

ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Электронные вычислительные машины»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Анализ данных»

Направление подготовки
38.04.05 Бизнес-информатика

Профиль
«Информационные технологии в цифровой экономике»

Уровень подготовки
магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная, очно-заочная, заочная

Рязань 2024

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур проверки), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части ОПОП.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и владений, приобретенных обучающимся в процессе изучения дисциплины, целям и требованиям ОПОП в ходе проведения промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется путем проведения зачета. Форма проведения зачета – билеты с письменным ответом на два теоретических вопроса и практическое задание. При необходимости, проводится устная беседа с обучаемым для уточнения оценки.

Выполнение заданий на практических занятиях в течение семестра и заданий на самостоятельную работу является обязательным условием для допуска к зачету.

2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Сформированность компетенции (или ее части) в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- 1) пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- 2) продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенций по завершении освоения дисциплины;
- 3) эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенций и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Уровень освоения компетенций, формируемых дисциплиной:

Описание критериев и шкалы оценивания теоретических вопросов и практического задания:

Шкала оценивания	Критерий
5 баллов (эталонный уровень)	выставляется студенту, который дал полные ответы на вопросы, показал глубокие систематизированные знания, смог привести примеры, решил практическую задачу, ответил на дополнительные вопросы преподавателя
4 балла (продвинутый уровень)	выставляется студенту, который дал преимущественно полные ответы на вопросы, решил практическую задачу, но на некоторые дополнительные вопросы преподавателя ответил только с помощью наводящих вопросов
3 балла (пороговый уровень)	выставляется студенту, который дал неполные ответы на вопросы в билете, показал в основном верный ход решения задачи и смог ответить на дополнительные вопросы только с помощью преподавателя
2 балла	выставляется студенту, который не смог ответить на

	вопросы, а также решить практическую задачу
--	---

3 ПАСПОРТ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
Тема 1. Введение. Типы данных. Методы сбора и анализа данных.	ОПК-3.1	Устный опрос
Тема 2. Выборочный метод анализа данных. Характеристики выборки.	ОПК-3.1	Устный опрос
Тема 3. Параметры распределения и их оценка. Точечные и интервальные оценки.	ОПК-3.1	Устный опрос
Тема 4. Проверка статистических гипотез.	ОПК-3.1	Устный опрос
Тема 5. Корреляционный анализ.	ОПК-3.1	Устный опрос
Тема 6. Data Mining. Многомерная модель данных. Интеллектуальный анализ данных.	ОПК-3.1	Устный опрос
Тема 7. Промежуточная аттестация	ОПК-3.1	Зачет

4. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Промежуточная аттестация в форме зачета

Коды компетенций	Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций
ОПК-3	Способен принимать решения, осуществлять стратегическое планирование и прогнозирование в профессиональной деятельности с использованием современных методов и программного инструментария сбора, обработки и анализа данных, интеллектуального оборудования и систем искусственного интеллекта
ОПК-3.1	Принимает решения, осуществляет стратегическое планирование и прогнозирование в профессиональной деятельности с использованием современных методов и программного инструментария сбора, обработки и анализа данных
Знать современные методы и средства сбора, обработки и анализа данных; методы стратегического планирования и прогнозирования; основные методы принятия решений, преимущества и недостатки применяемых методов; Уметь применять программные средства обработки данных; применять методы макроэкономического планирования и прогнозирования Владеть навыками интерпретации информации, полученной в результате анализа данных; навыками принятия управленческих решений	

а) типовые практические задания на зачет:

Задание 1

В таблице приведена реализация выборки из генеральной совокупности зарегистрированной средней скорости передачи данных по каналу связи в Мб/с. Выполнить группировку. Для определения количества интервалов и их границ применить формулу Стреджесса. Подсчитать количество наблюдений в каждой из групп, определить их частоту.

