

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

Кафедра высшей математики

С Т А Т И С Т И К А

**Методические указания и задания к контрольным работам
по курсу «Статистика» для студентов экономических специальностей
заочной формы обучения**

Часть 1

Брест 2008

УДК 31

Работа является переработанным вариантом методических указаний 2000 года. Она содержит контрольные задания по курсу «Статистика», достаточно подробное решение типового варианта, вопросы программы по первой части курса и методические указания по оформлению контрольной работы. Материалы данного пособия можно использовать также на занятиях со студентами других форм обучения. Издается в 2-х частях. Часть 1.

Составители: Б. А. Годунов, доцент, к.ф.-м.н.
В. С. Рубанов, доцент, к.ф.-м.н.
И. И. Гладкий, ст. преподаватель
Г. В. Шамовская, ассистент

Рецензент: зав. кафедрой информатики и прикладной математики
УО «Брестский государственный университет
им. А. С. Пушкина», к.ф.-м.н., доцент Савчук В. Ф.

Учреждение образования

© «Брестский государственный технический университет», 2008

1. Методические указания к выполнению и оформлению работы

Письменная контрольная работа является важной составляющей частью при изучении курса "Статистика". Выполнение контрольной работы существенно способствует пониманию материала курса и поможет студенту приобрести практические навыки в расчетах статистических показателей, в построении и оформлении таблиц и графиков и их интерпретации, и на основе этого делать содержательный анализ.

Номер варианта контрольной работы определяется числом, составленным из двух последних цифр номера зачетной книжки. Если это число больше 30, то из него следует вычесть 30, и тем самым определится номер варианта.

При выполнении контрольной работы следует руководствоваться следующими требованиями.

1. Контрольная работа должна быть выполнена и представлена на проверку в срок, предусмотренный учебным планом.

2. Перед решением каждой задачи необходимо привести ее условие.

3. Решение задач сопровождается необходимыми формулами, развернутыми расчетами, краткими пояснениями. Полученные результаты по возможности оформляются в статистические таблицы.

4. Работа должна быть оформлена аккуратно, написана чисто, разборчиво, без зачеркиваний. Необходимо оставить поля для замечаний рецензента и пронумеровать страницы.

5. В конце работы надо указать перечень использованной литературы, поставить подпись и дату.

При удовлетворительном выполнении работа оценивается "допущена к защите". Студент обязан учесть все замечания рецензента и, не переписывая работу, внести в нее необходимые исправления. Только после этого проводится ее защита.

В случае если работа "не допущена к защите", студент делает исправления, вносит дополнения и представляет на проверку оба варианта выполнения контрольной работы.

В конце данного пособия приводится решение типового варианта, что, надеемся, поможет вам легче справиться с вашим заданием. Однако хотим предупредить, что не все автоматически переносится на ваши данные. Так, при выполнении задачи 2 выбор формулы средней величины должен быть экономически обоснован, то есть следует исходить из связи рассматриваемого признака с другим признаком, увязанным с ним систему. В приводимом решении подобного примера обратите внимание на замечание.

Если при работе над заданиями возникают затруднения, студент может обратиться за помощью на кафедру высшей математики БрГТУ.

2. Вопросы программы

1. Предмет и метод статистики.

1. Понятие об учете и статистике.
2. Задачи и содержание теории статистики.
3. Статистические совокупности и статистические закономерности.
4. Классификация признаков единиц совокупности.

2. Задачи и организация статистики.

1. Общегосударственная и ведомственная статистика. Их задачи и взаимоотношения.
2. Единая статистическая информационная система (ЕСИС), ее функции.

3. Статистическое наблюдение.

1. Основные этапы статистического исследования.
2. Задачи статистического наблюдения.
3. Виды статистических наблюдений. Их различие по времени наблюдения и по степени охвата.
4. Основные формы организации наблюдения.
5. Охват времени при проведении наблюдения (текущие, периодические и единовременные наблюдения).
6. Объект наблюдения, его ограничения.
7. Программа наблюдения.
8. Ошибки наблюдения.

4. Статистические показатели.

1. Атрибуты статистического показателя.
2. Классификация показателей.
3. Системы показателей.

5. Средние величины.

1. Значение средних величин в статистике.
2. Средняя арифметическая величина (простая и взвешенная) и ее свойства.
3. Простые и взвешенные средние.
4. Средняя геометрическая величина (простая и взвешенная).
5. Средняя гармоническая величина (простая и взвешенная).
6. Средняя квадратическая и средняя кубическая величины (простые и взвешенные).
7. Обоснование выбора средней величины.

6. Вариация массовых явлений.

1. Вариация. Виды статистических рядов.

2. Интервальное распределение.
3. Геометрическое изображение вариационных рядов. Полигон, гистограмма.
4. Кумулятивное распределение. Кумулята и огива.
5. Структурные характеристики вариационных рядов. Медиана, мода, квартили.
6. Показатели размера и интенсивности вариации. Размах вариации, среднее линейное отклонение.
7. Среднее квадратическое отклонение, дисперсия и ее свойства.
8. Среднее квартильное расстояние.
9. Относительные показатели вариации.
10. Моменты. Показатели формы распределения. Асимметрия и эксцесс.

7. Группировка. Статистические методы изучения взаимосвязей.

1. Задачи и значение группировки. Интервалы группировки.
2. Виды группировок. Типологическая и структурная группировки.
3. Аналитическая группировка. Сила связи.
4. Разложение общей дисперсии на внутригрупповую и межгрупповую дисперсии.
5. Коэффициент детерминации и эмпирическое корреляционное отношение. Теснота связи между статистическими признаками.
6. Многомерная группировка.

8. Выборочное наблюдение.

1. Причины выборочного наблюдения. Виды выборок и способы отбора.
2. Ошибки репрезентации.
3. Средние ошибки выборки.
4. Средняя ошибка выборочной средней.
5. Средняя ошибка доли.
6. Предельные ошибки выборки. Доверительные интервалы.
7. Определение объема выборки.
8. Малые выборки. Распределение Стьюдента.
9. Элементы дисперсионного анализа.

