

Задачи для самостоятельных занятий  
по дисциплине курса биostatистики

Тематика зачетных вопросов по дисциплине  
"Основы биологической статистики"



**А ТЫ ГОТОВ  
к зачету ?**

**Задачи для самостоятельных занятий по дисциплине курса  
"Основы биологической статистики"**

**1.** Количество птенцов в гнездах лесной ласточки *Iridoprocne bicolor* было следующим:

4	5	4	5	5	4	5	4	3	5
6	1	6	4	4	4	5	5	4	5
5	4	6	4	5	5	5	5	3	6
5	5	5	5	4	5	6	4	6	5
6	4	4	3	1	5	6	5	5	5
5	7	8	5	5	5	6	4	2	5

Составьте вариационный ряд и начертите полигон распределения. Укажите модальный класс, лимиты и вариационный размах. Найдите среднее.

2. Ширина верхнего последнего коренного зуба у ископаемого млекопитающего *Acropithecus rigidus* была следующей (в мм):

5,8	5,7	6,4	6,1	5,6	6,5	6,3	5,8	6,3	6,0
5,9	6,1	5,4	5,8	6,6	6,7	6,3	6,1	6,0	5,8
5,7	6,5	6,1	6,0	6,8	6,4	6,3	5,6	5,9	6,4
6,1	5,4	5,8	6,4	6,2	5,9	6,0	6,3	6,0	6,4
5,9	5,4	6,4	6,3	5,7	5,9	5,5	5,8	6,3	6,3

Составьте вариационный ряд и начертите полигон распределения. Укажите модальный класс, лимиты и вариационный размах. Найдите среднее.

3. Было подсчитано число щетинок на сторонах тела мушки *Drosophila melanogaster*:

53	51	52	55	56	55	53	47	49
54	53	52	53	51	48	56	52	55
51	51	56	54	54	40	52	53	53

А) Составьте вариационный ряд и начертите полигон распределения.

Б) Определить среднее, стандартное отклонение, ошибку среднего и стандартного отклонения. Посчитать коэффициент вариации, его ошибку.

4. Можно ли считать, что выборка нижеследующей таблицы извлечена из совокупности с нормальным распределением? Обоснуйте свой ответ.

Длина крыла у садовой мушки дрозофилы составила (в мкм):

11,3	10,7	12,8	12,3	11,0	12,2	10,4	11,9	10,9	11,0
12,3	12,0	12,4	13,0	10,8	12,4	12,7	11,7	13,9	12,9
12,8	11,9	13,0	13,8	12,0	11,4	12,6	12,8	11,7	12,2
13,0	13,5	11,0	11,3	13,7	13,2	12,5	11,7	12,1	12,5
11,3	11,8	11,0	13,5	11,5	13,9	12,5	13,7	13,1	12,0

**5.** При исследовании размеров раковин моллюсков рода *Benedictia* в двух выборках из разных мест озера Байкал были получены следующие данные (в мм):  
первая выборка – 33, 35, 34, 36, 38, 33, 34, 35, 33, 32, 35;  
вторая выборка – 35, 36, 33, 35, 35, 36, 33, 32, 30, 35, 33.

Определите по критерию Стьюдента – отличаются ли эти выборки, или же они принадлежат к одной совокупности?

Использовать уровень значимости  $\alpha=0,05$ .

**6.** Проводились исследования с целью выяснить, влияет ли прием нифедипина (препарат, обладающий способностью расширять сосуды) на среднее артериальное давление (мм.рт.ст.) после приема кокаина. После введения кокаина, собакам вводили физиологический раствор либо нифедипин. Были получены следующие данные (Гланц<sup>1</sup>, 1999):  
физ.раствор – 156, 171, 133, 102, 129, 150, 120, 110, 112, 130, 105;  
нифедипин – 73, 81, 103, 88, 130, 106, 106, 111, 122, 108, 99.

Влияет ли нифедипин на среднее артериальное давление?

Использовать уровень значимости  $\alpha=0,05$ .

---

<sup>1</sup> Гланц С. Медико-биологическая статистика / Пер. с англ. –М.: Практика, 1998. –459 с.

