

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ковтун Ольга Петровна
Должность: ректор
Дата подписания: 12.04.2024 15:24:33
Уникальный программный ключ:
f590ada38fac7f9d3be3160b34c218b72d19757c

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

Кафедра медицинской физики и цифровых технологий



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
деятельности и молодежной
политике
Т.В. Бородулина
«20» марта 2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
Б1.О.11 МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ В НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Направление подготовки – 06.04.01 Биология
Профиль – Генные и клеточные технологии в медицине
Квалификация (степень) – магистр
Программа подготовки – прикладная магистратура**

Екатеринбург
2023

Фонд оценочных средств «Методы математической статистики в научных исследованиях» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 11.08.2020 г. № 934.

Программу составил: Крохалев В.Я., доцент, к.г.-м.н., доцент кафедры медицинской физики и цифровых технологий ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России

Программу рецензировал: Першин В.К., профессор, д.ф.-м.н., профессор кафедры статистики, эконометрики и информатики ФГБОУ ВО УрГЭУ

Утверждена:

- методической комиссией специальностей магистратуры (протокол № 3 от 01.02.2023).

- кафедрой медицинской физики и цифровых технологий (протокол № 6 от 17.01.2023).

1. Кодификатор

Структурированный перечень объектов оценивания – знаний, умений, навыков, учитывающий ФГОС представлен в таблице:

Дидактическая единица		Контролируемые ЗУН, направленные на формирование общекультурных и профессиональных компетенций		
		Знать	Уметь	Владеть
ДЕ-1.	Элементы теории вероятностей (ОПК-8)	математические методы решения интеллектуальных задач и их применение в медицине; основные характеристики случайных величин (ОПК-8)	проводить статистическую обработку экспериментальных данных; самостоятельно формулировать выводы на основе поставленной цели исследования, полученных результатов и оценки погрешностей; использовать статистические алгоритмы диагностики и управления лечением заболеваний, рассчитывать математическое ожидание, дисперсию, стандартное отклонение (ОПК-8)	методикой сбора социально-гигиенической информации о состоянии здоровья населения; статистической информации о деятельности врачей, методикой сбора, обработки и анализа данных о факторах среды обитания и здоровье населения; методами расчета характеристик случайных величин (ОПК-8)
ДЕ-2.	Основные понятия математической статистики (ОПК-8)	Основные статистические параметры выборок (ОПК-8)	Определять параметры генеральной совокупности по ее выборке (ОПК-8)	Навыками работы с компьютером и прикладными программами (ОПК-8)
ДЕ-3.	Методы математической статистики (ОПК-8)	Методы дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа (ОПК-8)	Проводить статистическую обработку экспериментальных данных (ОПК-8)	Навыками работы на компьютере с прикладными программами (ОПК-8)

Аттестационные материалы

Текущая и промежуточная аттестация магистрантов происходит в форме тестового контроля, подготовки рефератов. Тестовый контроль предусматривает ответ на 50 вопросов.

По дисциплине предусмотрена текущая и промежуточная аттестация.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета во 2 семестре, состоящего из двух этапов – тестирование и устное собеседование.

2.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации (примерная тематика)

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЁТУ ПО ПРЕДМЕТУ «Методы математической статистики в научных исследованиях»

Основные понятия теории вероятностей. Понятие событие. Достоверные и невозможные события. Случайное событие. Способы определения вероятностей: статистический, классический, геометрический. Диаграммы Эйлера. Правило сложения вероятностей для несовместных событий. Противоположные события. Условная вероятность и правило умножения вероятностей для независимых событий. Повторные независимые испытания и формула Бернулли.

Случайные величины и законы их распределения. Определение случайной величины. Типы и примеры случайных величин. Дискретные случайные величины. Закон распределения дискретной случайной величины (таблица), ее числовые (математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение) и графические характеристики (полигон). Способы задания непрерывной случайной величины; функция распределения и плотность распределения вероятностей. Числовые характеристики непрерывной случайной величины. Примеры распределений (равномерное, биномиальное, показательное). Нормальный закон распределения: формула для плотности вероятностей, функция Лапласа и способ нахождения вероятности попадания нормально распределенной случайной величины в заданный интервал. Правило “трех сигм”.

