		
- <i>подготовка к промежуточной аттестации</i>		32
		6

### Примеры заданий для проведения текущего контроля

Задания выполняются на компьютере в Excel.

#### Задание 1

Использование метод деления отрезка пополам. Найти корни уравнения  $x^2 \cdot \cos(2x) + 1 = 0$  на отрезке  $[0; 2\pi]$ .

#### Задание 2

Решить систему методом Крамера

$$3x_1 - x_2 + x_3 + 2x_5 = 18$$

$$2x_1 - 5x_2 + x_4 + x_5 = -7$$

$$\begin{aligned}x_1 - x_4 + 2x_5 &= 8 \\ 2x_2 + x_3 + x_4 - x_5 &= 10 \\ x_1 + x_2 - 3x_3 + x_4 &= 1\end{aligned}$$

Задание 3

Решить систему методом Гаусса

$$\begin{cases} 2x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 10 \\ 4x_1 + x_2 - x_3 = 20 \\ 3x_1 + 4x_2 = 10 \end{cases}$$

Задание 4

Решить систему матричным методом

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 8x_3 = 3 \\ 3x_1 + 6x_2 - x_3 = 2 \\ 2x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 5 \end{cases}$$

Задание 5

Имеются три вертикальные скважины, в которых определены абсолютные отметки кровли пласта

Номер скважины n	Координаты скважины, м			Абсолют. отметка пласта z, м
	x	y	z	
1	355	142	1	125,6
2	210	163	1	148,3
3	224	281	1	105,2

Необходимо рассчитать абсолютную отметку кровли пласта с координатами  $x=240$  м,  $y=200$  м. азимут простирания, угол падения.

Задание 6

Дана выборка из 10 экспериментальных значений загрязненности воздуха концентрацией угарного газа, полученных в течение месяца. Используя мастер функций рассчитать статистические характеристики для этой выборки

День месяца	C (мг/м <sup>3</sup> )		
1	3	Показатель	Значение
4	3,7		
9	3		
14	3,2		
15	3,6		
19	3,9		
24	3		
28	4,6		
30	5		
		среднее значение	
		среднее гармоническое	
		среднее геометрическое	
		медиана	
		мода	
		дисперсия	
		стандартное отклонение	

Задание 7

Построить эмпирическое распределение профиля высот в метрах для следующей выборки. Построить диаграмму относительных и накопительных частот. Для накопительных частот диаграмма графиком.

Наблюдения				
64	62	58	63	61
57	62	63	58	58
63	60	61	60	60
62	64	59	59	64

Высота, м	Абсолютные частоты	Относительные частоты	Накопленные частоты

58	61	62	60	60
61	59	60	59	59
63	59	60	61	61
60	63	58	62	64
60	61	61	62	62
61	62	60	63	59
62	58	63	57	65


Рекомендация: Высота – используя функцию НАИМЕНЬШИЙ, находим минимальное значение, НАИБОЛЬШИЙ – максимальное значение, ширину интервала между ними 1 м  
Задание 8

Для выборки распределения профиля высот проверить соответствие выборочных данных нормальному закону распределения

Наблюдения				
67	58	54	61	60
57	62	63	58	58
63	60	61	60	60
62	64	59	59	64
58	61	62	60	60
61	59	60	59	59
63	59	60	61	61
60	63	58	62	64
60	61	61	62	62
61	62	60	63	59
62	58	63	57	65

Высота м	Абсолютные частоты	Относительные частоты	Накопленные частоты	Нормальное распределение	Теоретиче- ские частоты

Рекомендация:

1. Необходимо найти среднее значение и стандартное отклонение наблюдений
2. Нормальное распределение определяется с помощью функции НОРМ.РАСП, где  $x$  – это высота, интегральный – 0.
3. Теоретическая частота = Нормальное распределение \* Сумма Абсолютных частот
4. С помощью функции ХИ2ТЕСТ определить соответствие данных нормальному закону распределения, переводим в %

Задание 9

Найти с помощью наименьших квадратов аппроксимирующий многочлен для таблично заданной функции  $y=f(x)$ , приняв предположение, что:

1.  $f(x)$  является линейной
2.  $f(x)$  является квадратичной
3.  $f(x)$  является экспоненциальной

x	y
0,75	2,5
1,5	1,2
2,25	1,12
3	2,25
3,75	4,28

Построить для всех вариантов график аппроксимации и исходных данных

Задание 10

Для таблично заданной функции построить аппроксимирующую функцию, вычислить ожидаемые значения в точках 0; 0,75; 1,75; 2,8; 4,5.