22	27	28	18	29	29	16	12	35
24	13	23	34	18	17	29	15	32
23	18	21	20	22	21	17	11	16
16	23	28	21	24	23	25	14	19
15	19	15	36	16	13	18	20	23
20	19	11	17	22	27	34	20	15
13	28	27	22	18	11	21	13	21
18	17	31	21	25	22	16	26	33
27	24	22	17	12	24	24	26	19
15	15	10	17	17	15	26	27	28
31	23	24	22	24	28	21	27	26
15	13	16	19	28	29	28	32	30
13	12	26	19	27	31	27	24	33
16	14	18	32	19	18	20	24	24
18	17	21	19	15	22	21	18	13
21	12	29	18	30	17	13	23	29
20	11	25	19	18	29	18	24	21
27	22	25	17	15	13	20	24	17
33	27	23	24	26	30	24	29	23
16	21	30	27	18	14	19	15	12
28	23	25	18	20	27	15	34	27
18	29	28	14	20	15	21	21	28
18	16	24	25	28	25	23	19	14
14	21	21	16	28	19	15	27	24
15	16	19	12	27	22	35	25	17
22	21	24	22	21	18	19	21	27
32	14	21	22	25	31	32	24	15
25	24	16	24	18	25	30	30	19
24	29	16	26	18	20	27	25	14
22	24	14	15	30	19	32	17	28
16	27	17	23	27	26			

Ответ в виде таблицы (может быть выполнен отдельными расчетами):

Величина	Размах R	Число интервалов m	Длина интервала h	
Значение	26	9	2,9	
Интервалы	Левая граница	Правая граница	n_i	ω_i
[8,55; 11,45)	8,55	11,45	5	0,018

[11,45; 14,35)	11,45	14,35	24	0,087
[14,35; 17,25)	14,35	17,25	45	0,163
[17,25; 20,15)	17,25	20,15	46	0,167
[20,15; 23,05)	20,15	23,05	46	0,167
[23,05; 25,95)	23,05	25,95	34	0,123
[25,95; 28,85)	25,95	28,85	40	0,145
[28,85; 31,75)	28,85	31,75	21	0,076
[31,75; 34,65)	31,75	34,65	12	0,043
[34,65; 36,1)	34,65	36,1	3	0,011

Задание 2

По данным предварительной группировки выборки, а также определения интервальных частот и частостей найти и построить на диаграммах эмпирическую плотность, эмпирическую функцию распределения и полигон.

Величина	Размах R	Число интервалов m	Длина интервала h	
Значение	26	9	2,9	
Интервалы	Левая граница	Правая граница	n_i	ω_i
[8,55; 11,45)	8,55	11,45	5	0,018
[11,45; 14,35)	11,45	14,35	24	0,087
[14,35; 17,25)	14,35	17,25	45	0,163
[17,25; 20,15)	17,25	20,15	46	0,167
[20,15; 23,05)	20,15	23,05	46	0,167
[23,05; 25,95)	23,05	25,95	34	0,123
[25,95; 28,85)	25,95	28,85	40	0,145
[28,85; 31,75)	28,85	31,75	21	0,076
[31,75; 34,65)	31,75	34,65	12	0,043
[34,65; 36,1)	34,65	36,1	3	0,011

Ответы: По данным таблицы построим гистограммы частот и частостей (рисунки 1 и 2 соответственно).

