

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Антрацитовский институт геосистем и технологий

Кафедра инженерии и общеобразовательных дисциплин



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Антрацитовского института  
геосистем и технологий

доц. Крохмалёва Е.Г.

«27» 04 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине

Аналитические и численные методы  
в планировании экспериментов и инженерном анализе

Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование  
Магистерская программа Экологическая безопасность

Разработчик:

доцент

Е.Г. Крохмалева

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры инженерии и  
общеобразовательных дисциплин

от «14» 04 20 23 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

инженерии и общеобразовательных дисциплин

Е.Г. Крохмалева

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00C0AE9BC40349D124B4B74D21A2EEBA99  
Действителен с 24.07.2024 по 17.10.2025  
Владелец КРОХМАЛЕВА ЕЛЕНА ГЕОРГИЕВНА

2023 г.

**Паспорт**  
**фонда оценочных средств по учебной дисциплине**  
**Аналитические и численные методы**  
**в планировании экспериментов и инженерном анализе**

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля)

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Код<br/>контроли-<br/>руемой<br/>компетен-<br/>ции</b> | <b>Формулировка<br/>контролируемой<br/>компетенции</b>                                                                                                                             | <b>Контролируемые темы учебной<br/>дисциплины</b>                                                     | <b>Этапы<br/>формиро-<br/>вания<br/>(семестр<br/>изучения)</b> |
|------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1                | ПК-1                                                      | Способен творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры | Тема 1. Линейная алгебра. Элементы функционального анализа.                                           | 1                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 2. Дифференциальные уравнения.                                                                   | 1                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 3. Математическая статистика.                                                                    | 1                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 4. Обработка опытных данных.                                                                     | 1                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 5. Теоретические исследования.                                                                   | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 6. Основы методологии научного исследования.                                                     | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 7. Планирование экспериментов и наблюдений.                                                      | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 8 .Основы математического и физического моделирования в строительстве.                           | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 9. Экспериментальные исследования.                                                               | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 10. Конструирование методики и подбор аппаратуры для экспериментальных исследований.             | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 11. Математическая обработка экспериментальных данных.                                           | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 12. Обработка и анализ результатов исследования.                                                 | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 13. Методические подходы к обобщению результатов исследования в рамках магистерской диссертации. | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 4. Обработка опытных данных.                                                                     | 1                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 5. Теоретические исследования.                                                                   | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 6. Основы методологии научного исследования.                                                     | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 7. Планирование экспериментов и наблюдений.                                                      | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 9. Экспериментальные исследования.                                                               | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 10. Конструирование методики и подбор аппаратуры для экспериментальных исследований.             | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 11. Математическая обработка экспериментальных данных.                                           | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 12. Обработка и анализ результатов исследования.                                                 | 2                                                              |
|                  |                                                           |                                                                                                                                                                                    | Тема 13. Методические подходы к обобщению результатов исследования в рамках магистерской диссертации. | 2                                                              |

**Показатели и критерии оценивания компетенций,  
описание шкал оценивания**

| №<br>п/п | Код<br>контроли-<br>руемой<br>компетен-<br>ции | Показатель оценивания<br>(знания, умения, навыки)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Контролируе-<br>мые темы<br>учебной<br>дисциплины                                                                                                                                                      | Наименование<br>оценочного<br>средства                                                                  |
|----------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | ПК-1                                           | <p><b>знать:</b> способы творческого использования в научной и производственно-технологической деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры</p> <p><b>уметь:</b> творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры</p> <p><b>владеть навыками:</b> творческого использования в научной и производственно-технологической деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры</p> | <p>Тема 1.</p> <p>Тема 2.</p> <p>Тема 3.</p> <p>Тема 4.</p> <p>Тема 5.</p> <p>Тема 6.</p> <p>Тема 7.</p> <p>Тема 8.</p> <p>Тема 9.</p> <p>Тема 10.</p> <p>Тема 11.</p> <p>Тема 12.</p> <p>Тема 13.</p> | <p>опрос</p> <p>теоретического</p> <p>материала,</p> <p>выполнение</p> <p>практических</p> <p>работ</p> |



**Фонды оценочных средств по дисциплине**  
**«Аналитические и численные методы**  
**в планировании экспериментов и инженерном анализе»**

**Опрос теоретического материала (первый семестр)**

**Тема 1. Линейная алгебра. Элементы функционального анализа.**

1. Что такое линейное пространство?
2. Приведите примеры линейных пространств.
3. Что понимают под операцией в линейном пространстве?
4. Сформулируйте свойства линейных пространств.
5. Что называется линейным пространством над полем  $K$ ?
6. Сформулируйте элементарные теоремы теории линейных пространств.
7. Сформулируйте общее определение линейной комбинации элементов и линейной функции.
8. Сформулируйте определение линейно независимой системы векторов.
9. Сформулируйте определение линейно зависимой системы векторов.
10. Сформулируйте критерий линейной зависимости векторов.
11. Сформулируйте свойства линейно зависимых и независимых систем векторов.
12. Дайте определение базы линейного пространства.
13. Дайте определение базиса линейного пространства.
14. Сформулируйте теорему о линейных комбинациях базисных векторов.
15. Дайте определение полной системы векторов.
16. Сформулируйте теорему о единственности разложения по базису.
17. Дайте определение координат вектора  $x$  в базисе  $B = \{e_1, \dots, e_n\}$ .
18. Что такое столбец координат вектора линейного пространства?
19. Сформулируйте теорему Штейница.
20. Сформулируйте теорему о количестве базисных векторов.
21. Сформулируйте теорему о дополняемости до базиса.
22. Дайте определение подпространства линейного пространства.
23. Сформулируйте критерий подпространства.
24. Сформулируйте теорему о внутренней характеристизации линейной оболочки.
25. Сформулируйте следствие о линейной оболочке подсистемы.
26. Назовите стандартные способы задания подпространств.
27. Дайте определение суммы подпространств.
28. Сформулируйте теорему о сумме подпространств.
29. Сформулируйте теорему о размерности суммы подпространств.
30. Дайте определение прямой суммы подпространств.
31. Сформулируйте критерий прямой суммы подпространств.
32. Сформулируйте теорему о разложении в прямую сумму одномерных подпространств.
33. В чем смысл задания подпространства системой уравнений?
34. Какие бывают виды систем линейных уравнений?
35. Сформулируйте свойства систем линейных уравнений.