Основы математической статистики. Измерительные шкалы. Понятие генеральной и выборочной совокупностей. Описательные статистики. Методы группировки экспериментальных данных. Построение вариационных рядов. Расчет статистических характеристик. Точечные и интервальные оценки числовых характеристик генеральной совокупности. Построение доверительного интервала. Проверка статистических гипотез. Понятие критерий согласия.

Представление экспериментальных данных. Возможности прикладных статистических программ Excel и STATISTICA. Критерии согласия (критерии асимметрии и эксцесса, критерий χ^2 Пирсона). Дисперсионный анализ. Параметрические критерии (Фишера, t -критерий Стьюдента для зависимых и независимых выборок).

Корреляционный анализ. Понятие о корреляционной зависимости. Параметрические и непараметрические показатели связи (коэффициент линейной корреляции Пирсона). Проверка значимости коэффициента корреляции с помощью t -критерия Стьюдента. Метод наименьших квадратов для нахождения линий регрессии.

Непараметрические методы статистики: а) для зависимых совокупностей (G-критерий знаков, критерий Вилкоксона), б) для независимых совокупностей (U-

критерий Манна-Уитни). Применение коэффициента ранговой корреляции Спирмена для установления взаимосвязей между переменными. Проверка значимости коэффициента корреляции.

Примеры вопросов для устного опроса

1. Понятие событие. Достоверные и невозможные события. Случайное событие.
2. Способы определения вероятностей: статистический, классический, геометрический.
3. Диаграммы Эйлера. Правило сложения вероятностей для несовместных событий. Противоположные события.
4. Условная вероятность и правило умножения вероятностей для независимых событий.
5. Повторные независимые испытания и формула Бернулли
6. Случайные величины и законы их распределения.
7. Определение случайной величины. Типы и примеры случайных величин.
8. Дискретные случайные величины.
9. Закон распределения дискретной случайной величины (таблица).
10. Числовые характеристики дискретной случайной величины (математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение).
11. Графические характеристики дискретной случайной величины (полигон).
12. Непрерывные случайные величины.
13. Способы задания непрерывной случайной величины; функция распределения и плотность распределения вероятностей.
14. Числовые характеристики непрерывной случайной величины. Примеры распределений (равномерное, биномиальное, показательное).
15. Нормальный закон распределения: формула для плотности вероятностей.
16. Функция Лапласа и способ нахождения вероятности попадания нормально распределенной случайной величины в заданный интервал. Правило “трех сигм”.
17. Измерительные шкалы.
18. Понятие генеральной и выборочной совокупностей.
19. Описательные статистики.
20. Методы группировки экспериментальных данных. Построение вариационных рядов.
21. Расчет статистических характеристик. Точечные и интервальные оценки числовых характеристик генеральной совокупности.
22. Построение доверительного интервала.
23. Способы проверки статистических гипотез.
24. Понятие критерий согласия.
25. Способы представление экспериментальных данных.
26. Возможности прикладных статистических программ Excel и STATISTICA.
27. Критерии согласия (критерий χ^2 Пирсона).
28. Дисперсионный анализ. Параметрические критерии (Фишера, t -критерий Стьюдента для зависимых выборок).
29. Дисперсионный анализ. Параметрические критерии (Фишера, t -критерий Стьюдента для независимых выборок).
30. Корреляционный анализ. Понятие о корреляционной зависимости.
31. Параметрические и непараметрические показатели связи (коэффициент линейной корреляции Пирсона).
32. Проверка значимости коэффициента корреляции с помощью t -критерия Стьюдента.

33. Метод наименьших квадратов для нахождения линий регрессии.
34. Непараметрические методы статистики для зависимых совокупностей (G-критерий знаков, критерий Вилкоксона).
35. Непараметрические методы статистики для независимых совокупностей (U-критерий Манна-Уитни).
36. Применение коэффициента ранговой корреляции Спирмена для установления взаимосвязей между переменными. Проверка значимости коэффициента корреляции.

2.2. Тестовые вопросы к текущему контролю (примерная тематика)

ВАРИАНТ №1

1. Формулу сложения вероятностей $P(A + B) = P(A) + P(B)$ применяют, если события A и B :
 - a) независимы;
 - b) несовместны;
 - c) достоверны;
 - d) невозможны;
 - e) противоположные.
2. Формула $F(x) = P(X < x)$ определяет:
 - a) условную вероятность;
 - b) нормальный закон распределения;
 - c) функцию распределения случайной величины;
 - d) плотность вероятности случайной величины;
 - e) ничего не определяет, так как x больше не может быть меньше x маленького.
3. В ящике 30 шаров: 10 – красных, 5 – синих и 15 белых. Найти вероятность того, что при единственном опыте из корзины достанут цветной шар.
4. Определить надежность схемы, состоящей из одинаковых последовательно соединенных элементов, если вероятность отказа каждого элемента $q = 0,2$.