0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
5,75	3,39	2,81	3,25	3,75	4,11	4,85	4,45	5,25

Построить график исходных данных и линии аппроксимирующих функций: Линейная, Полиномиальная 2 степени и Полиномиальная 3 степени. Проанализировать полученные на графике данные и сделать вывод, что лучше всего аппроксимирует исходные данные.

*Рекомендации:*

Для того, чтобы рассчитать значения коэффициента  $p_0$  и  $p_1$  используем функцию ЛИНЕЙН.

Для вычисления ожидаемого значения в точках используем функцию ТЕНДЕНЦИЯ.

### Контрольные вопросы к экзамену

Вопрос	Формируемая компетенция
1. Что такое моделирование?	ОПК – 5
2. Дайте определение понятия «модель».	ОПК – 5
3. Перечислите основные требования к модели.	ОПК – 5
4. Что представляет собой математическая модель?	ОПК – 5
5. Перечислите и охарактеризуйте этапы моделирования.	ОПК – 5
6. Какие уравнения называются нелинейными алгебраическими уравнениями? Какие методы существуют для решения таких уравнений?	ОПК – 5
7. Перечислите этапы нахождения решения. Какое необходимое условие существования корня на отрезке?	ОПК – 5
8. Дайте определение понятию «итерация». Какие вы знаете критерии остановки итерационного процесса?	ОПК – 5
9. В чем заключается суть метода деления отрезка пополам?	ОПК – 5
10. В чем заключается суть метода хорд?	ОПК – 5
11. В чем заключается суть метода Ньютона?	ОПК – 5
12. Что такое система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)?	ОПК – 5
13. Какой алгоритм решения методом обратной матрицы?	ОПК – 5
14. Какой алгоритм решения методом Крамера?	ОПК – 5
15. Какой алгоритм решения методом Гаусса?	ОПК – 5
16. Дайте определение понятию обыкновенные дифференциальные уравнения.	ОПК – 5
17. Чем отличается решение задачи Коши методом Рунге–Кутты второго порядка от решения методом Рунге–Кутты четвертого порядка?	ОПК – 5
18. Что такое аппроксимация?	ОПК – 5
19. В чем заключается метод наименьших квадратов?	ОПК – 5
20. В чем суть линейной аппроксимации?	ОПК – 5
21. В чем суть полиномиальной аппроксимации?	ОПК – 5
22. В чем суть логарифмической аппроксимации?	ОПК – 5
23. Какие встроенные функции Excel позволяют упростить процесс аппроксимации?	ОПК – 5
24. Как можно построить на графике в Excel аппроксимирующие функции?	ОПК – 5
25. Сравнить понятия генеральной совокупности и выборки.	ОПК – 5

26. Что такое выборочная функция? Описать алгоритм и требования для ее построения.	<b>ОПК – 5</b>
27. Перечислить и кратко охарактеризовать законы распределения случайных величин.	<b>ОПК – 5</b>
28. Что такое выброс? Для чего проводят отбраковку грубых измерений?	<b>ОПК – 5</b>
29. Дать определение доверительного интервала. Как он изменяется после отбраковки грубых измерений?	<b>ОПК – 5</b>
30. Дать определение погрешности. Перечислить виды погрешностей.	<b>ОПК – 5</b>

**Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена**

Сумма баллов, набранных студентом по дисциплине НА ЭКЗАМЕНЕ, переводится в оценку в соответствии с таблицей

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика уровня освоения дисциплины
от 85 до 100	«отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на итоговом уровне, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 70 до 84	«хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на среднем уровне: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 52 до 69	«удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 30 до 51	«не удовлетвори-	Студент демонстрирует сформированность дисципли-

	тельно»	плинарных компетенций на уровне ниже базового, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 29	«не удовлетвори- тельно»	Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

### Примеры тестовых заданий

**1. Имеются три вертикальные скважины, в которых определены абсолютные отметки кровли пласта, необходимо рассчитать абсолютную отметку кровли пласта с координатами  $x, y$ . Выберите алгоритм решения задачи:**