36. Как проверить линейную систему уравнений на совместность?
37. Сформулируйте алгоритм решения линейных систем уравнений.
38. Назовите способы решения линейных систем уравнений.
39. Как найти подпространства решений в случае бесчисленного множества решений?
40. Что такое скаляры?
41. Дайте определение матрицы размера  $m \times n$  над полем  $K$ .
42. Дайте определение равных матриц.
43. Дайте определение нулевой матрицы.
44. Дайте определение матрицы, противоположной данной.
45. Как сложить, умножить на скаляр матрицы?
46. Сформулируйте свойства умножения матрицы на скаляр.
47. Сформулируйте свойства умножения матриц.
48. Сформулируйте свойства обратных матриц.
49. Назовите основные типы линейных преобразований.
50. Что называется собственным вектором?
51. Что называется собственным числом (собственным значением)?
52. Что называется спектром  $\sigma$  линейного оператора?
53. Как найти СВ и СЗ?
54. Как привести квадратичную формы к каноническому виду?
55. Сформулируйте метод Лагранжа.
56. Сформулируйте метод собственных векторов.
57. Запишите общее уравнение поверхности второго порядка.
58. Проклассифицируйте поверхности второго порядка.
59. Дайте определение цилиндрической поверхности с образующей, параллельной оси  $Oz$ .
60. Какая поверхность  $S$  называется  $l$ -кратно линейчатой?
61. Как определяются геометрические пространства многомерной аналитической геометрии?
62. Какими свойствами должен обладать вещественнозначный функционал  $x \mapsto \|x\|$ , определенный на  $X$ , чтобы называться нормой?
63. В каком случае говорят, что  $\{x_n\}$  сходится к  $x$  по норме ( $x_n \rightarrow x$ )?
64. Ряды в ЛНП.
65. Что такое гильбертово пространство?
65. Неравенство Коши-Буняковского.
66. Ряд Маклорена.
67. Ряд Фурье.

## **Тема 2. Дифференциальные уравнения.**

1. Назовите виды дифференциальных уравнений.
2. Что такое дифференциальные уравнения второго и высших порядков?
3. Что такое система линейных дифференциальных уравнений?
4. Назовите способы решения систем линейных дифференциальных уравнений.
5. В чем заключается матричный способ решения систем линейных дифференциальных уравнений?

6. В чем заключается метод Эйлера решения систем линейных дифференциальных уравнений?
7. Дайте определение уравнения в частных производных второго порядка.
8. Проклассифицируйте уравнения в частных производных второго порядка.
9. Назовите способы решения уравнений в частных производных второго порядка.
10. В чем заключается решение уравнения в частных производных второго порядка методом Фурье?
11. Что такое интегральная кривая поля направлений?
12. Что называется фазовым пространством?
13. Система какого вида называется прямым произведением двух дифференциальных уравнений?
14. В чем преимущество операторных методов решения системы линейных интегро-дифференциальных уравнений по сравнению с классическими?
15. В чем смысл преобразований Лапласа?
16. Какая функция называется оригиналом?
17. Какая функция называется изображением?
18. Какую задачу решает прямое преобразование Лапласа?
19. В чем особенность составления уравнений для  $L$ -изображений колебаний при нулевых начальных условиях?
20. В чем особенность составления уравнений для  $L$ -изображений колебаний при ненулевых начальных условиях?

### **Тема 3. Математическая статистика.**

1. Что изучает математическая статистика?
2. Что называется генеральной совокупностью?
3. Что называется выборочной совокупностью (выборкой)?
4. Что такое случайная величина?
5. Какие различают статистические ряды?
6. Какой вид имеет дискретный вариационный ряд?
7. Какой вид имеет интервальный вариационный ряд?
8. Функцию какого вида называют эмпирической функцией распределения выборки?
9. Что такое статистическое распределение выборки?
10. Что называют полигоном частоты выборки?
11. Что такое полигон относительных частот?
12. Дайте определение гистограммы частот выборки.
13. Что такое гистограмма относительных частот?
14. Нормальное (гауссово) распределение.
15. Распределение  $\chi^2$  (Пирсона).
16.  $t$ -распределение (Стьюдента).
17.  $F$ -распределение (Снедекора-Фишера).
18. Какие оценки применяются в математической статистике?
19. Что подразумевают под точечной оценкой?
20. Назовите параметры распределения генеральной совокупности.
21. Какая дисперсия выступает в качестве точечных оценок этих параметров?
22. Чем, кроме дисперсий, можно пользоваться для характеристики

рассеивания значений генеральной совокупности вокруг своего среднего?

23. В каком случае несмещенная оценка называется эффективной, а в каком состоятельной?

24. Интервал какого вида называется  $\gamma$ -доверительным интервалом?

25. Что такое доверительная вероятность?

26. Приведите алгоритм одного из методов построения доверительных интервалов.

27. Насколько широк доверительный интервал?

28. От чего зависит ширины доверительного интервала?

29. Включает ли ДИ какие-либо значения, представляющие особенный интерес?

30. Что такое уровень значимости  $\alpha$  для ДИ?

31. Что такое уровень доверия  $\beta = 1 - \alpha$  для ДИ?

32. Какой вид имеет доверительный интервал для среднего при неизвестной дисперсии, но большой выборке ( $n > 30$ )?

31. Что означает фраза "истинное значение того или иного параметра лежит в определенных пределах [...] с вероятностью 0.95"?

32. Какая зависимость называется корреляционной?

33. Что такое регрессионный анализ?

34. Какие задачи решаются с помощью регрессионного анализа?

35. Сформулируйте свойства выборочного коэффициента корреляции.

36. Что такое парная линейная регрессия?

37. Сформулируйте алгоритм для нахождения уравнения регрессии.

38. Что такое статистическая гипотеза?

39. Назовите шаги проверки статистических гипотез.

40. Какие бывают статистические гипотезы? Охарактеризуйте каждую.

41. Что такое статистический критерий?

42. Каких видов бывают статистические критерии?

43. Назовите свойства статистического критерия.

#### **Тема 4. Обработка опытных данных.**

1. В чем суть метода наименьших квадратов (МНК)?

2. В чем состоит задача метода наименьших квадратов?

3. Где применяется метод наименьших квадратов?

4. Дайте краткую инструкцию по методу наименьших квадратов.



## Опрос теоретического материала (второй семестр)

### Тема 5. Теоретические исследования.

1. Что такое наука?
2. Как можно рассматривать науку в различных измерениях?
3. Чем отличаются простые знания от научных?
4. Какова цель науки?
5. Что такое научная теория?
6. Что является основой любой науки?
7. Что такое научный метод?
8. Что такое метод исследования?
9. Какие вы знаете методы исследования?
10. Что предполагает гипотетический метод познания?
11. Сформулируйте цель научного исследования.
12. Назовите этапы выполнения исследовательской работы (последовательность выполнения).
13. По каким признакам классифицируют научные исследования?
14. Назовите уровни методов научного познания. Охарактеризуйте каждый.
15. Что понимают под научным направлением НИР?
16. Дайте понятие научно-технической информации.
17. Какие документы могут быть носителями информации?
18. Какие различают потоки информации?
19. Что такое восходящий поток информации?
20. Что понимают под нисходящим потоком информации?
21. Какую работу осуществляют справочно-информационные фонды (СИФ)?
22. Что такое основной фонд?
23. Что такое справочный фонд?
24. Что такое информационный поиск?
25. Как формируется список использованной литературы?