5. Дискретная случайная величина X задана законом распределения

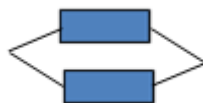
X	-1	0	1	2
P	0,2	0,1	0,3	0,4

Найти $M(X)$, $M(X^2)$, $D(X)$, σ , построить полигон.

6. Математическое ожидание и стандартное отклонение нормально распределенной случайной величины равны, соответственно 9 и 2. Найти вероятность того, что в результате испытания X примет значение, заключенное в интервале $[11,13]$.

ВАРИАНТ №2

7. Формулу умножения вероятностей $P(AB) = P(A)P(B)$ применяют, если события А и В:
- независимы;
 - несовместны;
 - достоверны;
 - невозможны;
 - противоположные.
8. Формула $P(a < X < b) = F(b) - F(a)$ определяет:
- нормальный закон распределения;
 - плотность вероятности случайной величины;
 - вероятность того, что случайная величина примет значения из промежутка $[a, b]$;
 - ничего не определяет, но является точной формулой Ньютона-Лейбница;
 - доверительный интервал.
9. Известно, что вероятность того, что лампочка сгорит при включении, равна 0,01. Найти вероятность того, что лампочка сгорит при втором включении.
10. Определить надежность схемы, состоящей из двух одинаковых параллельно соединенных элементов, если вероятность срабатывания каждого $p = 0,8$.



11. Дискретная случайная величина X задана законом распределения

X	-2	-1	0	1
P	0,2	0,2	0,5	0,1

Найти $M(X)$, $M(X^2)$, $D(X)$, σ , построить полигон.

12. Математическое ожидание и стандартное отклонение нормально распределенной случайной величины равны, соответственно 8 и 3 найти вероятность того, что в результате испытания X примет значение, заключенное в интервале $[10, 12]$.

Методика оценивания: входящий (10 тестовых заданий) и промежуточный (100 тестовых заданий) контроль по проверке получаемых студентами знаний проводится в форме тестового контроля. Тестовые задания формируются случайным образом из базы тестовых вопросов сценария.

Тест считается успешно пройденным, если обучающийся ответил на $\geq 50\%$ вопросов

С помощью **Контрольной работы №1** осуществляется контроль знаний студентов по теме «Основы теории вероятностей». Оценка за контрольную работу выставляется в %, максимальное количество 100%. Дисциплинарные модули 1, 2 – считаются успешно освоенными, если контрольная работа решена не менее чем на 50%. За каждое верно решенное задание студент получает определенное количество %, в соответствии со следующими критериями:

№ задания	%
1	10
2	10
3	10
4	20
5	30
6	20

Тестовые вопросы к промежуточной аттестации (примерная тематика)

ВАРИАНТ №1

1. Разброс значений случайной величины X характеризуется:

- a) математическим ожиданием $M(X)$;
- b) формулой Бернулли;
- c) формулой Пуассона;
- d) средним квадратичным отклонением σ ;
- e) функцией Лапласа.

2. Формула $F(x) = P(X < x)$ определяет:

- f) условную вероятность;
- g) нормальный закон распределения;
- h) плотность вероятности случайной величины;
- i) функцию распределения случайной величины;
- j) нет правильного ответа.

3. Плотность вероятности случайной величины X задана формулой:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{8\pi}} e^{-\frac{x^2}{8}}$$

найти математическое ожидание $M(X)$ и дисперсию $D(x)$.

4. Какая из статистических совокупностей является частью другой?

- a) выборочная – часть генеральной совокупности;
- b) генеральная – часть выборочной совокупности;
- c) выборочная и генеральная совокупности равны по численности;
- d) генеральная – часть выборочной совокупности, если совокупности дискретные;
- e) генеральная – часть выборочной совокупности, если совокупности непрерывные.