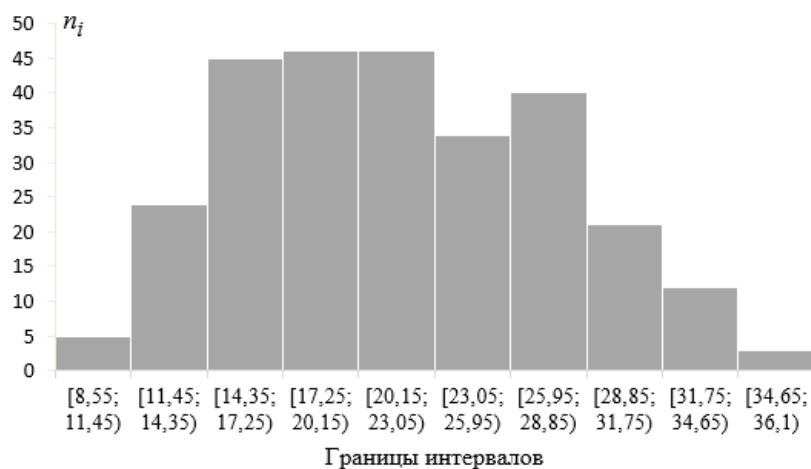


Рисунок 1 – Гистограмма частот

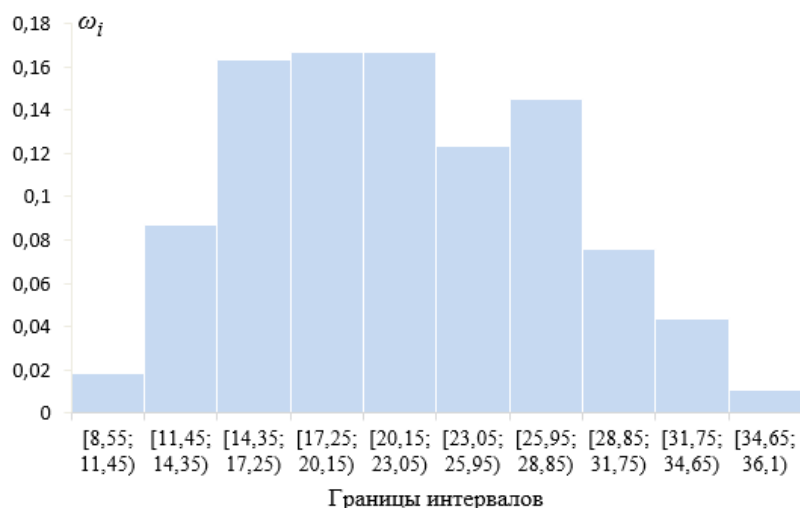


Рисунок 2 – Гистограмма частот

По данным таблицы в одной системе координат построим гистограмму и полигон относительных частот – частот (рисунок 3).

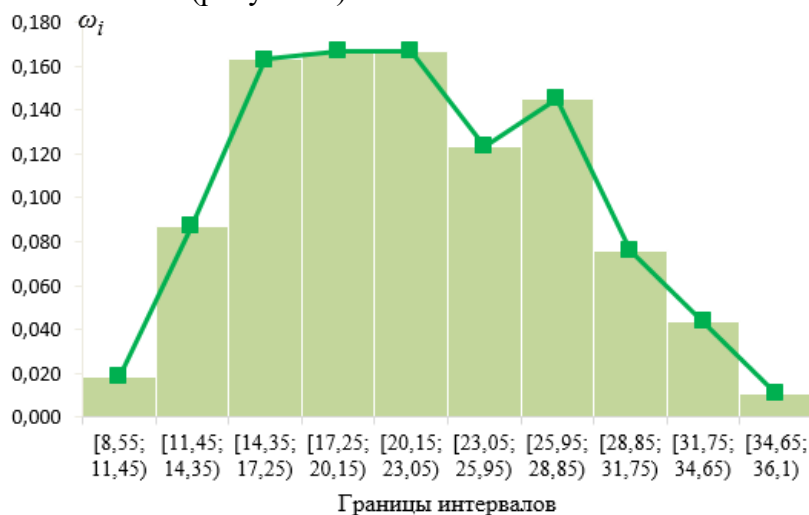


Рисунок 3 – Гистограмма и полигон частот

Функция распределения $F^*(x)$ является «ступенчатой», т.е. у нее имеются разрывы в точках, которым соответствуют правые границы интервалов. Величина скачка равна относительной частоте интервала.

$$F^*(x) = \begin{cases} 0; & x \leq x_1, \\ \omega_1; & x_1 < x \leq x_2, \\ \omega_1 + \omega_2; & x_2 < x \leq x_3, \\ \vdots & \\ \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i; & x_i < x \leq x_{i+1}, \\ 1; & x > x_m. \end{cases}$$

Найдем значения эмпирической функции распределения и представим их в табличном виде. Затем построим график эмпирической функции распределения на основе данных, для чего предварительно запишем аналитически данную функцию.