### Тема 6. Основы методологии научного исследования.

1. С чего начинаются научные исследования?
2. Что такое методика научных исследований?
3. Назовите методики теоретических исследований.
4. Назовите методики экспериментальных исследований.
5. Что такое технологическая документация?
6. Назовите стадии разработки технологической документации.
7. Перечислите виды разрабатываемых документов.
8. Что является основным технологическим документом?
9. Что включает в себя технологическая документация общего назначения?
10. Каковы цели научно-исследовательской работы?
11. Каковы задачи научно-исследовательской работы?
12. Какие задачи являются основными задачами функционирования системы НИР?
13. Что такое научное направление?
14. Что понимают под научной проблемой?
15. Что такое научная проблема?

16. Что такое гипотеза?
17. Какую последовательность действий предполагает постановка научной проблемы?
18. Какие гипотезы различают в зависимости от логического пути развития?
19. Какие требования предъявляются к гипотезе?
20. Какие основные этапы включает в себя структура исследования?
21. Как построить гипотезу?
22. С помощью каких методов исследования мы можем подтвердить или опровергнуть гипотезы?
23. Что такое предмет исследования?
24. Что такое объект исследования?
25. Что больше, объект или предмет исследования?
26. Дайте определение понятию "тема научного исследования".
27. Какой должна быть тема научного исследования?
28. Какие требования предъявляются к научной теории?
29. Постановка задачи исследования.
30. Выдвижение идеи.
31. Определите пути решения научной задачи.

### **Тема 7. Планирование экспериментов и наблюдений.**

1. В чем принципиальное отличие метода ранговой корреляции от других методов исследования?
2. В каких случаях метод ранговой корреляции не дает желаемого эффекта?
3. Какова общая стратегия исследования при определении факторов, влияющих на процесс.
4. Для чего служат коэффициент конкордации?
5. Что характеризует матрица рангов?
6. Как по диаграмме рангов определить факторы, оказывающие существенное влияние на исследуемый процесс?
7. Какого типа практические задачи обычно решают методом дисперсионного анализа?
8. Как математически формулируется задача однофакторного дисперсионного анализа?
9. В чем заключается основная идея метода дисперсионного анализа?
10. Каким образом производится оценивание существенности влияния фактора в однофакторном дисперсионном анализе?
11. Как производится оценивание влияния двух факторов и их взаимодействий в двухфакторном дисперсионном анализе?
12. Чем ограничивается применение метода насыщенных планов при исследовании технологических процессов?
13. Почему при реализации метода сверхнасыщенных планов рекомендуется разбивать факторы на группы с учетом особенностей технологического процесса?
14. Почему общая матрица планирования эксперимента в методе сверхнасыщенных планов строится путем случайного смешивания строк групповых планов?
15. Каковы условия применения метода случайного баланса и почему они не мешают широкому использованию этого метода при исследовании технологических

процессов?

16. Почему на каждой последующей серии диаграмм рассеивания повышается точность оценки рассматриваемых эффектов?

17. Где производится более точная оценка фактора: на диаграмме рассеивания или с помощью вспомогательных таблиц и рассчитываемых с их помощью коэффициентов регрессии?

18. Какова общая стратегия исследования при определении факторов, влияющих на процесс?

19. Что называется полным факторным экспериментами?

20. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы варьирования?

21. Указать порядок проведения эксперимента методом ПФЭ.

22. Как составляется матрица планирования ПФЭ?

23. Как выбрать центр плана эксперимента?

24. Чем определяется величина интервала варьирования фактора?

25. Почему необходимо проведение параллельных опытов и их рандомизация?

26. Как зависит число уровней варьируемых факторов от порядка имитационной модели, представленной в виде полинома?

27. В чем заключается смысл разработки математической модели по принципу «от простого – к сложному»?

28. Каков порядок статистической обработки и анализа результатов эксперимента?

29. При каких условиях не соблюдается требование воспроизводимости эксперимента и как следует поступить в этом случае?

30. Как проверить значимость оценок коэффициентов регрессии?

31. Поясните различие применения критерия Стьюдента для оценки выборочных средних значений случайной величины и оценки значимости коэффициента полинома.

32. При каких условиях оценки коэффициентов регрессии незначимы и как эти условия устранить?

33. Как проверить адекватность математической модели?

34. При каких условиях не соблюдается требование адекватности математической модели и как следует поступить в этом случае?

35. Назовите основные этапы планирования эксперимента.

## **Тема 8. Основы математического и физического моделирования в строительстве.**

1. Что такое модель?

2. Что называется моделированием?

3. Какое можно выделить моделирование?

4. Какое моделирование называется материальным (физическим) моделированием?

5. Какое моделирование называется идеальным моделированием?

6. Какие модели относятся к идеальным моделям?

7. Что лежит в основе физического моделирования?

8. Число Рейнольдса.

9. Число Фруда.



10. Классификация математических моделей.
11. Этапы математизации знаний.
12. Назовите сферы применения вычислительного эксперимента и математического моделирования.
13. Какие этапы включает в себя вычислительный эксперимент?
14. Какие этапы включает в себя математическое моделирование?
15. Приведите примеры построения математических моделей.
16. Что такое алгоритм?
17. Назовите способы проведения эксперимента.
18. Какие три основных источника ошибок существует при измерении физических величин?
19. Моделирование на основе закона сохранения.
20. Наименьшее действие.
21. Моделирование на основе принципа наименьшего.
22. Моделирование поиска оптимального решения.
23. Построение математической модели.

### **Тема 9. Экспериментальные исследования.**

1. Назовите виды экспериментов.
2. Естественные эксперименты.
3. Искусственные эксперименты.
4. Вычислительные эксперименты.
5. Лабораторный эксперимент.
6. Натурный эксперимент.
7. Исследовательский (поисковый) эксперимент.
8. Подтверждающий эксперимент.
9. Физическое моделирование исследуемого процесса.
10. Понятие экспериментального метода. Прямые и косвенные измерения. Динамическое измерение. Контактные и бесконтактные методы измерений.
11. Виды спектроскопии. Спектральные приборы. Источники спектров. Методы спектрального разложения.
12. Системы измерений. Определения основных единиц измерения в системе СИ.
13. Фотохронографический режим регистрации динамических процессов. Примеры регистрации процессов. Скоростные методы оптико-механической регистрации: фоторегистраторы и кадровые камеры.
14. Возникновение погрешностей измерений Лабораторный, натурный, вычислительный эксперимент.
15. Физическое моделирование. Лабораторное моделирование физических процессов. Масштабирование физических процессов и явлений.

### **Тема 10. Конструирование методики и подбор аппаратуры для экспериментальных исследований.**

1. Подготовка образцов и элементов.
2. Разработка плана контроля переменных.
3. Планирование эксперимента. Ведение лабораторного журнала. Анализ и интерпретация наблюдений.

4. Проведение эксперимента.

5. Критерии подобия: механического движения, конвективных процессов, процессов теплопередачи между жидкостью (газом) и обтекаемым телом, учитывающие силы гравитации нестационарных движений жидкостей или газов.

6. Принцип обратимости движения. Физическое подобие. Автомодельное течение.