3. Контрольные задания

Задача 1

По совокупности объектов производственно-хозяйственной деятельности имеются данные по двум признакам. Для анализа связи между ними требуется:

- 1) выбрать признак-результат и признак-фактор;
- 2) провести аналитическую группировку;
- 3) рассчитать коэффициент детерминации, эмпирическое корреляционное отношение;
- 4) сделать выводы о направлении, силе и тесноте связи;
- 5) построить линейное уравнение регрессии и рассчитать его параметры, пояснить смысл коэффициента регрессии;
- 6) вычислить коэффициент корреляции. Сделать выводы;
- 7) изобразить на графике эмпирическую и теоретическую линии регрессии.

Варианты 1, 2, 3, 4, 5.

Таблица 1.

№ предприятия	Среднегодовая стоимость основных производственных фондов (млн. руб.)					Доля в общем числе рабочих числа выполняющих работу по ремонту и наладке машин и механизмов (%)				
	Вариант					Вариант				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	3,0	5,7	5,8	2,6	3,1	6,3	21,8	22,7	4,3	4,6
2	3,5	5,1	6,0	3,0	3,5	7,7	21,7	23,8	5,7	6,0
3	3,7	4,8	3,8	7,5	8,0	10,8	20,2	8,9	23,6	23,9
4	1,2	4,6	4,1	7,3	7,8	1,7	10,3	11,3	25,6	25,9
5	2,0	4,4	4,0	6,2	6,7	2,5	7,9	19,1	23,4	23,7
6	2,3	4,4	4,2	6,4	6,9	3,8	18,2	17,9	24,5	24,8
7	2,7	4,2	4,2	4,2	4,7	5,2	19,4	7,7	9,6	9,9
8	7,2	4,2	4,4	4,4	4,9	23,1	11,6	10,0	12,0	12,3
9	7,0	4,0	4,6	4,4	4,9	25,1	9,3	19,9	19,8	20,1
10	5,9	6,2	4,9	4,6	5,1	22,9	24,1	21,6	18,6	18,9
11	6,1	6,0	5,5	4,6	5,1	24,0	22,9	21,7	8,4	8,7
12	3,9	7,1	2,9	4,8	5,3	9,1	25,2	6,4	10,7	11,0
13	4,1	7,3	3,4	5,0	5,5	11,5	23,1	7,8	20,5	20,8
14	4,1	2,8	3,6	5,3	5,8	19,3	5,3	10,7	22,3	22,6
15	4,3	2,4	1,1	5,9	6,4	18,1	3,9	1,6	22,4	22,7
16	4,3	2,0	1,9	3,3	3,8	7,9	2,7	2,4	6,8	7,1
17	4,5	1,3	2,2	3,8	4,3	10,2	1,6	3,7	8,2	8,5
18	4,7	3,8	2,6	4,0	4,5	20,1	10,9	5,1	11,3	11,6
19	5,0	3,6	7,1	1,5	2,0	21,8	7,7	23,0	2,2	2,5
20	5,6	3,0	6,9	2,3	2,8	21,9	6,5	25,0	3,0	3,3
21		4,9	3,9	7,2	7,7		19,3	15,3	24,9	25,2
22		2,9		4,1	4,6		6,8		19,4	19,7

Варианты 6, 7, 8, 9, 10.

Таблица 2.

№ предприятия	Средний удой молока в год (тыс. кг)					Затраты кормовых единиц в расчете на одну корову в год (тыс. кг)				
	Вариант					Вариант				
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
1	3,2	3,1	4,4	5,7	5,9	3,9	3,8	5,3	6,1	6,4
2	2,3	3,0	4,7	5,3	5,5	4,0	4,0	5,1	6,3	6,7
3	3,2	3,6	3,4	4,6	4,8	4,1	4,5	4,9	5,0	5,4
4	2,5	4,1	2,4	3,2	3,4	3,3	4,9	3,2	3,9	4,2
5	2,6	3,6	4,9	4,2	4,4	3,7	4,1	6,0	4,7	5,0
6	3,0	4,6	5,4	3,4	3,6	3,6	5,4	6,1	4,0	4,4
7	2,9	4,9	5,0	2,5	2,9	3,8	5,2	6,3	4,1	4,5
8	3,5	3,6	4,3	3,4	3,6	4,3	5,0	5,0	4,2	4,6
9	4,0	2,6	3,0	2,7	2,9	4,7	3,3	3,9	3,4	3,8
10	3,5	5,1	3,9	2,8	3,0	3,9	6,1	4,7	3,8	4,2
11	4,5	5,6	3,1	3,2	3,4	5,2	6,2	4,0	3,7	3,9
12	4,8	5,2	2,2	3,1	3,3	5,0	6,4	4,1	3,9	4,3
13	3,5	4,5	3,1	3,7	3,9	4,8	5,1	4,2	4,4	4,6
14	2,5	3,2	2,4	4,2	4,4	3,1	4,0	3,4	4,8	5,2
15	5,0	4,1	2,5	3,7	3,9	5,9	4,6	3,8	4,0	4,4
16	5,5	3,3	2,9	4,7	4,9	6,0	4,1	3,7	5,3	5,7
17	5,1	2,4	2,8	5,0	5,2	6,2	4,2	3,9	5,1	5,5
18	4,4	3,3	3,4	3,7	3,9	4,9	4,3	4,4	4,9	5,3
19	3,1	2,6	3,9	2,7	2,9	3,8	3,5	4,8	3,2	3,5
20	4,0	2,7	3,4	5,2	5,4	4,6	3,9	4,0	6,0	6,4
21		3,5	3,0		3,2		4,4	3,8		4,2
22		2,5			2,7		3,3			3,7
23		2,9					4,0			

Варианты 11, 12, 13, 14, 15.

Таблица 3.