7. При оценке выживаемости дафний (*Daphnia*) (количество оставшихся в живых особей после суток пребывания в сосуде) в двух сосудах при различных концентрациях аммонийного азота, были получены следующие данные:

Сосуд	Концентрация аммонийного азота (ПДК 2,0 мг/л)			Всего
	до 2,0 мг/л	2,5 мг/л	3,5 мг/л	
А	46	28	18	92
Б	52	42	24	118
Всего	98	70	42	210

Оцените аппаратом критерия  $\chi^2$ , отличается ли выживаемость дафний в сосудах А и Б?

8. У хариуса озера Байкал были измерены длина головы ( $x$ ) и длина грудного плавника ( $y$ ):

$x$	66	61	67	73	51	59	48	47	58	44
	41	54	52	41	47	51	45	55	51	63
$y$	38	31	36	43	29	33	28	25	36	26
	21	30	28	26	27	28	26	43	35	33

Определите коэффициент корреляции между  $x$  и  $y$ . Постройте линейную регрессию.

**9.** Для двух независимых равночисленных выборок рассчитать критерий Стьюдента по следующим данным:  $\bar{x}_1 = 18,5$  см;  $\sigma_1^2 = 0,39$ ;  $\bar{x}_2 = 32,81$ ;  $\sigma_2^2 = 12,32$ ,  $n = 10$ . Выяснить достоверность различия выборок. Использовать уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

**10.** Доказать, что у мух, у которых учитываются две пары альтернативных признаков, в гибридах второго поколения наблюдается расщепление по фенотипическим классам 9:3:3:1. Экспериментальные данные приведены в таблице.

класс	<i>n</i>
e <sup>+</sup> - cu <sup>+</sup> -	135
e <sup>+</sup> - cu cu	51
e e cu <sup>+</sup> -	54
e e cu cu	18

**11.** Результаты измерений размера детенышей в выборке 1000 самок представлены в таблице. В первой строке указаны размеры детенышей, во второй – частоты появления детенышей соответствующих размеров.

Размеры	98,0	98,5	99,0	99,5	100	100,5	101,0	101,5	102,0	102,5
Частоты	21	47	87	158	181	201	142	97	41	25

Проверить при помощи критериев согласия гипотезу: выборочное распределение имеет нормальный закон распределения, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . За параметры нормального закона распределения принять их оценки, вычисленные по экспериментальным данным.

**12.** Образовано 250 чисел  $x$ , каждое из которых представляет собой сумму цифр пяти случайных однозначных чисел. Полученные суммы разбиты на 11 интервалов, как это показано в таблице. Суммы кратные трем, условно отнесены к обоим граничащим интервалам, к каждому из которых отнесена половина числа этих сумм.

Установить согласие полученного статистического распределения с законом нормального распределения, за параметры которого приняты оценки математического ожидания и дисперсии, определенные по экспериментальным данным, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Интервал	Частота
[6; 9)	1,5
[9; 12)	10,0
[12; 15)	17,5
[15; 18)	28,5
[18; 21)	39,0
[21; 24)	41,0
[24; 27)	45,0
[27; 30)	30,5
[30; 33)	27,0
[33; 36)	8,5
[36; 39)	1,5

**13.** Проведено измерение продольного размера зерен бобов. Выборка, содержащая 10200 элементов, разбита на 10 равных интервалов, представлена в таблице.

Проверить гипотезу о нормальности распределения продольных размеров бобов, приняв за параметры нормального распределения оценки математического ожидания и дисперсии, определенные по экспериментальным данным, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

Длина в мм	Частота
[17,0; 16,5)	107
[16,5; 16,0)	355
[16,0; 15,5)	675
[15,5; 15,0)	1329
[15,0; 14,5)	2082
[14,5; 14,0)	2294
[14,0; 13,5)	1787
[13,5; 13,0)	931
[13,0; 12,5)	441
[12,5; 12,0)	199



**14.** Произведен выбор 200 листьев акации. В таблице приведены отклонения измеряемого размера (в мм) от среднего, разбитые на 10 одинаковых интервалов.

Проверить при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотезу о согласии выборочного распределения с законом нормального распределения, имеющим математическое ожидание и дисперсию, равные их экспериментальным оценкам.

Интервал	Частота
[-20; -15)	7
[-15; -10)	11
[-10; -5)	15
[-5; 0)	24
[0; 5)	49
[5; 10)	41
[10; 15)	26
[15; 20)	17
[20; 25)	7
[25; 30)	3

**15.** В результате обследования 8585 мужчин по росту были получены результаты, приведенные в таблице, построенной на основании вариационного ряда, разбитого на 11 равных интервалов.