7. Электронные, оптические микроскопы. Сканирующие электронные системы. Растровые микроскопы. Факторы, определяющие увеличение, разрешающую способность и глубину резкости. Сканирующий туннельный микроскоп. Рентгеновский микроскоп.

8. Средства измерений. Методы контроля давлений в процессе эксперимента. Единицы измерения давления. Высокий вакуум, сверхвысокий вакуум.

9. Понятие модели, выбор модели. Решение обратных задач методом подбора. Примеры.

10. Обработка и интерпретация результатов.

11. Подготовка научного отчета.

12. Подготовка образцов для экспериментальных исследований.

### **Тема 11. Математическая обработка экспериментальных данных.**

1. Анализ результатов экспериментальных исследований.

2. Подготовка результатов исследования к публикации и научной периодической печати.

3. Научно-технический отчет.

4. Реферат.

5. Работа с электронной таблицей Excel.

6. Математическая обработка экспериментальных данных.

7. Аппроксимация экспериментальных данных.

8. Автокорреляционная функция.

### **Тема 12. Обработка и анализ результатов исследования.**

1. Этапы обработки первичной информации.

2. Классификация шкал для измерения экспериментальных характеристик.

3. Что включает в себя понятие надежности шкалы?

4. Сформулируйте методы статистической обработки первичной информации.

5. Сопоставление результатов теоретических и экспериментальных исследований.

6. Критерии сопоставления.

7. Критерии адекватности теоретических зависимостей экспериментальным.

8. Построение графиков и диаграмм в электронной таблице Excel

### **Тема 13. Методические подходы к обобщению результатов исследования в рамках магистерской диссертации.**

1. Чем обоснована актуальность темы исследований?

2. В чём состоит рабочая гипотеза исследований?

3. Сформулируйте цель исследований.

4. Сформулируйте задачи исследований.

5. Перечислите работы, которые предстоит выполнить

6. Какие были изучены источники научно-технической информации по теме исследования?
7. Каковы научные достижения по теме исследования?
8. В чём состоят недостатки существующих методов решений научно-технических задач по теме исследования?
9. Какими методами может решаться рассматриваемая научно-техническая задача?
10. Какой метод лежит в основе решения рассматриваемой научно-технической задачи?
11. Какое оборудование необходимо для решения рассматриваемой научно-технической задачи?
12. Какие эксперименты (расчёты) Вы уже проводили? Какое оборудование и программное обеспечение для этого требовалось?
13. Какова точность получаемых результатов измерений (вычислений)?
14. Как Вы оцениваете достоверность результатов исследований?
15. Опишите алгоритм исследований.
16. Какие тестовые исследования Вы выполняли?
17. Влияние каких факторов Вы будете исследовать?
18. Какие величины Вы исследуете?
19. Какой метод был использован для составления плана исследований?
20. Сколько опытов Вы предполагаете провести?
21. Сколько повторных экспериментов Вы будете проводить для одного варианта?
22. Сколько опытов было проведено?
23. Какова методика измерений (вычислений)?
24. Какие были приняты допущения?
25. Какова точность измерений?
26. Какие сложности были выявлены при проведении исследований?
27. Потребовалась ли корректировка плана проведения исследований?
28. Выявлены ли были промахи при проведении измерений?
29. Какой метод был использован для статистической обработки результатов исследований?
30. Каков разброс в результатах исследований?
31. Подтвердилась ли рабочая гипотеза?
32. Что явилось результатом исследований?
33. Что было выполнено лично автором?
34. В каком виде представлены результаты исследований?
35. Какие выводы сформулированы?
36. Диссертация как научный труд, целостный по форме и оригинальный по содержанию.
37. Обобщение и обсуждение результатов исследования.
38. Представление результатов исследования научной общественности.
39. Анализ графиков и диаграмм.
40. Интерпретация результатов. Научно-технический отчет. Реферат.



### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству собеседование (устный/письменный опрос)

| Шкала оценивания           | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отлично<br>(5)             | Ответ полный и правильный на основании изученного материала. Выдвинутые положения аргументированы и иллюстрированы примерами. Материал изложен в определенной логической последовательности, с использованием научных терминов; ответ самостоятельный. Обучающийся уверенно отвечает на дополнительные вопросы.                                                                                                         |
| хорошо<br>(4)              | Ответ полный и правильный, подтвержден примерами; но их обоснование не аргументировано. Материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены 2-3 несущественные погрешности, исправленные по требованию экзаменатора. Материал изложен осознанно, самостоятельно, с использованием научных терминов. Обучающийся испытывает незначительные трудности в ответах на дополнительные вопросы.   |
| удовлетворительно<br>(3)   | Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены правильно, но обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; ответ носит преимущественно описательный характер. Научная терминология используется недостаточно. Обучающийся испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы. |
| неудовлетворительно<br>(2) | Ответ недостаточно логически выстроен, самостоятелен. Основные понятия употреблены неправильно, обнаруживается недостаточное раскрытие теоретического материала. Выдвигаемые положения недостаточно аргументированы и не подтверждены примерами; Научная терминология используется недостаточно. Обучающийся испытывает достаточные трудности в ответах на вопросы.                                                     |

## Практические работы (первый семестр)

### Практическая работа 1.

1. Доказать, что система векторов координатного пространства  $R^n$

$$e_1 = [1, 0, 0, \dots, 0],$$

$$e_2 = [0, 1, 0, \dots, 0],$$

... .. ,

$$e_n = [0, 0, \dots, 0, 1]$$

образует некоторый базис в  $R^n$ , и найти размерность этого пространства.

2. Доказать, что система векторов  $1, t, t^2$ , образует в пространстве многочленов степени, меньшей или равной 2, некоторый базис, и найти размерность этого пространства.

3. Образуют ли векторы пространства  $R^3$   $e_1 = \{1, 2, 3\}$  и  $e_2 = \{0, 2, 3\}$  базис в  $R^3$ ?

4. Образуют ли векторы пространства  $R^3$   $e_1 = \{1, 2, 3\}$ ,  $e_2 = \{0, -1, 1\}$  и  $e_3 = \{1, 1, 4\}$  базис в  $R^3$ ?

5. Даны три вектора пространства  $R^3$   $e_1 = \{2, 0, 1\}$ ,  $e_2 = \{1, -1, 1\}$  и  $e_3 = \{1, -1, -2\}$ . Доказать, что эти векторы образуют базис в  $R^3$  и найти координаты векторов  $x = \{3, -1, 2\}$ ,  $y = \{7, -1, 1\}$  и  $2x + 4y$  в этом базисе.

6. Найти какой-нибудь базис и размерность пространства  $M$  квадратных матриц 2-ого порядка.

7. Найти базис системы векторов  $(a_1, a_2, \dots, a_m)$ , ранг и выразить векторы по базе. Если  $a_1 = (0, 0, 1, -1)$ ,  $a_2 = (1, 1, 2, 0)$ ,  $a_3 = (1, 1, 1, 1)$ ,  $a_4 = (3, 2, 1, 4)$ ,  $a_5 = (2, 1, 0, 3)$ .