№ предприятия	Процент продукции, идущей на экспорт					Рентабельность производственных фондов, (%)				
	Вариант					Вариант				
	11	12	13	14	15	11	12	13	14	15
1	16,80	6,95	9,93	19,10	19,23	18,33	9,13	9,50	14,15	13,15
2	16,30	8,55	32,50	15,53	15,63	12,11	8,03	38,51	21,30	20,30
3	16,83	6,19	11,28	32,10	32,20	18,98	8,93	11,50	31,10	30,10
4	18,90	10,63	17,85	28,98	29,08	19,11	9,13	20,67	30,60	29,60
5	20,50	8,95	18,66	10,12	10,22	14,20	9,41	23,23	20,19	19,19
6	8,93	14,83	7,90	7,69	7,79	9,00	16,35	9,60	9,79	8,79
7	31,50	7,84	9,50	13,68	13,78	38,11	9,72	8,50	16,42	15,42
8	10,28	10,27	7,14	8,80	8,90	11,00	20,12	9,40	9,48	8,48
9	16,85	29,13	11,58	10,48	10,58	20,17	30,53	9,60	9,20	8,20
10	17,66	32,35	9,90	6,04	6,14	22,73	31,03	9,88	9,00	8,00
11	6,90	15,68	15,78	8,40	8,50	9,10	21,23	16,82	8,10	7,10

Продолжение на следующей странице

	11	12	13	14	15	11	12	13	14	15
12	8,50	19,25	8,79	6,80	6,90	8,00	14,08	10,19	9,20	8,20
13	6,14	16,85	11,22	17,56	17,66	8,90	18,36	20,59	22,83	21,83
14	10,58	16,35	30,08	16,75	16,85	9,10	12,14	31,00	20,27	19,27
15	8,90	16,88	33,30	10,18	10,28	9,38	19,01	31,50	11,10	10,10
16	14,78	18,95	16,63	31,40	31,50	16,32	19,14	21,70	38,21	37,21
17	7,79	20,55	20,20	8,83	8,93	9,69	14,23	14,55	9,10	8,10
18	10,22	8,93	17,80	20,40	20,50	20,09	9,03	18,83	14,30	13,30
19	29,08	31,55	17,30	18,80	18,90	30,50	38,14	12,61	19,21	18,21
20	32,30	10,33	17,83	16,83	16,93	31,00	11,03	19,48	19,08	18,08
21	15,63	16,90	19,90		20,00	21,20	20,20	19,61		18,61
22	19,20	17,71			17,81	14,05	22,76			21,76
23		21,32			21,42		14,89			13,89
24		9,98					12,31			

Варианты 16, 17, 18, 19, 20.

Таблица 4.

№ предприятия	Потери рабочего времени (тыс. чел-дней)					Удельные затраты труда на единицу продукции (чел-дней/1000 руб.)				
	Вариант					Вариант				
	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
1	22,5	20,5	10,3	12,5	11,5	0,19	0,21	0,14	0,14	0,24
2	10,0	15,5	17,3	20,0	19,0	0,12	0,15	0,17	0,20	0,30
3	17,0	19,8	20,3	11,1	10,1	0,15	0,20	0,22	0,13	0,23
4	20,0	7,0	15,3	7,0	6,0	0,20	0,12	0,16	0,10	0,20
5	15,0	8,8	19,6	14,5	13,5	0,14	0,12	0,21	0,16	0,26
6	19,3	3,4	6,8	25,0	24,5	0,19	0,06	0,13	0,24	0,34
7	6,5	13,4	8,6	17,1	16,5	0,11	0,13	0,13	0,17	0,27
8	8,3	27,4	3,2	2,1	1,1	0,11	0,21	0,07	0,07	0,17
9	2,9	12,9	13,2	5,4	4,4	0,05	0,11	0,14	0,10	0,20
10	12,9	6,9	27,2	11,4	10,4	0,12	0,10	0,22	0,11	0,21
11	26,9	3,6	12,7	25,9	24,9	0,20	0,07	0,12	0,21	0,31
12	12,4	18,6	6,7	11,9	10,9	0,10	0,17	0,11	0,13	0,23
13	6,4	26,5	3,4	1,9	0,9	0,09	0,24	0,08	0,06	0,16
14	3,1	16,0	18,4	7,3	7,3	0,06	0,16	0,18	0,12	0,22
15	18,1	8,5	26,4	5,5	4,5	0,16	0,11	0,25	0,13	0,23
16	26,0	12,6	15,9	18,3	17,3	0,23	0,13	0,17	0,20	0,30
17	15,5	21,5	8,4	14,0	13,0	0,15	0,20	0,12	0,15	0,25
18	8,0	14,0	12,5	19,0	19,0	0,10	0,14	0,14	0,21	0,31
19	12,1	23,0	21,3	16,0	16,0	0,12	0,20	0,21	0,16	0,26
20	21,0	10,5	13,8	9,0	8,0	0,19	0,13	0,15	0,13	0,23
21	13,5	17,5	22,8	21,5	20,0	0,13	0,16	0,21	0,20	0,30
22		10,8		16,2	15,2		0,14		0,17	0,17
23		13,1			12,1		0,15			0,25
24					8,9					0,24

Варианты 21, 22, 23, 24, 25.

Таблица 5.

№ пред- при-ятия	Стоимость основных производ- ственных фондов по охране окру- жающей среды (млрд. руб.)					Затраты на капитальный ремонт ос- новных производственных фондов по охране окружающей среды (млн. руб.)				
	Вариант					Вариант				
	21	22	23	24	25	21	22	23	24	25
1	1,03	0,20	0,46	1,44	1,43	0,87	0,02	0,17	0,25	0,26
2	1,45	10,07	0,24	1,22	1,21	0,90	2,28	0,03	0,11	0,12
3	0,44	2,05	0,17	1,15	1,14	0,15	1,21	0,02	0,12	0,13
4	0,22	2,55	10,04	11,02	11,01	0,01	1,22	2,29	2,37	2,38
5	0,15	2,58	2,02	3,00	2,99	0,01	1,21	1,22	1,30	1,31
6	10,02	5,06	2,52	3,50	3,49	2,27	1,97	1,23	1,31	1,32
7	2,00	4,99	2,55	3,53	3,53	1,20	2,01	1,22	1,30	1,31
8	2,50	3,09	5,03	6,01	6,00	1,21	1,23	1,98	1,96	1,97
9	2,53	6,26	4,96	5,94	5,93	1,20	2,24	2,02	2,10	2,11
10	5,01	7,37	3,06	4,04	4,03	1,96	2,54	1,24	1,32	1,33
11	4,94	5,10	6,23	7,21	7,20	2,00	2,01	2,25	2,33	2,34
12	3,04	8,14	7,34	8,32	8,31	1,22	2,39	2,55	2,63	2,64
13	6,21	10,05	5,07	6,05	6,04	2,23	2,96	2,02	2,10	2,11
14	7,32	10,03	8,11	9,09	9,08	2,53	3,08	2,40	2,48	2,49
15	5,05	9,05	10,02	11,00	10,99	2,00	2,74	2,97	3,05	3,06
16	8,09	7,33	10,00	10,98	10,97	2,38	2,13	3,09	3,17	3,17
17	10,00	1,08	9,02	10,00	9,99	2,95	0,88	2,75	2,83	2,84
18	9,98	1,50	7,30	8,28	8,27	3,07	0,91	2,12	2,22	2,23
19	9,00	0,49	1,05	2,03	2,02	2,73	0,16	0,89	0,97	0,98
20	7,28	0,27	1,47	2,45	2,44	2,12	0,03	0,92	1,00	1,01
21		7,99	10,51	9,43	9,42		2,13	3,01	2,57	2,58
22		1,51		4,21	4,20		0,87		1,35	1,35
23		0,53		6,15	6,14		0,15		2,03	2,04
24				7,45					2,36	