Интервалы	ω_i	$F^*(x)$
$< 8,55$	0,000	0,000
8,55 – 11,45	0,018	0,018
11,45 – 14,35	0,087	0,105

14,35 – 17,25	0,163	0,268
17,25 – 20,15	0,167	0,435
20,15 – 23,05	0,167	0,601
23,05 – 25,95	0,123	0,725
25,95 – 28,85	0,145	0,870
28,85 – 31,75	0,076	0,946
31,75 – 34,65	0,043	0,989
34,65 <	0,011	1,000

$$F^*(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 8,55, \\ 0,018; & 8,55 < x \leq 11,45, \\ 0,105; & 11,45 < x \leq 14,35, \\ 0,268; & 14,35 < x \leq 17,25, \\ 0,435; & 17,25 < x \leq 20,15, \\ 0,602; & 20,15 < x \leq 23,05, \\ 0,725; & 23,05 < x \leq 25,95, \\ 0,87; & 25,95 < x \leq 28,85, \\ 0,946; & 28,85 < x \leq 31,75, \\ 0,989; & 31,75 < x \leq 34,65, \\ 1; & x > 34,65. \end{cases}$$

Графики эмпирической функции распределения и кумуляты представлены на рисунке 4.

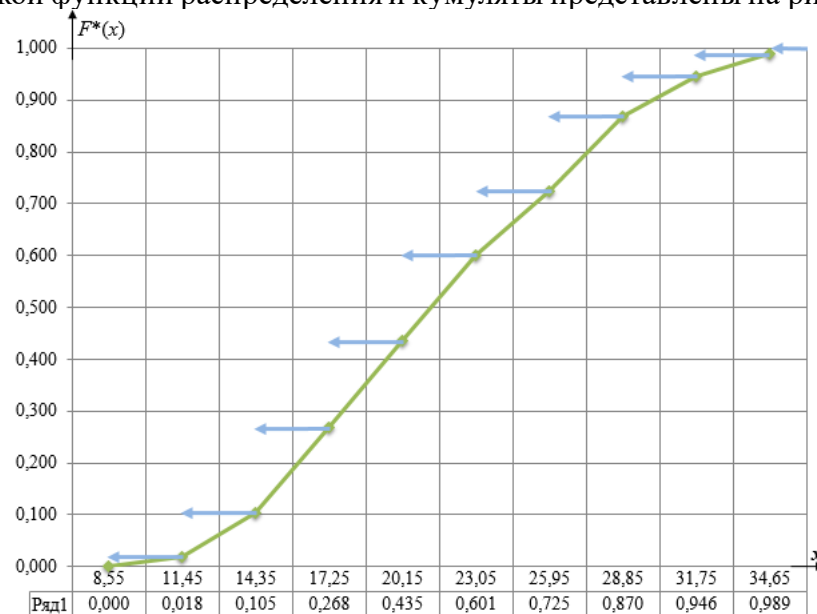


Рисунок 4 – Эмпирическая функция распределения и кумулята

Задание 3

По данным предварительной группировки выборки, а также определения интервальных частот и частостей найти точечные оценки математического ожидания и дисперсии.

Величина	Размах R	Число интервалов m	Длина интервала h	
Значение	26	9	2,9	
Интервалы	Левая граница	Правая граница	n_i	ω_i

[8,55; 11,45)	8,55	11,45	5	0,018
[11,45; 14,35)	11,45	14,35	24	0,087
[14,35; 17,25)	14,35	17,25	45	0,163
[17,25; 20,15)	17,25	20,15	46	0,167
[20,15; 23,05)	20,15	23,05	46	0,167
[23,05; 25,95)	23,05	25,95	34	0,123
[25,95; 28,85)	25,95	28,85	40	0,145
[28,85; 31,75)	28,85	31,75	21	0,076
[31,75; 34,65)	31,75	34,65	12	0,043
[34,65; 36,1)	34,65	36,1	3	0,011

Ответы:

Точечная оценка математического ожидания m генеральной совокупности – выборочное среднее значение $\bar{x}$:

$$\nu_1 = \bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^m x_i \cdot n_i = \sum_{i=1}^m x_i \cdot \omega_i,$$

где n – объем выборки, x_i – середины частичных интервалов $[z_i; z_i+h)$, а n_i – частоты (ω_i – частости) попадания элементов выборки в частичные интервалы.