- a) Алгоритм 1
  - 1) Составляем матрицы:  $A$  – координаты скважин,  $B$  – абсолютная отметка пласта, заданных скважин
  - 2) Находим коэффициенты  $a, b, c$ :  $A^{-1} \cdot B$
  - 3) Подставляем найденные коэффициенты  $a, b, c$  в уравнение  $ax+by+c=z$ ,  $z$  - абсолютную отметку кровли пласта
- b) Алгоритм 2
  - 1) Составляем матрицы:  $A$  – координаты скважин,  $B$  – абсолютная отметка пласта, заданных скважин
  - 2) Находим коэффициенты  $a, b, c$ :  $A \cdot B$
  - 3) Подставляем найденные коэффициенты  $a, b, c$  в уравнение  $ax+by+c=z$ ,  $z$  - абсолютную отметку кровли пласта
- c) Алгоритм 3
  - 1) Составляем матрицы:  $A$  – координаты скважин,  $B$  – абсолютная отметка пласта, заданных скважин
  - 2) Находим коэффициенты  $a, b, c$ :  $A \cdot B$
  - 3) Подставляем найденные коэффициенты  $a, b, c$  в уравнение  $ax-by-c=z$ ,  $z$  - абсолютную отметку кровли пласта

**2. Имеются три вертикальные скважины, в которых определены абсолютные отметки кровли пласта, необходимо найти азимут простирания. Выберите алгоритм решения задачи:**

- a) Алгоритм 1
  - 1) Составляем матрицы:  $A$  – координаты скважин,  $B$  – абсолютная отметка пласта, заданных скважин
  - 2) Находим коэффициенты  $a, b, c$ :  $A^{-1} \cdot B$
  - 3) Находим азимут простирания  $\alpha = \arctg(-b/a)$
- b) Алгоритм 2
  - 1) Составляем матрицы:  $A$  – координаты скважин,  $B$  – абсолютная отметка пласта, заданных скважин
  - 2) Находим коэффициенты  $a, b, c$ :  $A \cdot B$
  - 3) Находим азимут простирания  $\alpha = \arctg(-b/a)$
- c) Алгоритм 3
  - 1) Составляем матрицы:  $A$  – координаты скважин,  $B$  – абсолютная отметка пласта, заданных скважин
  - 2) Находим коэффициенты  $a, b, c$ :  $A \cdot B$
  - 3) Находим азимут простирания  $\alpha = \arctg(-b/a)$

**3. Имеются три вертикальные скважины, в которых определены абсолютные отметки кровли пласта, необходимо найти угол падения. Выберите алгоритм решения задачи:**

- a) Алгоритм 1

- 1) Составляем матрицы: А – координаты скважин, В – абсолютная отметка пласта, заданных скважин
  - 2) Находим коэффициенты а, b, с:  $A^{-1} \cdot B$
  - 3) Находим угол падения  $\gamma = \arctg \sqrt{a^2 + b^2}$
  - b) Алгоритм 2
    - 1) Составляем матрицы: А – координаты скважин, В – абсолютная отметка пласта, заданных скважин
    - 2) Находим коэффициенты а, b, с:  $A^{-1} \cdot B$
    - 3) Находим угол падения  $\gamma = \arctg(-b/a)$
  - c) Алгоритм 3
    - 1) Составляем матрицы: А – координаты скважин, В – абсолютная отметка пласта, заданных скважин
    - 2) Находим коэффициенты а, b, с:  $A \cdot B$
    - 3) Находим угол падения  $\gamma = \arctg \sqrt{a^2 + b^2}$
- 4. Для выборки распределения профиля высот проверить соответствие выборочных данных нормальному закону распределения. Выберите алгоритм решения задачи:**
- a) Алгоритм 1
    - 1) Необходимо найти Абсолютные частоты
    - 2) Нормальное распределение определяется с помощью функции НОРМ.РАСП, где х – это высота, интегральный – 0.
    - 3) Теоретическая частота = Нормальное распределение \* Сумма Абсолютных частот
    - 4) С помощью функции ХИ2ТЕСТ определить соответствие данных нормальному закону распределения, переводим в %
  - b) Алгоритм 2
    - 1) Необходимо найти среднее значение и стандартное отклонение наблюдений
    - 2) Нормальное распределение определяется с помощью функции НОРМ.РАСП, где х – это высота, интегральный – 0.
    - 3) Теоретическая частота = Нормальное распределение \* Сумма Абсолютных частот
    - 4) С помощью функции ХИ2ТЕСТ определить соответствие данных нормальному закону распределения, переводим в %
  - c) Алгоритм 3
    - 1) Необходимо найти Абсолютные частоты
    - 2) Нормальное распределение определяется с помощью функции НОРМ.РАСП, где х – это высота, интегральный – 1.
    - 3) Теоретическая частота = Нормальное распределение \* Сумма Абсолютных частот
    - 4) С помощью функции ХИ2ТЕСТ определить соответствие данных нормальному закону распределения, переводим в %
- 5. Какой из методов решения системы уравнений наиболее трудоемкий?**
- a) Метод Крамера
  - b) Метод Гаусса
  - c) Метод обратной матрицы
- 6. Какой из методов решения системы уравнений наиболее точный?**
- a) Метод Крамера
  - b) Метод Гаусса
  - c) Метод обратной матрицы
- 7. Какую аппроксимирующую функцию применяют для описания данных, которые вначале быстро растут или убывают, а затем стабилизируются?**
- a) Линейную