Варианты 26, 27, 28, 29, 30.

Таблица 6.

№ пред- при-ятия	Среднегодовая стоимость основных производственных фондов (млн. руб.)					Доля работ, выполняемых с помощью машин и механизмов, (%).				
	Вариант					Вариант				
	26	27	28	29	30	26	27	28	29	30
1	5,6	21,6	6,3	16,2	16,0	26,0	71,6	26,0	48,8	50,0
2	6,1	9,9	7,2	19,4	19,2	25,9	34,5	32,2	53,1	53,3
3	7,0	33,7	6,8	18,0	17,8	32,1	72,2	30,6	52,3	52,5
4	6,6	11,2	20,8	33,7	33,5	30,5	43,3	70,7	71,0	71,2
5	20,6	29,4	9,1	6,5	6,3	70,6	70,1	33,6	30,1	30,3
6	8,9	13,4	32,9	18,1	17,9	33,5	40,3	71,3	45,6	45,8
7	32,7	27,4	10,4	11,9	11,7	71,2	56,1	42,4	43,3	43,5

Продолжение на следующей странице

	26	27	28	29	30	26	27	28	29	30
8	10,2	12,7	28,6	26,5	26,3	42,3	44,1	69,2	55,1	55,3
9	28,4	18,9	12,6	12,5	12,3	69,1	46,4	39,4	39,4	39,6
10	12,4	7,4	26,6	28,6	28,6	39,3	31,0	55,2	69,3	69,5
11	26,4	34,6	11,9	10,4	10,2	55,1	72,0	43,2	42,3	42,5
12	11,7	19,0	18,1	32,8	32,6	43,1	53,1	45,5	71,3	71,5
13	17,9	20,4	6,6	9,0	8,8	45,4	53,0	30,1	33,7	33,9
14	6,4	20,4	33,8	20,8	20,6	30,0	49,8	71,1	70,6	70,8
15	33,6	17,2	18,2	6,7	6,5	71,0	64,0	52,2	30,6	30,8
16	18,0	28,3	19,6	7,2	7,0	52,1	61,1	53,1	32,3	32,5
17	19,4	26,1	16,4	6,3	6,1	53,0	41,4	48,9	25,9	26,1
18	16,2	15,5	27,5	5,7	5,5	48,8	27,0	63,1	26,1	26,3
19	27,3	15,3	25,3	8,3	8,1	61,8	42,1	58,9	29,8	30,0
20	25,1	7,1	14,7	25,2	25,0	60,1	33,1	40,5	60,2	60,4
21	14,5	8,0	5,8	27,5	27,3	40,4	31,5	26,1	63,0	63,2
22		17,6	15,5	21,1	20,9		64,3	47,3	51,2	51,4
23		14,8	22,7		22,5		27,2	58,9		60,1
24			7,8					29,0		

Задача 2

По известным статистическим данным определите среднее значение каждого признака по совокупности объектов, используя экономически обоснованные формулы расчета. Укажите вид и форму вычисленных средних величин. Сделайте экономические выводы.

Варианты 1, 2, 3, 4, 5.

Таблица 7.

Вариант	Ферма	Валовой надой молока, т	Удой молока от одной коровы, кг	Затраты кормовых единиц в расчете	
				на одну корову	на 1 ц молока
1	1	580	1900	3500	147
	2	420	2100	4200	143
	3	460	2900	3700	138
2	1	390	2300	3800	140
	2	430	3100	4500	143
	3	540	2800	3100	138
3	1	320	3200	4400	137
	2	600	2000	3300	145
	3	450	1800	3000	142
4	1	430	2400	4300	144
	2	590	3100	3700	136
	3	380	2200	3300	134
5	1	420	2600	4400	146
	2	580	3000	3700	139
	3	390	2400	3500	135

Варианты 6, 7, 8, 9, 10.

Таблица 8.

Вариант	Бригады	Фактический расход материалов, кг		Процент выполнения норм расхода материалов на единицу продукции	Доля отходов в общем расходе материалов, %
		на весь выпуск продукции	на единицу продукции		
6	1	160	0,6	92,3	9
	2	110	0,7	98,4	12
	3	230	1,1	97,8	14
7	1	280	0,9	95,7	13
	2	120	1,3	91,1	14
	3	250	0,7	94,5	11
8	1	100	0,5	97,1	15
	2	120	0,8	90,9	10
	3	300	1,0	93,3	13
9	1	110	0,9	96,3	10
	2	320	0,6	100,0	16
	3	220	1,4	91,8	14
10	1	180	0,7	94,2	11
	2	130	0,8	99,8	13
	3	250	1,3	101,3	14

Варианты 11, 12, 13,14,15.

Таблица 9.