Точечная оценка выборочной дисперсии D генеральной совокупности – выборочное среднее квадратов отклонений значений выборки от выборочного среднего $\bar{x}$:

$$\mu_2 = D = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i}{n} = \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \cdot \omega_i.$$

также можно представить ее в виде $\mu_2 = D = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^m x_i^2 \cdot n_i - \bar{x}^2 = \sum_{i=1}^m x_i^2 \cdot \omega_i - \bar{x}^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2.$

Точечная оценка выборочного среднего квадратического отклонения – величина, численно равная $\sigma = \sqrt{D}$.

Расчеты:

Границы интервалов	n_i	ω_i	Середины интервалов x_i	$x_i \cdot n_i$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i$
[8,55; 11,45)	5	0,018	10	50	686,58
[11,45; 14,35)	24	0,087	12,9	309,6	1866,26
[14,35; 17,25)	45	0,163	15,8	711	1576,13
[17,25; 20,15)	46	0,167	18,7	860,2	419,04
[20,15; 23,05)	46	0,167	21,6	993,6	0,64
[23,05; 25,95)	34	0,123	24,5	833	263,11
[25,95; 28,85)	40	0,145	27,4	1096	1291,31
[28,85; 31,75)	21	0,076	30,3	636,3	1546,59
[31,75; 34,65)	12	0,043	33,2	398,4	1581,98
[34,65; 36,1)	3	0,011	35,375	106,12	559,52
Суммы	276	1	–	5994,22	9791,17

1. Математическое ожидание $\bar{x} = \frac{5994,22}{276} \approx 21,72$.

2. Дисперсия $D = \frac{9791,17}{276} \approx 35,48$.

3. Среднее квадратическое отклонение $\sigma = \sqrt{35,48} \approx 5,96$.

Задание 4

44	44	43	52	47	40
41	46	45	48	46	43
47	49	41	41	50	48
47	48	49	51	51	51
46	43	42	48	48	50

Объем выборки $n=30$, а $\sum_{i=1}^n x_i = 1389$, точечная оценка математического ожидания

Интервальная оценка математического ожидания: $m \in \left(\bar{x} - \frac{z_{\gamma/2} \cdot \sigma}{\sqrt{n}}; \bar{x} + \frac{z_{\gamma/2} \cdot \sigma}{\sqrt{n}} \right)$, где $\sigma=3,1$

Тогда значение выражения $\frac{z_{\gamma/2} \cdot \sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2,32 \cdot 3,1}{\sqrt{30}} \approx 1,31$. С учетом этого

Задание 5

44	33	41	38	35	43
36	36	37	40	38	38
36	42	41	44	39	37
39	45	43	41	42	45
45	40	38	36	44	40
39	36	36	39	38	
35	35	39	42	37	

Объем выборки $n=40$, а $\sum_{i=1}^n x_i = 1572$, точечная оценка математического ожидания

Интервальная оценка математического ожидания: $m \in \left(\bar{x} - \frac{t(\gamma, n-1) \cdot S}{\sqrt{n}}; \bar{x} + \frac{t(\gamma, n-1) \cdot S}{\sqrt{n}} \right)$,

Найдем $(x_i - \bar{x})^2$ в соответствии с данными выборки:

[illegible]

22,09	39,69	2,89	1,69	18,49	13,69
10,89	10,89	5,29	0,49	1,69	1,69
10,89	7,29	2,89	22,09	0,09	5,29
0,09	32,49	13,69	2,89	7,29	32,49
32,49	0,49	1,69	10,89	22,09	0,49
0,09	10,89	10,89	0,09	1,69	
18,49	18,49	0,09	7,29	5,29	

Исправленная выборочная дисперсия $S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{408,40}{39} \approx 10,47$, а

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{10,47} \approx 3,24.$$

Доверительный интервал математического ожидания $m \in \left(39,3 - \frac{2,02 \cdot 3,24}{\sqrt{40}}; 39,3 + \frac{2,02 \cdot 3,24}{\sqrt{40}} \right) = (38,26; 40,33)$.