Проверить гипотезу: полученные результаты имеют нормальный закон распределения, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , приняв за математическое ожидание и дисперсию гипотетического закона их оценки, вычисленные по экспериментальным данным.

Интервал	Частота
[142;147)	6
[147;152)	55
[152;157)	252
[157;162)	1063
[162;167)	2213
[167;172)	2559
[172;177)	1707
[177;182)	549
[182;187)	111
[187;192)	21
[192;197)	2

**16.** Измерялись размеры зерен. Выборка, содержащая 9570 элементов, разбитая на 10 одинаковых по величине интервалов, представлена таблицей.

Проверить гипотезу о нормальности распределения полученных измерений при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , приняв за параметры гипотетического распределения: математическое ожидание и дисперсию, их оценки, вычисленные по экспериментальным данным.

Интервал	Частота
[9,0; 8,8)	52
[8,8; 8,6)	148
[8,6; 8,4)	400
[8,4; 8,2)	1483
[8,2; 8,0)	2742
[8,0; 7,8)	2579
[7,8; 7,6)	1397
[7,6; 7,4)	530
[7,4; 7,2)	170
[7,2; 7,0)	69

**17.** При проведении медицинского осмотра была сделана выборка из 2499 измерений роста женщин. Построенный вариационный ряд был разбит на 10 одинаковых по величине интервалов. Результаты представлены в таблице.

Проверить при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  гипотезу о согласии выборочного распределения с законом нормального распределения, имеющим математическое ожидание и дисперсию, равные их экспериментальным оценкам.

Интервал	Частота
[135; 140)	2
[140; 145)	16
[145; 150)	141
[150; 155)	410
[155; 160)	639
[160; 165)	731
[165; 170)	396
[170; 175)	141
[175; 180)	29
[180; 185)	4

**18.** При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить гипотезу об однородности двух выборок, используя критерий  $\chi^2$  Пирсона.

Интервал	Частоты выборки 1	Частоты выборки 2
[4; 6)	10	6
[6; 8)	22	7
[8; 10)	25	12
[10; 12)	30	15
[12; 14)	36	30
[14; 16)	26	10
[16; 18)	24	8
[18; 20)	20	6
[20; 22)	13	4
[22; 24)	9	2

**19.** При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить гипотезу об однородности двух выборок, используя критерий  $\chi^2$  Пирсона.

Интервал	Частоты выборки 1	Частоты выборки 2
[10,2; 10,4)	2	4
[10,4; 10,6)	3	7
[10,6; 10,8)	8	8
[10,8; 11,0)	13	10
[11,0; 11,2)	25	25
[11,2; 11,4)	20	15
[11,4; 11,6)	12	12
[11,6; 11,8)	10	10
[11,0; 12,0)	6	4
[12,0; 12,2)	1	5

**20.** При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить гипотезу об однородности двух выборок, используя критерий  $\chi^2$  Пирсона.

Интервал	Частоты выборки 1	Частоты выборки 2
[5; 6)	1	2
[6; 7)	2	4
[7; 8)	9	12
[8; 9)	23	24
[9; 10)	33	25
[10; 11)	56	32
[11; 12)	61	24
[12; 13)	49	23
[13; 14)	25	22
[14; 15)	19	20
[15; 16)	16	8
[16; 17)	4	3

**21.** При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить гипотезу об однородности двух выборок, используя критерий  $\chi^2$  Пирсона.

Интервал	Частоты выборки 1	Частоты выборки 2
[-20; -15)	7	5
[-15; -10)	12	11
[-10; -5)	15	25
[-5; 0)	24	42
[0; 5)	49	88
[5; 10)	41	81
[10; 15)	26	36
[15; 20)	17	20
[20; 25)	7	8
[25; 30)	3	4



**22.** Сравнить среднее двух независимых выборок методом Стьюдента по уровню значимости  $\alpha=0,05$ .

выборка X

10,5	10,9	10,5	11,4	11,9	10,7	10,9	11,5
12,8	11,2	12,3	12,7	11,6	12,9	14,9	14,3
7,7	10,3	9,7	11,2	5,7	11,2	11,8	

выборка Y

14,2	13,8	15,9	14,6	18,1	18,5	16,8	12,2
11,7	10,6	16,9	15,7	11,7	12,6	15,2	12,4
12,4	12,2	16,7	15,8	11,3	17,2	12,3	13,5
12,1	14,7	13,8	14,7	12,2	12,6	12,4	15,5
10,2	9,7	10,6					