### Практическая работа 2.

1. Найти собственные числа и собственные векторы линейных операторов, заданных своими матрицами.

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 2 \\ 5 & 3 & 3 \\ -1 & 0 & -2 \end{pmatrix}$$

2. Найти ортогональное преобразование, приводящее следующие формы к каноническому виду, и написать этот канонический вид:

$$11x_1^2 + 5x_2^2 + 2x_3^2 + 16x_1x_2 + 4x_1x_3 - 20x_2x_3.$$

3. Построить поверхность  $z = x^2 + y^2$ . Записать неравенства, определяющие внутреннюю и внешнюю часть эллиптического параболоида.

4. Разложить функцию  $f(x) = \ln(1-x^2)$  в ряд Маклорена. Найти область сходимости полученного ряда.

### Практическая работа 3.

1. Решить дифференциальное уравнение  $y'' + y' - 2y = 0$ .

2. Найти общее решение дифференциального уравнения, выполнить проверку  $y'' - 4y' = 0$ .

3. Найти частное решение дифференциального уравнения  $y'' - 4y = 0$ , удовлетворяющее начальным условиям  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 2$ .

4. Решить однородное дифференциальное уравнение третьего порядка  $y''' + y' = 0$ .

#### Практическая работа 4.

1. Решить систему:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_1 + x_2 + t \\ \frac{dx_2}{dt} = -4x_1 - 3x_2 + 2t \end{cases}$$

2. Решить систему при  $x = 0, y = 1, z = 5$ :

$$\begin{cases} y' = 3y - z \\ z' = 10y - 4z \end{cases}$$

3. Привести к каноническому виду уравнение

$$u''_{xx} + 2u''_{xy} + u''_{yy} - 2u'_x - 5u'_y - 3u + xy = 0.$$

4. Решить уравнение Пфаффа

$$z^2 dx + z dy + (3zx + 2y) dz = 0.$$

5. Найти области гиперболичности, эллиптичности и параболичности уравнения и исследовать их зависимость от  $l$ , где  $l$  – числовой параметр.

$$(l-x)u_{xx} + 2xyu_{xy} - y^2u_{yy} = 0.$$

#### Практическая работа 5.

1. Служба контроля Энергосбыта провела выборочную проверку расхода электроэнергии жителями одного из многоквартирных домов. С помощью случайного отбора было выбрано 10 квартир и определен расход электроэнергии в течение одного из летних месяцев (кВт\*час): 125, 78, 102, 140, 90, 45, 50, 125, 115, 112. С вероятностью 0.95 определите доверительный интервал для среднего расхода электроэнергии на одну квартиру во всем доме при условии, что отбор был: а) повторным; б) бесповторным, и в доме имеется 70 квартир.

2. В результате 10 независимых измерений некоторой величины  $X$ , выполненных с одинаковой точностью, получены опытные данные, приведенные в таблице. Предполагая, что результаты измерений подчинены нормальному закону распределения вероятностей, оценить истинное значение величины  $X$  при помощи доверительного интервала, покрывающего истинное значение величины  $X$  с доверительной вероятностью 0,95.

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1,2 | 2,3 | 2,7 | 2,1 | 2,6 | 3,1 | 1,8 | 3,0 | 1,7 | 1,4 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

3. Имеются данные средней выработки на одного рабочего  $Y$  (тыс. руб.) и товарооборота  $X$  (тыс. руб.) в 20 магазинах за квартал. На основе указанных данных требуется:

1) определить зависимость (коэффициент корреляции) средней выработки на одного рабочего от товарооборота,

2) составить уравнение прямой регрессии этой зависимости.

4. С целью анализа взаимного влияния зарплаты и текучести рабочей силы на пяти однотипных фирмах с одинаковым числом работников проведены измерения уровня месячной зарплаты  $X$  и числа уволившихся за год рабочих  $Y$ :

$X$  100 150 200 250 300

$Y$  60 35 20 20 15

Найти линейную регрессию  $Y$  на  $X$ , выборочный коэффициент корреляции.



5. Компанию по прокату автомобилей интересует зависимость между пробегом автомобилей  $X$  и стоимостью ежемесячного технического обслуживания  $Y$ . Для выяснения характера этой связи было отобрано 15 автомобилей. Постройте график исходных данных и определите по нему характер зависимости. Рассчитайте выборочный коэффициент линейной корреляции Пирсона, проверьте его значимость при 0,05. Постройте уравнение регрессии и дайте интерпретацию полученных результатов.

6. На основании 18 наблюдений установлено, что на 64% вес  $X$  кондитерских изделий зависит от их объема  $Y$ . Можно ли на уровне значимости 0,05 утверждать, что между  $X$  и  $Y$  существует зависимость?

### Практическая работа 6.

1. Прибыль фирмы за некоторый период деятельности по годам приведена ниже:

| Год     | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Прибыль | 3,9 | 4,9 | 3,4 | 1,4 | 1,9 |

1) Составьте линейную зависимость прибыли по годам деятельности фирмы.

2) Определите ожидаемую прибыль для 6-го года деятельности. Сделайте чертеж.

2. Экспериментальные данные о значениях переменных  $x$  и  $y$  приведены в таблице.

|       | $i = 1$ | $i = 2$ | $i = 3$ | $i = 4$ | $i = 5$ |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $x_i$ | 0       | 1       | 2       | 4       | 5       |
| $y_i$ | 2.1     | 2.4     | 2.6     | 2.8     | 3.0     |

В результате их выравнивания получена функция

$$g(x) = \sqrt[3]{x+1} + 1$$

Используя метод наименьших квадратов, аппроксимировать эти данные линейной зависимостью  $y = ax + b$  (найти параметры  $a$  и  $b$ ). Выяснить, какая из двух линий лучше (в смысле метода наименьших квадратов) выравнивает экспериментальные данные. Сделайте чертеж.

3. Считая, что зависимость между переменными  $x$  и  $y$  имеет вид  $y = ax^2 + bx + c$ , найти оценки параметров  $a$ ,  $b$  и  $c$  методом наименьших квадратов по выборке:

|     |    |    |    |    |     |     |     |
|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| $x$ | 7  | 31 | 61 | 99 | 129 | 178 | 209 |
| $y$ | 13 | 10 | 9  | 10 | 12  | 20  | 26  |

4. Данные наблюдений над случайной двумерной величиной ( $X$ ,  $Y$ ) представлены в корреляционной таблице. Методом наименьших квадратов найти выборочное уравнение прямой регрессии  $Y$  на  $X$ .

| X     | Y  |    |    |    |    | $n_x$ |
|-------|----|----|----|----|----|-------|
|       | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |       |
| 3     | 7  | -  | -  | -  | -  | 7     |
| 8     | 11 | 5  | -  | -  | -  | 16    |
| 13    | -  | 19 | 15 | 5  | -  | 39    |
| 18    | -  | 3  | 15 | 6  | 1  | 25    |
| 23    | -  | -  | 2  | 4  | 4  | 10    |
| 28    | -  | -  | -  | -  | 3  | 3     |
| $n_y$ | 18 | 27 | 32 | 15 | 8  | 100   |

## Практические работы (второй семестр)

### Практическая работа 1.

Теоретические исследования.