Вариант	Строительные организации	Фактически выполнено строительно-монтажных работ, млн. ден. ед.	Процент выполнения плана по объему работ	Численность рабочих на 1 млн. фактически выполненных работ, чел.	Доля рабочих, имеющих профессиональную подготовку, %
11	1	14,3	97,9	59	75,3
	2	22,5	102,1	62	82,5
	3	17,8	100,8	64	80,4
12	1	16,5	98,4	60	83,4
	2	23,7	101,8	59	77,5
	3	21,3	99,5	62	80,9
13	1	25,5	103,9	57	76,4
	2	18,4	96,8	62	81,5
	3	16,2	102,4	61	79,1
14	1	15,0	100,0	61	74,3
	2	20,5	103,2	58	77,7
	3	14,5	98,8	63	81,9
15	1	24,0	99,3	58	78,2
	2	19,3	101,6	62	75,1
	3	20,4	102,0	61	82,0

Варианты 16, 17, 18, 19, 20.

Таблица 10.

Вариант	№ семьи	Число членов семьи, чел.	Размер жилой площади, приходящейся на 1 члена семьи, кв. м	Процент жилой площади в общей площади	Число детей в семье
16	1	5	9,0	70	3
	2	3	15,3	77	2
	3	2	15,0	85	-
17	1	3	14,8	82	1
	2	5	12,3	84	2
	3	6	9,7	75	3
18	1	4	10,5	78	2
	2	1	18,3	86	-
	3	3	15,6	75	1
19	1	2	13,9	76	-
	2	4	11,2	82	2
	3	5	9,9	84	2
20	1	2	12,3	75	1
	2	4	10,7	79	2
	3	4	13,1	71	1

Варианты 21, 22, 23, 24, 25.

Таблица 11.

Вариант	Магазины	Фактический объем реализации, тыс. ден. ед.	Средний объем реализации на одного работника, тыс. ден. ед.	Прибыль в процентах к товарообороту	Процент продавцов в общей численности работников
21	1	1700	35	1,9	83
	2	2150	40	2,1	81
	3	1490	43	2,3	91
22	1	1870	38	1,8	80
	2	1650	41	2,0	90
	3	2100	50	2,5	85
23	1	2200	40	2,4	83
	2	1930	52	2,6	86
	3	1710	35	1,9	92
24	1	1930	49	2,3	89
	2	1680	32	2,0	87
	3	2140	39	1,9	90
25	1	1900	33	2,1	82
	2	1820	47	1,7	87
	3	1870	42	2,5	82

Варианты 26, 27, 28, 29, 30.

Таблица 12.

Вариант	Пред- приятия	Произведено продукции, млн. ден. ед.	Выработка про- дукции на одного работающего, тыс. ден. ед.	Процент продукции, идущей на экспорт	Фондоемкость (стои- мость основных фон- дов на 1 ден. ед. продукции), ден. ед.
26	1	18,3	12,5	20	0,55
	2	15,1	17,3	31	0,67
	3	16,4	11,2	18	0,83
27	1	13,5	15,4	51	0,89
	2	19,4	16,1	24	0,63
	3	18,1	17,9	18	0,53
28	1	12,1	14,8	31	0,91
	2	17,2	15,6	16	0,65
	3	14,8	18,1	28	0,66
29	1	14,2	13,7	48	0,74
	2	15,8	14,5	31	0,59
	3	18,1	17,0	12	0,92
30	1	14,8	13,8	37	0,93
	2	15,3	11,7	29	0,41
	3	15,3	12,4	28	0,59

Задача 3

По данным статистического наблюдения получено статистическое распределение. Для характеристики вариации определите:

- среднее линейное отклонение;
- среднее квадратическое отклонение;
- коэффициент вариации;

г) с вероятностью γ_1 предельную ошибку выборочной средней и возможные границы, в которых ожидается среднее значение изучаемого признака;

д) с вероятностью γ_2 предельную ошибку выборочной доли и границы удельного веса изучаемого признака в пределах, указанных для каждого варианта.

В задании студент выбирает данные первого столбца и столбца своего варианта.

Варианты 1, 2, 3, 4, 5.

Доля – выполнение нормы в пределах от 106% до 135%,

$\gamma_1 = 0,95$, $\gamma_2 = 0,922$ (см. следующую страницу).

Таблица 13.

Выполнение норм выработки, %	Число работающих				
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
до 100	18	22	20	16	15
100 – 110	66	77	54	57	55
110 – 120	144	182	113	120	123
120 – 130	53	66	47	49	47
130 – 140	10	45	9	18	19
140 и более	9	8	7	10	8

Варианты 6, 7, 8, 9, 10.

Доля – затраты времени на обработку в пределах от 10,5 мин. до 19,2 мин, $n = 200$, $\chi_1 = 0,96$, $\chi_2 = 0,9282$.

Таблица 14.

Затраты времени на обработку детали, мин.	Число работающих в % к итогу				
	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9	Вариант 10
10 – 12	5	4	2	3	2
12 – 14	12	13	15	14	13
14 – 16	27	26	24	25	27
16 – 18	44	45	47	46	45
18 – 20	7	6	5	6	7
20 – 22	3	4	4	4	5
22 и более	2	2	3	2	1

Варианты 11, 12, 13, 14, 15.

Доля – процент брака в партиях в пределах от 1,8% до 2,5%, $\chi_1 = 0,97$, $\chi_2 = 0,9312$.

Таблица 15.

Группы партий продукции по % брака	Число партий				
	Вариант 11	Вариант 12	Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15
0,5 – 1,0	11	10	5	6	4
1,0 – 1,5	27	26	21	22	24
1,5 – 2,0	45	44	39	45	47
2,0 – 2,5	18	17	12	13	11
2,5 – 3,0	15	10	9	10	9
3,0 – 3,5	4	3	4	4	5

Варианты 16, 17, 18, 19, 20.

Доля – возраст рабочих в пределах от 28 до 50 лет, $n = 240$,

$$\chi_1 = 0,98, \quad \chi_2 = 0,9412.$$

Таблица 16.

Возраст рабочих, лет	Число рабочих в % к итогу				
	Вариант 16	Вариант 17	Вариант 18	Вариант 19	Вариант 20
До 20	3	4	2	4	5
20 – 30	19	20	17	14	13
30 – 40	41	39	44	45	43
40 – 50	25	26	23	24	25
50 и выше	12	11	14	13	14

Варианты 21, 22, 23, 24, 25.