**23.** Сравнить среднее двух независимых выборок методом Стьюдента по уровню значимости  $\alpha=0,05$ .

выборка X

11,6	11,3	12,0	10,7	11,3	11,4	11,1	11,2
13,1	12,9	13,1	12,3	12,6	12,9	13,8	14,7
8,5	9,9	9,8	10,4	11,7	13,4	14,7	13,1
14,7	16,3	15,3	15,5	14,4	15,6	15,5	14,8
15,0	15,2	15,4					

выборка Y

14,2	13,8	13,9	14,5	17,0	17,4	17,3	11,1
11,2	11,1	17,1	17,0	12,2	11,1	14,9	12,7
12,7	12,1	17,8	17,5	11,3	16,5	13,2	13,9
12,6	15,4	14,1	13,9	12,9	13,6	12,2	15,2
9,0	10,6	10,3	10,0	10,4			

**24.** Сравнить среднее двух независимых выборок методом Стьюдента по уровню значимости  $\alpha=0,05$ .

выборка X

12,4	13,3	13,1	12,0	11,9	11,3	15,0	16,4
12,5	12,0	12,4	12,4	12,4	11,9	14,3	15,2
8,5	9,8	10,7	10,4	10,6	13,9	14,2	13,1
13,5	16,1	16,6	14,7	14,4	14,9	14,4	15,3
12,8	13,2	12,6	13,1	12,9	12,6	13,4	

выборка Y

14,3	14,3	15,3	14,5	17,6	17,9	17,8	11,3
11,0	11,2	16,6	15,9	11,1	11,7	16,1	11,6
12,1	11,9	17,5	16,4	12,3	17,8	13,5	14,1
12,6	14,8	14,4	13,6	11,6	13,4	12,4	15,4
9,6	10,0	14,5	16,8	10,2			

## Тематика зачетных вопросов по дисциплине "Основы биологической статистики"

- ✓ Выборочная и генеральная совокупность.
- ✓ Понятие статистической гипотезы. Понятие нулевой и альтернативной гипотез. Ошибки первого и второго рода.
- ✓ Доверительная вероятность, доверительный уровень, классификация Плохинского. Доверительный интервал. Понятие уровня значимости.
- ✓ Параметрические и непараметрические критерии (тесты сравнения).
- ✓ Нормальность эмпирического распределения выборки. Данные "нормального" ряда в пределах  $\pm 1\sigma$ ;  $\pm 2\sigma$ ;  $\pm 3\sigma$ . Проверка выборки на нормальность.
- ✓ Критерий Стьюдента  $t$ . Ограничения критерия, классические условия применимости. Парный критерий Стьюдента.
- ✓ Критерий Фишера  $F$ , область приложения, пример.
- ✓ Критерий Манна-Уитни (условия применимости, ранжирование). Непараметрический критерий Смирнова.
- ✓ Критерий согласия  $\chi^2$  (критерий Пирсона), его ограничения. Поправка Yates'a на непрерывность.
- ✓ Критерий согласия  $\chi^2$  для непрерывной вариации, алгоритм проверки соответствия выборки нормальному закону распределения. Критерий согласия  $\chi^2$  для дискретной вариации. Критерий  $\chi^2$  независимости.

- ✓ Предварительная обработка данных (результатов измерений или наблюдений). Правила и критерии.
- ✓ Сравнительный анализ (среднего, дисперсии) двух непрерывных выборок.
- ✓ Группировка данных. Группировка по качественной вариации. Группировка данных при количественной дискретной вариации. Правило Sturges'a.
- ✓ Статистическое распределение выборки (статистический ряд).
- ✓ Интервальный статистический ряд для непрерывного признака.
- ✓ Эмпирические кривые: полигон, гистограмма, кумулятивная функция распределения.
- ✓ Полигон частот.
- ✓ Две группы основных статистических показателей для характеристики совокупности.
- ✓ Корреляция, коэффициент корреляции.
- ✓ Описательная статистика. Асимметрия. Экцесс.
- ✓ Коэффициент вариации, его ошибка.
- ✓ Мода, медиана, среднее арифметическое. Дисперсия выборки, стандартное и среднее отклонение по выборке. Квартили, интерквартильный размах, размах выборки (вариации), лимиты.
- ✓ Регрессия. Расчет параметров линейного уравнения регрессии методом наименьших квадратов.