1. Метод, связанный с целенаправленным созданием ситуации, которая помогает изучить свойства и явления живой природы:

естественный  
эмпирический  
теоретический  
исторический?

2. Начинаящий исследователь целый месяц кормил одну группу из 10 крыс йогуртом, и все они прибавили в весе. Выделите цветом выводы, которые не требуют дальнейшего экспериментального подтверждения?

Йогурт – это лучшее питание для крыс

Некоторые крысы прибавляют в весе при питании йогуртом

Йогурт не смертелен для данных животных

Йогурт содержит все необходимые для крыс минеральные вещества и витамины.

3. В таблице представлены исходные данные для расчета годовой экономической эффективности от внедрения организационного мероприятия. Рассчитать экономию времени за год, экономию по себестоимости, годовой экономической эффект, срок окупаемости затрат.

Таблица

Исходные данные для расчета годовой экономической эффективности

| Показатели                                                           | Величина |       |       |       |       |
|----------------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                      | Вариант  |       |       |       |       |
|                                                                      | 1        | 2     | 3     | 4     | 5     |
| 1. Экономия времени в смену, мин                                     | 25       | 5     | 10    | 15    | 20    |
| 2. Количество человек, охваченных мероприятием, чел.                 | 4        | 1     | 2     | 3     | 1     |
| 3. Численность персонала, работающего в смену, чел.                  | 8        | 4     | 9     | 5     | 6     |
| 4. Затраты на внедрение мероприятия, руб.                            | 16000    | 1600  | 4000  | 4800  | 2100  |
| 5. Годовой фонд заработной платы, руб.                               | 80500    | 42700 | 98160 | 54240 | 64370 |
| 6. Нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности | 0.15     | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.15  |
| 7. Годовой фонд рабочего времени одного работника, дни               | 247      | 247   | 247   | 247   | 247   |

### Практическая работа 2.

Формулирование гипотезы через проблему исследования.

1. Как построить гипотезу? Два предположения:

1) Бабочки имеют яркую окраску, потому что летают над яркими цветами

2) Предположим, бабочки имеют яркую окраску, потому что летают над цветами

2. Мотивационный этап. Постановка проблемы.

Прочитайте. Какое событие произошло в городе? Выдвиньте свои гипотезы:

Совсем недавно прилетели к нам в город инопланетяне. Они похожи на нас, и язык их тоже чем-то напоминает наш, но слова какие-то странные.

Попробуйте выдвинуть свои гипотезы о том, что может значить это высказывание:

После нескольких дней, проведенных на земле, они стали рассказывать о том, что увидели. Вот, что сказал один из них: «Дрюмная лекра вамрячит нывренка»

3. Проверяемость гипотезы. Можем ли мы определить, кто из вас правильно ответил во втором случае?

4. С помощью каких методов исследования мы можем подтвердить или опровергнуть наши гипотезы?

- 1) прочитать в книге (анализ литературы),
- 2) провести эксперимент (тестирование, опрос),
- 3) понаблюдать.

5. Упражнения на конструирование гипотез. Попробуйте выдвинуть гипотезы по поводу предложенных ситуаций:

Если бы я видел в темноте, как филин, то...;

Если бы у меня был нос на затылке, то...;

Что произойдет, если на земле перестанут расти растения?

Что произойдет, если дождь будет идти не переставая?

6. Объект и предмет.

Представьте, что вы работаете. Ваша трудовая неделя расписана практически всегда по стандартному графику. Если представить карту и на ней отмечать ваши передвижения по городу, то получится некая фигура с замысловатой формой. Эта форма есть графическое отображение вашей жизни (вашего «объекта»).

На этом примере объясните, что является предметом исследования, а что объектом, и как они соотносятся.

7. Для практикования навыков определения предмета и объекта исследования предлагается 2 темы:

Тема 1. «Денежная система в ЛНР»

Тема 2. «Сравнительная характеристика частоты возникновения СЭВ в профессиональной деятельности работников образования (ППС и ВР)».

### **Практическая работа 3.**

Планирование экспериментов и наблюдений.

1. Пусть имеется выборка из 10 наблюдений (то есть  $N=10$ ):  $x_1=5$ ,  $x_2=2$ ,  $x_3=4$ ,  $x_4=5$ ,  $x_5=7$ ,  $x_6=3$ ,  $x_7=6$ ,  $x_8=8$ ,  $x_9=3$ ,  $x_{10}=9$ . Исследовать свойства одномерной случайной величины.

2. Установка для напыления должна быть настроена на величину сопротивления напыляемых резисторов  $M(x)=15$  кОм. При замере получились следующие значения: 13,2; 14,7; 12,9; 15,3; 13,8; 14,1; 12,8; 16,8; 13,5; 14,2; 16,2; 14,1; 13,9; 14,3; 15,1 кОм. Определить правильность настройки.

3. При измерении толщины слоя окисла после диффузии в большой партии пластин получилась следующая выборка: 30, 29, 28, 31, 34, 30, 28, 29, 29, 28, 30, 28, 31, 30, 29, 30, 28, 31, 30, 28, 28 мкм. Определить наличие грубых ошибок.

4. С помощью метода ранговой корреляции установить значимость входных факторов технологического процесса самостоятельно выбранном, в соответствии с



темой магистерской диссертации или в соответствии с вариантом:

- 1 – Механическая обработка печатной платы;
- 2 – формирование токопроводящих элементов печатных плат;
- 3 – формирование рисунка печатных плат;
- 4 – травление меди с пробельных мест;
- 5 – нанесение припойной пасты на плату;
- 6 – установка компонентов на плату; 7 – оплавление припойной пасты.

1) Каждый студент группы выступает в роли эксперта и, не советуясь с другими, должен оценить каждый фактор в баллах, от 1 до 10 или расширить список факторов (1- максимальная значимость).

2) Составьте сводную матрицу рангов, занося в нее соответствующие ранговые показатели, полученные от всех

3) Оцените степень согласованности экспертов по каждой идее.

4) Постройте диаграмму рангов

5) Сделайте вывод по проведенной работе: какой фактор имеет наивысшую значимость; какова при этом согласованность мнений экспертов; по какому фактору получена наибольшая согласованность мнений экспертов; по какому из факторов больше всего расходятся мнения; какие из рассмотренных факторов можно порекомендовать для проведения эксперимента.

#### Практическая работа 4.

В таблице 1 приведены значения выборочных измерений 10 партий напыляемых резисторов.