Доля – производительность труда в пределах от 68 до 90 деталей за смену, $\chi_1 = 0,99$, $\chi_2 = 0,9342$.

Таблица 17.

Выработано деталей за смену, шт.	Число рабочих				
	Вариант 21	Вариант 22	Вариант 23	Вариант 24	Вариант 25
40 – 50	4	2	5	3	4
50 – 60	9	7	10	10	11
60 – 70	18	13	21	17	18
70 – 80	45	40	46	46	43
80 – 90	13	12	14	13	14

Варианты 26, 27, 28, 29, 30.

Доля – продавцы по сумме месячной выручке от 20,5 до 32 тыс. ден. ед, $\chi_1 = 0,94$, $\chi_2 = 0,9422$.

Таблица 18.

Группы продавцов по сумме месячной вы- ручки, тыс. д. е.	Число продавцов				
	Вариант 26	Вариант 27	Вариант 28	Вариант 29	Вариант 30
10 – 14	5	7	8	9	10
14 – 18	10	11	12	16	20
18 – 22	40	35	30	45	50
22 – 26	65	58	55	70	75
26 – 30	42	43	35	50	55
30 – 34	40	38	33	38	48
34 – 38	38	25	27	32	42

4. Решение типового варианта

Задача 1

На 20 предприятиях были собраны данные по скорости оборачиваемости оборотных средств (признак X) и стоимости реализованной продукции (признак Y):

Таблица 19.

X	71	81	63	88	72	60	67	70	79	83	80	88	93	90	91	85	87	87	83	84
Y	1.3	2.8	1.7	4.1	2.1	3.5	2.4	2.8	3.6	3.8	3.7	4.2	6.0	5.2	4.2	3.8	3.9	4.0	4.2	4.2

1. Известно, что стоимость реализованной продукции зависит от скорости оборачиваемости оборотных средств. Поэтому в качестве признака-фактора выберем скорость оборачиваемости оборотных средств (X), а в качестве признака-следствия – стоимость

Таблица 20.

№ п/п	Номера групп (j), интервалы	Скорость оборачиваемости оборотных средств, дни, (X_{ij})	Стоимость реализованной продукции, млн. ден. ед. (Y_{ij})	x^2	y^2	$x y$
1	2	3	4	5	6	7
1	№1 (60 – 71)	60	3,5	3600	12,25	210,0
2		63	1,7	3969	2,89	107,1
3		67	2,4	4489	5,76	160,8
4		70	2,8	4900	7,84	196,0
			Σ 10,4		Σ 28,74	
5	№2 (71 – 82)	71	1,3	5041	1,69	92,3
6		72	2,1	5184	4,41	151,2
7		79	3,6	6241	12,96	284,4
8		80	3,7	6400	13,69	296,0
9		81	2,8	6561	7,84	226,8
			Σ 13,5		Σ 40,59	
10	№3 (82 – 93)	83	3,8	6889	14,44	315,4
11		83	4,2	6889	17,64	348,6
12		84	4,2	7056	17,64	352,8
13		85	3,8	7225	14,44	323,0
14		87	3,9	7569	15,21	339,3
15		87	4,0	7569	16,00	348,0
16		88	4,1	7744	16,81	360,8
17		88	4,2	7744	17,64	369,6
18		90	5,2	8100	27,04	468,0
19		91	4,2	8281	17,64	382,2
20		93	6,0	8649	36,00	558,0
			Σ 47,6		Σ 210,50	
Всего		1602	71,5	130100	279,83	5890,3

реализованной продукции (Y).

2. Прежде чем проводить аналитическую группировку, ранжируют данные по признаку-фактору, то есть располагают пары (x_i, y_i) в порядке возрастания x_i (таблица 20, графы 3, 4).

Если некоторые значения признака X попадают на границу между интервалами, то условливаются относить их либо к предыдущему, либо к следующему, как у нас, интервалу.

Из таблицы 20 видно, что при возрастании признака X имеется тенденция к возрастанию признака Y , что говорит о возможности существования статистической связи между ними.

При осуществлении аналитической группировки предлагается [1, 2] не вводить большое количество интервалов, т.к. это приводит к существенному уменьшению количества единиц совокупности в каждой группе, что в свою очередь снижает надёжность выводов, особенно при малых объёмах выборки ($n < 30$).

Определим три интервала по признаку-фактору X . Длину интервала найдём по формуле $i_x = \frac{x_{max} - x_{min}}{3} = \frac{93 - 60}{3} = 11$. Начало первого интервала положим равным $x_{min} = 60$ (см. графу 2 таблицы 20). Графы 5 – 7 таблицы 20 являются расчётными и будут использованы далее.

Для выполнения пунктов 3 и 4 подсчитаем количества объектов в каждой группе (n_j) и проведём предварительные вычисления, результаты которых внесём в следующую таблицу.

Таблица 21.

Группы по X	n_j	\bar{y}_j	$\bar{y}_j - \bar{y}_{j-1}$	$\bar{y}_j n_j$	$(\bar{y}_j - \bar{y})^2 n_j$	$\sum y_{ij}^2$	$S_{yx_j}^2$	$S_{yx_j}^2 n_j$
x_j	1	2	3	4	5	6	7	8
(60-71)	4	2,600	-	10,400	3,803	28,74	0,425	1,700
(71-82)	5	2,700	0,10	13,500	3,828	40,59	0,828	4,140
(82-93)	11	4,327	1,63	47,597	6,220	210,50	0,413	4,543
Всего	20			71,497	13,851	279,83		10,383

Здесь \bar{y}_j — групповая средняя вариант y_{ij} , попавших в j -ю группу (подсчитывается по данным таблицы 20):

$$\bar{y}_1 = \frac{10,4}{4} = 2,600, \quad \bar{y}_2 = \frac{13,5}{5} = 2,700, \quad \bar{y}_3 = \frac{47,6}{11} = 4,327.$$

Столбец 4 получаем умножением элементов столбцов 1 и 2. После этого определяем общую среднюю величину признака Y как среднюю взвешенную: $\bar{y} = \frac{\sum \bar{y}_j n_j}{n} = \frac{71,497}{20} = 3,575$.