5. Статистическая гипотеза - это:

- a) предположение о необходимом соотношении генеральной и выборочной совокупностей;

- b) предположение о способах расчета параметров выборочной совокупности;
 - c) предположение о законе распределения генеральной совокупности
 - d) предположение о возможных ошибках выборки.
6. Какой из критериев применяют как непараметрический для сравнения независимых выборок?
- a) Стьюдента;
 - b) Манна-Уитни;
 - c) χ^2 ;
 - d) Фишера;
 - e) никакой из перечисленных выше.
7. Статистические гипотезы могут называться следующим образом:
- a) Нулевая;
 - b) Неправильная;
 - c) Подходящая;
 - d) Правильная;
 - e) Необходимая.
8. Если переменные связаны сильной отрицательной корреляционной связью, то:
- a) они подчиняются нормальному закону распределения;
 - b) коэффициент корреляции $r > 0,5$;
 - c) коэффициент корреляции $r = 0,5$;
 - d) коэффициент корреляции $|r| > 0,7$;
 - e) они не подчиняются нормальному закону.
9. Критическое значение критерия - это:
- a) значение, при сравнении с которым эмпирического критерия формулируется вывод относительно выдвинутых гипотез;
 - b) максимально возможное значение случайной величины;
 - c) значение, которое всегда меньше эмпирического критерия, полученного по данным генеральной совокупности.
 - d) минимально возможное значение случайной величины.
10. Для проверки значимости коэффициента корреляции находят значение:
- a) параметра $T = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$;
 - b) величины коэффициента корреляции;
 - c) модуля коэффициента корреляции;
 - d) критерия χ^2 ;
 - e) коэффициентов линии регрессии.

ВАРИАНТ №2

11. Формулу умножения вероятностей $P(AB) = P(A)P(B)$ применяют, если события А и В:
- f) независимы;
 - g) несовместны;
 - h) достоверны;

- i) невозможны;
 - j) противоположные.
12. Формула $P(a < X < b) = F(b) - F(a)$ определяет:
- f) нормальный закон распределения;
 - g) плотность вероятности случайной величины;
 - h) вероятность того, что случайная величина примет значения из промежутка $[a, b]$;
 - i) ничего не определяет, но является точной формулой Ньютона-Лейбница;
 - j) доверительный интервал.
13. Плотность вероятности случайной величины X задана формулой:
- $$f(x) = \frac{1}{\sqrt{8\pi}} e^{-\frac{(x-2)^2}{8}}$$
- найти математическое ожидание $M(X)$ и дисперсию $D(x)$.
14. От объема выборки зависит:
- a) значимость полученных статистических выводов;
 - b) величина случайной ошибки;
 - c) величина систематической ошибки;
 - d) размер оплаты услуг сторонних организаций.
15. Статистической гипотезой может быть:
- e) любое грамотно сформулированное предположение;
 - f) предположение, которое невозможно доказать;
 - g) предположение, которое невозможно опровергнуть;
 - h) предположение о нормальном законе распределения генеральной совокупности
 - i) предположение о возможных ошибках при отборе данных.
16. Какой из критериев применяют как непараметрический для сравнения зависимых выборок?
- f) Стьюдента;
 - g) Критерий знаков;
 - h) χ^2 ;
 - i) Фишера;
 - j) никакой из перечисленных выше.
17. Статистические гипотезы могут называться следующим образом:
- f) Альтернативная;
 - g) Неправильная;
 - h) Подходящая;
 - i) Правильная;
 - j) Необходимая.
18. При наличии слабой связи между переменными коэффициент корреляции:
- b) $r < 0$;
 - c) $r > 0$;

- d) $r = 0$;
- e) $|r| < 0,3$;
- f) $r = 1$.

19. Гистограмма – это:

- a) диаграмма рассеяния, на которой каждой точке соответствует два числа;
- b) ступенчатая фигура, состоящая из прямоугольников, основанием которых служат интервалы значений изучаемой переменной величины;
- c) несимметричная кривая линия, не имеющая максимума;
- d) диаграмма рассеяния, на которой каждая точка соответствует одному измерению;
- e) симметричная кривая линия с максимумом в центре.

20. При регрессионном анализе компьютер может провести оптимальную линию зависимости одной переменной от другой, при этом используемый алгоритм основан на методе:

- a) максимального правдоподобия;
- b) минимального расстояния;
- c) наименьших квадратов;
- d) линейного программирования;
- e) нелинейного программирования.

ВАРИАНТ №3

21. Разброс значений случайной величины X характеризуется:

- f) математическим ожиданием $M(X)$;
- g) формулой Бернулли;
- h) дисперсией $D(X)$;
- i) формулой Пуассона;
- j) функцией Лапласа.