Задание 6

Для оценки стабильности интернет-соединения каждый час передается 2000 пакетов данных, при этом из подвергнутых контролю 500 пакетов 130 пакетов было принято с потерями. Требуется определить точечную и интервальную оценку вероятности передачи пакета с потерями с заданным коэффициентом доверия $\gamma=0,9$ и какое наименьшее количество пакетов необходимо передать, чтобы относительная частота пакетов, принятых с потерями, отличалась от вероятности потери не более, чем на 0,05 (5 %).

Ответы: Точечная оценка вероятности передачи пакета с потерями $\omega = \frac{m}{n} = \frac{130}{500} = 0,26$.

Интервальная оценка вероятности передачи пакета с потерями: $(\omega - \Delta; \omega + \Delta)$.

Для различных способов отбора:

- повторный - $\Delta = t \cdot \sqrt{\frac{\omega \cdot (1-\omega)}{n}}$,
- бесповторный - $\Delta = t \cdot \sqrt{\frac{\omega \cdot (1-\omega)}{n} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$,

где $t = z_{\gamma/2}$ – аргумент функции Лапласа уровня $\gamma/2=0,9/2=0,45$. По справочным таблицам определяем, что $t = z_{\gamma/2} = (1,64+1,65)/2 = 1,645$.

Для повторного способа организации предельная ошибка $\Delta = z_{\gamma/2} \cdot \sqrt{\frac{\omega \cdot (1-\omega)}{n}} = 1,645 \cdot \sqrt{\frac{0,26 \cdot (1-0,26)}{500}} \approx 0,0323$, а интервальная оценка вероятности передачи пакета с потерями $(0,26-0,0323; 0,26+0,0323) = (0,2277; 0,2923)$.

Для бесповторного способа организации предельная ошибка $\Delta = 1,645 \cdot \sqrt{\frac{0,26 \cdot (1-0,26)}{500} \cdot \left(1 - \frac{500}{2000}\right)} \approx 0,017$, а интервальная оценка вероятности передачи пакета с потерями $(0,26-0,017; 0,26+0,017) = (0,243; 0,277)$.

Наименьшее количество пакетов, которое необходимо передать, чтобы относительная частота пакетов, принятых с потерями, отличалась от вероятности потери не более, чем на 0,05 (5 %).

Имеем $\Delta=0,05$ (5 %), $z_{\gamma/2}=1,645$, $\omega=0,26$.

Для повторного способа организации выборки получим $n = \frac{z_{\gamma/2}^2 \cdot \omega \cdot (1-\omega)}{\Delta_{\omega}^2} = \frac{1,645^2 \cdot 0,26 \cdot (1-0,26)}{0,05^2} \approx 209$ пакетов, а для бесповторного способа организации

$$n = \frac{z_{\gamma/2}^2 \cdot \omega \cdot (1-\omega) \cdot N}{N \cdot \Delta_{\omega}^2 + z_{\gamma/2}^2 \cdot \omega \cdot (1-\omega)} = \frac{1,645^2 \cdot 0,26 \cdot (1-0,26) \cdot 2000}{2000 \cdot 0,05^2 + 1,645^2 \cdot 0,26 \cdot (1-0,26)} \approx 189 \text{ пакетов.}$$

Задание 7

Из генеральной совокупности измерений зависимости скорости беспроводного соединения (Мбит/с) от дальности между передатчиком и приемником данных произведена выборка объемом 400 измерений, по которой получен выборочный коэффициент корреляции 0,78. Найти с надежностью $\gamma=0,95$ доверительный интервал для коэффициента корреляции генеральной совокупности.

Ответы:

Показатель достоверности коэффициента корреляции $t_r = \frac{r}{\Delta_r} = \frac{r}{\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}} = \frac{r \cdot \sqrt{n}}{1-r^2}$, где $r=0,78$,

а $n=400$. Тогда $t_r = \frac{0,78 \cdot \sqrt{400}}{1-0,78^2} \approx 40$. Поскольку $t_r > 3$, то значение коэффициента корреляции можно считать достоверным.