Теперь подсчитываем элементы столбца 5, используя полученную среднюю величину $\bar{y} = 3.58$ и элементы столбцов 1 и 2.

По данным таблицы 20 вычисляем элементы столбца 6 для каждой группы:

$$\sum y_{i1}^2 = 3.5^2 + 1.7^2 + 2.4^2 + 2.8^2 = 28.74,$$

$$\sum y_{i2}^2 = 1.3^2 + 2.1^2 + 3.6^2 + 3.7^2 + 2.8^2 = 40.59,$$

$$\sum y_{i3}^2 = 3.8^2 + 4.2^2 + \dots + 4.2^2 + 6.0^2 = 210.50.$$

Подсчитаем групповые дисперсии $S_{yxj}^2 = \frac{\sum y_{ij}^2}{n_j} - \bar{y}_j^2$:

$$S_{yx1}^2 = \frac{28.74}{4} - 2.60^2 = 0.425,$$

$$S_{yx2}^2 = \frac{40.59}{5} - 2.70^2 = 0.828,$$

$$S_{yx3}^2 = \frac{210.5}{11} - 4.33^2 = 0.413.$$

И, наконец, используя столбцы 7 и 1, вычисляем столбец 8.

3. По результатам аналитической группировки вычисляются три дисперсии:

$$S_y^2 = \frac{\sum \sum (y_{ij} - \bar{y})^2}{n} \text{ — общая дисперсия признака } Y,$$

$$S_{yx}^2 = \frac{\sum (\bar{y}_j - \bar{y})^2 n_j}{n} \text{ — межгрупповая или факторная дисперсия, которая отражает влияние фактора } X \text{ на следствие } Y,$$

$$\bar{S}_{yx}^2 = \frac{\sum S_{yxj}^2 n_j}{n} \text{ — внутригрупповая или остаточная дисперсия, отражающая влияние прочих случайных факторов.}$$

Они связаны равенством

$$S_y^2 = S_{yx}^2 + \bar{S}_{yx}^2.$$

Учитывая это, достаточно вычислить две из них. Общую дисперсию найдем по преобразованной формуле:

$$S_y^2 = \frac{\sum \sum y_{ij}^2}{n} - (\bar{y})^2 = \frac{279.83}{20} - (3.575)^2 = 1.210, \text{ а } S_{yx}^2 = \frac{13.851}{20} = 0.692.$$

Теперь определяем коэффициент детерминации

$$\eta^2 = \frac{S_{yx}^2}{S_y^2} = \frac{0.692}{1.210} = 0.572, \text{ и эмпирическое корреляционное отношение}$$

$\eta = \sqrt{0.5719} = 0.756$. Так как η достаточно близко к единице, то можно считать, что между X и Y существует тесная связь.

$$\bar{S}_{yx}^2 = \frac{0.425 \cdot 4 + 0.828 \cdot 5 + 0.413 \cdot 11}{20} = 0.519 \text{ найдем для проверки.}$$

Тогда $S_{\bar{y}_x}^2 + \bar{S}_{yx}^2 = 0.692 + 0.519 = 1.211 \cong S_y^2$.

4. Вычислим силу связи, показывающую, насколько изменяется стоимость реализованной продукции при изменении скорости оборачиваемости оборотных средств на один день в пределах:

а) от 60 до 82 дней

$$b_{yx} = \frac{\bar{y}_2 - \bar{y}_1}{x_2 - x_1} = \frac{0.10}{11} = 0.009;$$

б) от 71 до 93 дней

$$b_{yx} = \frac{\bar{y}_3 - \bar{y}_2}{x_3 - x_2} = \frac{1.63}{11} = 0.148,$$

(x_i – середины интервалов).

Различие в полученных значениях означают, что сила влияния скорости оборачиваемости на стоимость не является постоянной — она существенно возрастает при скоростях выше 83 дней, значит можно предполагать, что связь между признаками нелинейная. Положительность значений b_{yx} говорит о том, что связь между X и Y прямая.

5. Линейное уравнение регрессии Y на X рассчитывается по формуле:

$$\bar{y}_x - \bar{y} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x}),$$

где выборочный коэффициент корреляции r вычисляется по формуле:

$$r = \frac{\sum \sum xy - n \bar{x} \bar{y}}{n \sigma_x \sigma_y}$$

Используя данные таблицы 20, найдём нужные величины. Имеем

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{1602}{20} = 80,1; \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{71,5}{20} = 3,575.$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum x^2}{n} - (\bar{x})^2 = \frac{130100}{20} - 80,1^2 = 88,99, \quad \sigma_x = \sqrt{88,99} = 9,4334;$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum y^2}{n} - (\bar{y})^2 = \frac{279,83}{20} - 3,575^2 = 1,2109, \quad \sigma_y = \sqrt{1,2109} = 1,1004.$$

И если бы объём выборки n был достаточно велик, то можно было бы приступить к вычислению выборочного коэффициента корреляции. Но при малых n (меньших 30, как у нас) среднеквадратическое отклонение признака имеет тенденцию к уменьшению значения по сравнению со значением его в генеральной совокупности.

Поэтому в таких случаях *обязательно* используют *исправленное сред-
неквадратическое отклонение*: $s = \sqrt{\frac{n}{n-1}} \sigma$ вместо σ . У нас будет

$$s_x = \sqrt{\frac{20}{19}} \cdot 9,4334 = 9,6787, \quad s_y = \sqrt{\frac{20}{19}} \cdot 1,1004 = 1,1290. \text{ Теперь вычислим } r$$

$$r = \frac{5890,3 - 20 \cdot 80,10 \cdot 3,575}{20 \cdot 9,6787 \cdot 1,1290} = 0,7465$$