Таблица 1

Исходные данные для задач

| Номер партии | Результаты измерений, Ом |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1            | 895                      | 962  | 992  | 1109 | 1010 | 1031 | 986  | 1002 | 985  | 998  |
| 2            | 1044                     | 998  | 987  | 995  | 879  | 1037 | 1031 | 1010 | 982  | 991  |
| 3            | 1067                     | 1052 | 976  | 985  | 991  | 1008 | 1003 | 987  | 1033 | 962  |
| 4            | 1049                     | 1031 | 1027 | 982  | 1013 | 1001 | 1049 | 895  | 1013 | 998  |
| 5            | 1045                     | 1037 | 1015 | 1033 | 1003 | 986  | 1045 | 1044 | 986  | 1052 |
| 6            | 998                      | 1008 | 1002 | 1013 | 981  | 1031 | 998  | 1067 | 1045 | 1031 |
| 7            | 991                      | 1001 | 1010 | 986  | 1007 | 1003 | 991  | 1049 | 998  | 1037 |
| 8            | 972                      | 993  | 987  | 1031 | 1012 | 992  | 972  | 1045 | 991  | 1033 |
| 9            | 922                      | 999  | 972  | 1003 | 993  | 962  | 986  | 986  | 895  | 1013 |
| 10           | 967                      | 1001 | 1115 | 992  | 987  | 998  | 1031 | 1031 | 1044 | 986  |

1. По заданной выборке, в которую входят результаты замеров  $i$ -той и  $j$ -той партий резисторов, исследовать свойства одномерной случайной величины.

2. Оцените расхождение средних значений сопротивлений между двумя партиями резисторов (номера партий приведены в таблице 2).

3. Определите правильность настройки на величину 1000 Ом установки для напыления резисторов, при условии что  $i$ -тая и  $j$ -тая партии напылялись на одной установке (табл. 2).

4. Определите границы существования истинного значения математического ожидания для выборки, в которую входят результаты замеров  $i$ -той и  $j$ -той партий резисторов при доверительной вероятности  $P=0,95$  (табл. 2).

5. Определите наличие грубых ошибок в общей выборке, состоящей из

замеров двух партий резисторов (табл. 2).

6. Определите, одинакова или различна точность замеров  $i$ -той и  $j$ -той партий резисторов (табл. 2).

7. Определите, одинакова или различна точность замеров четырех партий резисторов (номера партий приведены в таблице 2).

Таблица 2

Номера партий для задач 1 – 7

| Номер варианта | Номера партий из таблицы 1 |    |            |   |   |
|----------------|----------------------------|----|------------|---|---|
|                | Задачи № 1– 6              |    | Задача № 7 |   |   |
| 1              | 1                          | 2  | 1          | 2 | 4 |
| 2              | 1                          | 3  | 1          | 2 | 5 |
| 3              | 1                          | 4  | 1          | 2 | 6 |
| 4              | 1                          | 5  | 1          | 2 | 7 |
| 5              | 1                          | 6  | 1          | 2 | 8 |
| 6              | 1                          | 7  | 1          | 2 | 9 |
| 7              | 1                          | 8  | 2          | 3 | 5 |
| 8              | 1                          | 9  | 2          | 3 | 6 |
| 9              | 1                          | 10 | 2          | 3 | 7 |
| 10             | 2                          | 3  | 2          | 3 | 8 |
| 11             | 2                          | 4  | 2          | 3 | 9 |
| 12             | 2                          | 5  | 3          | 4 | 1 |
| 13             | 2                          | 6  | 3          | 4 | 6 |
| 14             | 2                          | 7  | 3          | 4 | 7 |

### Практическая работа 5.

1. Сформулируйте необходимые и достаточные условия простого подобия при моделировании задач теории упругости.

2. Покажите моделирование при неполном расширенном подобии на примере тонкой пластинки постоянной или переменной толщины  $h$ .

3. Покажите моделирование при неполном расширенном подобии на примере моделирования железобетонных конструкций.

### Практическая работа 6.

1. Технологический процесс формовки анодной алюминиевой фольги для электролитических конденсаторов является непрерывным вероятностным процессом, эффективность которого оценивается удельной емкостью заформованной фольги  $u$  при ограничении по току утечки. К входным величинам относятся: напряжение формовки, концентрация борной кислоты, удельное электрическое сопротивление электролита, температура электролита, кислотность электролита, наличие ионов хлора, наличие гидроокиси, коэффициент травления фольги, скорость протяжки фольги через агрегат. Требуется построить математическую модель процесса формовки по выходной величине  $u$ , учитывая, что постановка активного эксперимента нежелательна.

2. Найти математическое ожидание и моду случайной величины, заданной таблицей значений  $x$  и вероятностей  $p$ .

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| $x$ | 3   | 5   | 2   |
| $p$ | 0.1 | 0.6 | 0.3 |

3. На металлургическом заводе проведено контрольное определение твердости по Шору рабочего слоя большой партии однотипных листопрокатных валков.

Установлено, что твердость (случайная величина  $x$ ) распределена нормально с математическим ожиданием 60 ед. по Шору и средним квадратическим отклонением 5 ед. по Шору. Необходимо найти вероятность того, что значение твердости валков заключено в пределах 57...65 ед. Шора, оговоренных ГОСТом.

### **Практическая работа 7.**

1. Разработать алгоритм для начисления зарплаты согласно следующему правилу: если стаж работы сотрудника менее пяти лет, то зарплата равна 3500 руб., при стаже от пяти до 15 лет - 7000 руб., свыше 15 лет зарплата повышается с каждым годом на 700 руб., причем при стаже, превышающем 30 лет, она составляет 21000 руб.

2. 1) Составьте план предполагаемой магистерской диссертации по тематике вашего научного исследования. Сформулируйте задачи и ожидаемые результаты диссертационного исследования.

2) Выполните анализ структурной адекватности предполагаемой диссертации.

3) Разработайте типовой план диссертации.

4) Отработайте навыки поиска научно-технической информации в сети Интернет.

### **Практическая работа 8.**

1. Каждый студент получает лист бумаги и линейку. Для того, чтобы измерения, выполняемые с помощью линейки с миллиметровыми делениями, давали три значащие цифры, следует взять лист длиной более ста миллиметров. Кроме того, чтобы работа была более наглядной, у каждого из студентов должен быть лист бумаги своей длины  $x$ . Держа линейку на расстоянии 5 – 10 см над бумажным листом, следует пять раз определить с точностью до миллиметра длину листа  $x_i'$ . После этого выполняются пять измерений длины листа  $x_i'$ , в которых линейка располагается примерно на таком же расстоянии за бумагой. Затем находят истинную длину листа, положив на него линейку. Все результаты вносят в единую таблицу.

По полученной таблице составить гистограмму результатов измерений длины листа: по горизонтальной оси отложить отношение полученного значения длины к «точной» величине; по вертикальной оси – количество экспериментальных точек, попавших в интервал.

### **Практическая работа 9.**

1. Экспериментальное определение числа  $\pi$ .

Принадлежности: лист миллиметровой бумаги и тонкий стержень – проволоочная спица, иглолка, спичка, карандаш, авторучка и т.д.