22. Формула $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ определяет:

- a) функцию распределения непрерывной случайной величины;
- b) функцию распределения дискретной случайной величины;
- c) плотность вероятностей случайной величины, подчиняющейся нормальному закону распределения;
- d) показательную функцию;
- e) закон распределения дискретной случайной величины.

23. Математическое ожидание нормально распределенной случайной величины X равно 4, а среднее квадратичное отклонение равно 3. Записать формулу для плотности вероятностей величины X .

24. Положительный коэффициент корреляции соответствует случаю, когда:

- a) корреляция значима;
- b) рост значений одной переменной сопровождается уменьшением значений другой переменной;

- c) рост значений одной переменной сопровождается ростом значений другой переменной;
- d) нулевая гипотеза верна;
- e) альтернативная гипотеза верна.
25. В результате опыта случайная величина может принять то или иное значение, причем:
- a) результат предсказуем;
- b) заранее известно, какое именно;
- c) результат предопределен;
- d) заранее неизвестно, какое именно;
- e) результат непредсказуем.
26. Статистической гипотезой называется:
- j) предположение относительно генеральной совокупности;
- k) предположение относительно выборки;
- l) предсказание гадалки;
- m) любое разумное предположение;
- n) только то, что можно доказать.
27. Какой из критериев относится к числу непараметрических?
- k) Стьюдента;
- l) Розенбаума;
- m) χ^2 ;
- n) Фишера;
- o) никакой из перечисленных выше.
28. Доверительная вероятность γ связана с уровнем значимости α простой формулой:
- a) $\gamma + \alpha = 1$.
- b) $\gamma - \alpha = 1$.
- c) $\alpha - \gamma = 1$.
- d) $\gamma + \alpha = 2$.
- e) $\gamma + \alpha = 0$.
29. Гистограмма – это:
- f) диаграмма рассеяния, на которой каждой точке соответствует два числа;
- g) ступенчатая фигура, состоящая из прямоугольников, основанием которых служат интервалы значений изучаемой переменной величины;
- h) несимметричная кривая линия, не имеющая максимума;
- i) диаграмма рассеяния, на которой каждая точка соответствует одному измерению;
- j) симметричная кривая линия с максимумом в центре.
30. Какая из статистических совокупностей является частью другой?
- f) выборочная – часть генеральной совокупности;
- g) генеральная – часть выборочной совокупности;
- h) выборочная и генеральная совокупности равны по численности;
- i) генеральная – часть выборочной совокупности, если совокупности дискретные;
- j) генеральная – часть выборочной совокупности, если совокупности непрерывные.

Методика оценивания:

С помощью **Контрольной работы №** осуществляется контроль знаний студентов по теме «Основные понятия математической статистики». Оценка за контрольную работу выставляется в %, максимальное количество 100%. Дисциплинарные модули 1, 2 – считаются успешно освоенными, если контрольная работа решена не менее чем на 50%. За каждое верно решенное задание студент получает определенное количество %, в соответствии со следующими критериями:

№ задания	%
1	10
2	10
3	10
4	10
5	10
6	10
7	10
8	10
9	10
10	10

3. Технологии оценивания

По окончании изучения дисциплины «Методы математической статистики в научных исследованиях» предусмотрен зачет во 2семестре.

Зачет включает в себя: тест и устное собеседование.

Цель промежуточной аттестации – оценить степень освоения магистрантами дисциплины «Методы математической статистики в научных исследованиях» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 11.08.2020 г. № 934. Результатом освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-8. Способность использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

4. Критерии оценки

Критерии оценки этапа тестирования:

Тестирование проводится в компьютерном классе кафедры.

Результат оценивается как «зачтено» или «не зачтено», знания по дисциплине засчитываются, если есть положительный ответ на 60% и более тестовых заданий по данной дисциплине.

1. Положительный ответ на менее чем 60% тестовых заданий свидетельствует о не сформированности компетенций по дисциплине.

2. Положительный ответ на 60 – 69% тестовых заданий свидетельствует о низком уровне сформированности компетенций по дисциплине.

3. Положительный ответ на 70– 79% тестовых заданий свидетельствует о среднем уровне сформированности компетенций по дисциплине.

4. Положительный ответ на 80 – 100% тестовых заданий свидетельствует о высоком уровне сформированности компетенций по дисциплине.