- b) Логарифмическую
- c) Степенную

**8. Какую аппроксимирующую функцию применяют для описания данных, которые возрастают или убывают с постоянной скоростью?**

- a) Линейную
- b) Логарифмическую
- c) Степенную

**9. Какая встроенная функция Excel применяется для вычисления коэффициента регрессии?**

- a) ЛИНЕЙН
- b) ТЕНДЕНЦИЯ
- c) ХИ2ТЕСТ

**10. Какая встроенная функция Excel применяется для расчета значения по методу наименьших квадратов?**

- a) ЛИНЕЙН
- b) ТЕНДЕНЦИЯ
- c) ХИ2ТЕСТ

**11. Как можно построить на графике в Excel аппроксимирующие функции? Выберите алгоритм:**

- a) Алгоритм 1
  - 1) По исходным данным строим точечный график
  - 2) Щелкаем правой кнопкой мыши по одной из точек графика
  - 3) В появившемся диалоговом окне выбираем команду Добавить линию тренда
  - 4) В появившемся диалоговом окне выбираем тип линии тренда
- b) Алгоритм 2
  - 1) По исходным данным строим линейный график
  - 2) Щелкаем правой кнопкой мыши на линии графика
  - 3) В появившемся диалоговом окне выбираем команду Добавить линию тренда
  - 4) В появившемся диалоговом окне выбираем тип линии тренда
- c) Алгоритм 3
  - 1) По исходным данным строим поверхность
  - 2) Щелкаем правой кнопкой мыши по поверхности
  - 3) В появившемся диалоговом окне выбираем команду Добавить линию тренда
  - 4) В появившемся диалоговом окне выбираем тип линии тренда

**12. При глобальной интерполяции...**

- a) На весь интервал строится один многочлен
- b) Для каждой части интервала строится свой многочлен
- c) На каждом участке используется уравнение прямой

**13. Какая встроенная функция Excel применяется для вычисления вероятности совпадений наблюдаемых значений и теоретических значений?**

- a) ЛИНЕЙН
- b) ТЕНДЕНЦИЯ
- c) ХИ2ТЕСТ

**14. Какая встроенная функция Excel применяется для вычисления теоретической частоты?**

- a) ЛИНЕЙН
- b) НОРМРАСП
- c) ХИ2ТЕСТ

**15. Какая встроенная функция Excel применяется для вычисления границ доверительного интервала?**

- a) НОРМРАСП
- b) ХИ2ТЕСТ

с) ДОВЕРИТ

**Критерии оценки тестирования обучающихся**

Уровень сформированности знаний	Критерии оценивания Знаний
Сформированные систематические знания состояния и направлений использования достижений науки и практики в профессиональной деятельности; основных объектов, явлений и процессов в нефтегазовой отрасли и смежных областях	90-100 % правильных ответов
Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания состояния и направлений использования достижений науки и практики в профессиональной деятельности; основных объектов, явлений и процессов в нефтегазовой отрасли и смежных областях	70-89 % правильных ответов
Общие, но не структурированные знания состояния и направлений использования достижений науки и практики в профессиональной деятельности; основных объектов, явлений и процессов в области охраны труда и промышленной безопасности в нефтяной и газовой промышленности	50-69 % правильных ответов
Фрагментарные знания состояния и направлений использования достижений науки и практики в профессиональной деятельности	49% и меньше правильных ответов