Для опытного определения приближенного значения числа  $\pi$  Бюффеном предлагается эксперимент, в котором на горизонтальную плоскость, разграфленную на квадратные клетки вертикальными и горизонтальными прямыми, отстоящими друг от друга на расстоянии  $2a$ , наудачу, т. е. случайным образом, бросается игла длиной  $2l$  ( $l > 0$ ).

Полученные данные внести в таблицу и обработать по Стиюденту.



### **Практическая работа 10.**

1. Сравнить информацию, полученную во время практических работ 8 и 9, с уже имеющимися в науке данными.
2. Объяснить полученную информацию с точки зрения современных научных теорий из контекста цели исследования.
3. Научные и практические результаты исследования описывать в краткой и понятной форме в виде таблиц, графиков, диаграмм и схем.

### **Практическая работа 11.**

1. Составить аннотацию научной статьи по тематике научной работы обучающегося (по указанию преподавателя).
2. Составить библиографический список по предложенной теме в соответствии с требованиями.

### **Практическая работа 12.**

Предоставить черновую работу магистерской диссертации.

### **Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа**

| <b>Шкала<br/>оценивания</b>     | <b>Критерий оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отлично<br>(5)                  | Студент правильно выполнил задание. Показал отличное владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.                                                              |
| хорошо<br>(4)                   | Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.                                      |
| удовлетвори-<br>тельно<br>(3)   | Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. |
| неудовлетвори-<br>тельно<br>(2) | При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.                                   |

## Оценочные средства для промежуточной аттестации.

### Вопросы к зачёту (первый семестр)

1. Математизация науки.
2. Уровни математизации.
3. Основные этапы математизации науки.
4. Предпосылки использования математических методов в исследованиях.
5. Статистический показатель, сущность, функции, разновидности.
6. Абсолютные величины.
7. Относительные величины.
8. Виды относительных величин.
9. Задачи и основное содержание сводки данных.
10. Группировка, основное содержание и задачи в исследовании.
11. Основные этапы построения группировки.
12. Понятие группировочного признака и его градаций.
13. Виды группировки.
14. Правила построения и оформления таблиц.
15. Динамический ряд.
16. Статистический график.
17. Виды статистических графиков.
18. Классификационные признаки и виды научных исследований.
19. Линейная зависимость между признаками, методы определения линейности.
20. Средние величины в научном исследовании, их сущность и основные свойства.
21. Условия типичности средних.
22. Виды средних показателей совокупности.
23. Виды статистических показателей динамики.
24. Абсолютные показатели изменения рядов динамики.
25. Относительные показатели изменения рядов динамики (темпы роста, темпы прироста).
26. Средние показатели динамического ряда.
27. Показатели вариации.
28. Виды сплошного наблюдения.
29. Выборочное исследование.
30. Выборочная и генеральная совокупность, основные свойства выборки.
31. Этапы проведения выборочного исследования.
32. Определение объема выборки.
33. Способы формирования выборочной совокупности.
34. Ошибка выборки и методы ее определения.
35. Репрезентативность выборки, факторы, влияющие на репрезентативность.
36. Естественная выборка.
37. Виды научных исследований.
38. Корреляционный метод.
39. Статистическое наблюдение как метод сбора информации.

40. Основные виды статистического наблюдения.
41. Виды корреляционных коэффициентов.
42. Коэффициент линейной корреляции.
43. Коэффициент автокорреляции.
44. Метод унифицированной анкеты.
45. Метод контент-анализа.
46. Формы представления модели.
47. Математическая модель технического объекта.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству  
промежуточный контроль (зачёт)**

| Характеристика знания предмета и ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Зачеты        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. | зачтено       |
| Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |               |
| Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |               |
| Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.                           | не<br>зачтено |



## Вопросы к экзамену (второй семестр)

1. Наука, как непрерывно развивающаяся система знаний объективных законов природы, общества и мышления. Цель науки. Научное исследование. Цели научного исследования. Научно-техническая информация.

2. Исследование источников информации. Работа в библиотеке. Работа в электронной библиотеке. Формирование списка использованной литературы.

3. Теоретические исследования. Прикладные исследования. Техническая и технологическая разработка. Цель разработки. Научное направление. Научная проблема. Формулировка проблемы и выдвижение гипотезы. Научная тема.

4. Постановка задачи исследования. Выдвижение идеи. Определение путей решения задачи.

5. Основы методологии экспериментальных исследований. Цели и задачи экспериментальных исследований. Планирование эксперимента. Матрица планирования. Метод случайного баланса. Построение интерполяционных моделей. Оптимизация процессов (планирование экстремальных экспериментов). Регрессионный анализ. Факторный эксперимент.

6. Математическая постановка задачи. Определение минимального объема выборки.

7. Математическое моделирование. Этапы математического моделирования. Наименьшее действие. Моделирование на основе закона сохранения. Моделирование на основе принципа наименьшего. Моделирование поиска оптимального решения.

8. Построение математической модели.

9. Естественные эксперименты. Искусственные эксперименты. Вычислительные эксперименты. Лабораторный эксперимент. Натурный эксперимент. Исследовательский (поисковый) эксперимент. Подтверждающий эксперимент.

10. Физическое моделирование исследуемого процесса.

11. Подготовка образцов и элементов. Разработка плана контроля переменных. Проведение эксперимента. Обработка и интерпретация результатов. Подготовка научного отчета.

12. Подготовка образцов для экспериментальных исследований.

13. Анализ результатов экспериментальных исследований. Подготовка результатов исследования к публикации и научной периодической печати. Научно-технический отчет. Реферат.

14. Работа с электронной таблицей Excel. Математическая обработка экспериментальных данных.

15. Сопоставление результатов теоретических и экспериментальных исследований. Критерии сопоставления. Критерии адекватности теоретических зависимостей экспериментальным.

16. Построение графиков и диаграмм в электронной таблице Excel

17. Диссертация как научный труд, целостный по форме и оригинальный по содержанию. Определение актуальности темы исследования. Определение цели исследования. Постановка основных задач исследования. Выбор методов и путей решения поставленных задач. Обобщение и обсуждение результатов исследования. Представление результатов исследования научной общественности.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству  
промежуточный контроль (экзамен)**

| <b>Шкала<br/>оценивания</b>     | <b>Характеристика знания предмета и ответов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отлично (5)                     | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. |
| хорошо (4)                      | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |
| удовлетвори-<br>тельно<br>(3)   | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |
| неудовлетвори-<br>тельно<br>(2) | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.                           |

## Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользование.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки магистров по указанному направлению подготовки.

Председатель учебно-методической  
комиссии Антрацитовского института  
геосистем и технологий



И.В. Савченко



### Лист изменений и дополнений

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Виды дополнений и<br/>изменений</b> | <b>Дата и номер протокола<br/>заседания кафедры (кафедр),<br/>на котором были рассмотрены<br/>и одобрены изменения и<br/>дополнения</b> | <b>Подпись (с<br/>расшифровкой)<br/>заведующего кафедрой<br/>(заведующих<br/>кафедрами)</b> |
|------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |
|                  |                                        |                                                                                                                                         |                                                                                             |