Объем выборки $n=400 > 100$, доверительный интервал коэффициента корреляции генеральной совокупности принадлежит интервалу $\rho \in \left(r - t_\gamma \cdot \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}; r + t_\gamma \cdot \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} \right)$, где $t_\gamma=1,96$ – значение статистики распределения Стьюдента (**Разрешается использовать табличные значения – справочные значения**) с числом степеней свободы $k=n-2=400-2=398$ при уровне значимости $\alpha=1-\gamma=1-0,95=0,05$. С учетом этого доверительный интервал $\rho \in \left(0,78 - 1,96 \cdot \frac{1-0,78^2}{\sqrt{400}}; 0,78 + 1,96 \cdot \frac{1-0,78^2}{\sqrt{400}} \right) \approx (0,742; 0,818)$.

Выборочный коэффициент корреляции можно считать статистически значимым, так как $t_r \approx 40 > 1,96 = t_\gamma$.

Вопросы к зачету по дисциплине «Анализ данных»

1. Выборочный метод в статистических исследованиях (выборочная совокупность, размах, частичные интервалы, шаг разбиения, формула Стерджесса, частота, частость).
2. Выборочный метод в статистических исследованиях (гистограмма частот и частостей, полигон частот, эмпирическая функция распределения, кумулята, пример).
3. Выборочный метод в статистических исследованиях (моменты случайной величины: математическое ожидание, дисперсия, асимметрия, эксцесс, выборочный коэффициент вариации, ошибки асимметрии и эксцесса, общая форма записи моментов случайных величин).
4. Интервальные оценки числовых характеристик выборки (оценка математического ожидания с известным сдвигом).
5. Интервальные оценки числовых характеристик выборки (оценка математического ожидания с неизвестным сдвигом).
6. Интервальные оценки числовых характеристик выборки (оценка сдвига).
7. Способы формирования выборок и отбора элементов в совокупность. Способы расчета объема выборки.
8. Способы формирования выборок и отбора элементов в совокупность. Средняя ошибка выборки.
9. Интервальная оценка выборочного коэффициента корреляции.
10. Проверка статистических гипотез.
11. Проверка гипотезы о равенстве выборочной средней генеральному среднему значению m нормально распределенной совокупности $N(m;\sigma)$.

12. Проверка гипотезы о равенстве числовых характеристик генеральных совокупностей. Проверка гипотезы о равенстве заданному числу дисперсии нормально распределенной случайной величины (одновыборочный χ^2 – критерий).

13. Проверка гипотезы о равенстве числовых характеристик генеральных совокупностей. Сравнение дисперсий двух выборок, имеющих нормальное распределение.

14. Проверка гипотезы о равенстве числовых характеристик генеральных совокупностей. Сравнение средних значений двух выборок, имеющих нормальное распределение.

15. Проверка гипотезы о равенстве числовых характеристик генеральных совокупностей. Доверительный интервал для разности средних.

16. Проверка гипотезы о равенстве долей признака. Сравнение генеральной доли со стандартом (нормативом).

17. Проверка гипотезы о равенстве долей признака. Проверка гипотезы о равенстве долей признака в двух совокупностях.

18. Оценка значимости коэффициента (индекса) корреляции.

19. Проверка гипотезы о виде распределения. Критерий согласия Пирсона.

20. Корреляционный и регрессионный анализ.

21. Задачи корреляционного анализа.

22. Вычисление коэффициента корреляции. Сила корреляционной связи. Парный коэффициент линейной корреляции.

23. Вычисление коэффициента корреляции. Сила корреляционной связи. Корреляционное отношение.

24. Вычисление коэффициента корреляции. Сила корреляционной связи. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

25. Виды парных регрессионных зависимостей. Линейная регрессия.

26. Виды парных регрессионных зависимостей. Гиперболическая регрессия.

27. Виды парных регрессионных зависимостей. Экспоненциальная (показательная) регрессия.

28. Виды парных регрессионных зависимостей. Квадратичная регрессия.

29. Проверка адекватности модели и оценка значимости ее параметров.

30. Проверка статистической значимости коэффициентов линейной регрессии.

31. Доверительные интервалы для коэффициентов линейной регрессии.

32. Множественная регрессия.