и составим линейное уравнение регрессии

$$\bar{y}_x - 3,575 = 0,7465 \cdot \frac{1,1290}{9,6787} \cdot (x - 80,10).$$

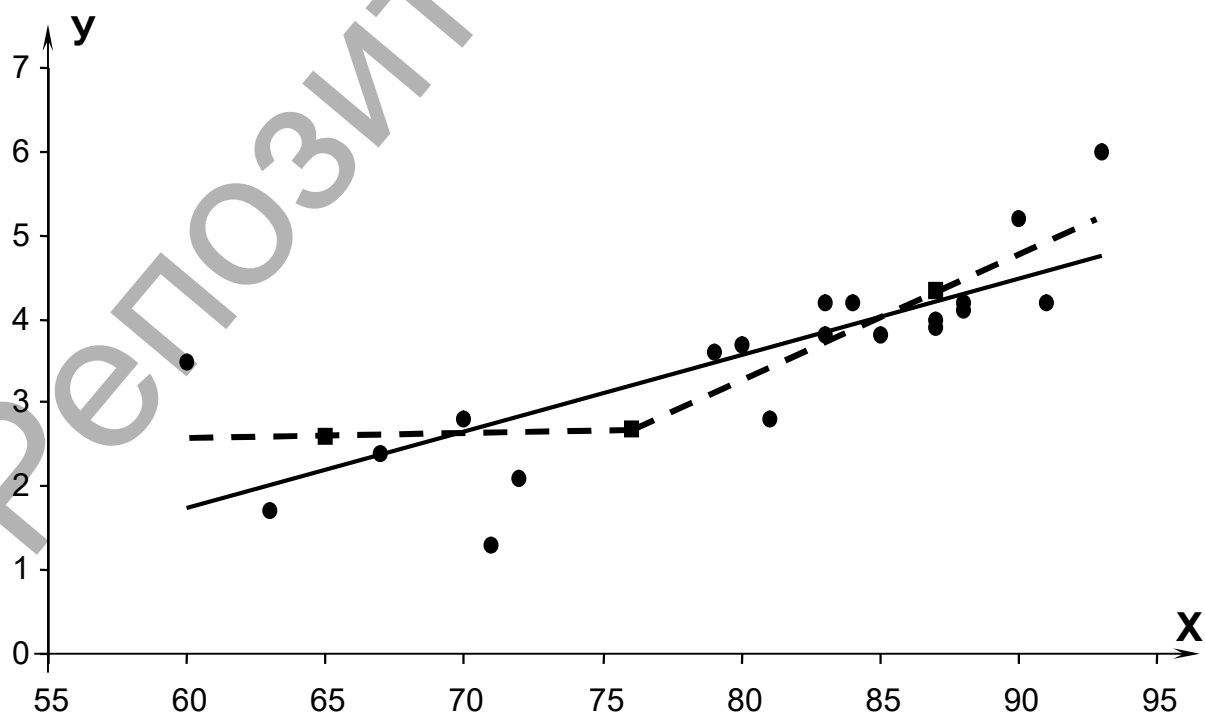
После преобразований окончательно получим

$$\bar{y}_x = 0,087 x - 3,400.$$

Коэффициент регрессии $\rho_{yx} = 0,087$. Положительность его говорит о наличии прямой связи между признаками Y и X , а величина указывает на то, что при увеличении скорости оборачиваемости оборотных средств на один день стоимость реализованной продукции увеличивается в среднем на $0,087$ млн. ден. единиц.

6. Коэффициент корреляции $r = 0,7465$ по величине близок к единице, что говорит о достаточно тесной связи между Y и X .

7. Эмпирическая линия регрессии представляет собой ломаную линию, соединяющую точки (x_j, \bar{y}_j) , где x_j – середины группировочных интервалов признака X , а теоретическая – это график полученного ра-



нее линейного уравнения. Сравним эмпирические и теоретические значения условной средней признака Y :

Таблица 22.

Середины интервалов по X	Теоретические значения	Эмпирические значения
65	$\bar{y}(65) = 0,087 \cdot 65 - 3,400 = 2,255,$	$\bar{y}_1 = 2,60;$
76	$\bar{y}(76) = 0,087 \cdot 76 - 3,400 = 3,212,$	$\bar{y}_2 = 2,70;$
87	$\bar{y}(87) = 0,087 \cdot 87 - 3,400 = 4,169,$	$\bar{y}_3 = 4,32;$

На графике отметим исходные данные и построим графики теоретической и эмпирической линий регрессии.

Отдельные точки на графике соответствуют исходным данным задачи. Сплошной линией изображён график теоретической линии, а пунктирной — эмпирической линии.

Задача 2

При расчете средних величин нужно учитывать следующее:

а) Для вычисления средних величин первичных или абсолютных (объемных) признаков используется простая средняя арифметическая (валовой сбор, площадь, количество произведённой продукции, общая выручка от продаж, общая стоимость и т.д.).

б) Для вторичных или относительных признаков, т.е. заданных на единицу первичного признака или полученных делением двух первичных признаков, средняя величина вычисляется как средняя арифметическая взвешенная или средняя гармоническая взвешенная в зависимости от вида известных первичных признаков, смысла усредняемого признака и связи его с остальными заданными признаками. В нашем примере такой подход применим к признакам 3, 4 и 5 граф.

Таблица 23.

Колхозы	Валовой сбор x	Урожайность y /га	Затраты труда на 1 га посевной площади, z	Затраты труда на 1 ц зерна, t	Посевная площадь, $S_i = \frac{x_i}{y_i}$	Расчетные графы	
						$z_i S_i$	$t_i x_i$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3500	13,7	67,1	5,2	255,47	17142,037	18200
2	4300	23,4	35,2	1,8	183,76	6468,352	7740
3	1900	15,5	55,8	4,3	122,58	6839,964	8170
Итого	9700				561,81	30450,353	34110

Исходные и расчетные данные внесем в таблицу, содержащую признаки: x — валовой сбор (ц), y — урожайность (ц/га), z — затраты труда на 1 га посевной площади, t — затраты труда на 1 ц зерна, $S = \frac{x}{y}$ — посевная площадь (га).

1) Средний валовой сбор по колхозам:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{3,5 + 4,3 + 1,9}{3} = 3,23 \text{ тыс. ц.}$$

В данном случае используется средняя арифметическая величина, так как этот признак является абсолютным (первичным).

2) Так как (урожайность) = (валовой сбор) : (площадь), то y является относительным признаком, следовательно, \bar{y} следует искать как среднюю взвешенную. При выборе конкретной формулы (арифметической, гармонической и т.д.) исходят из того, что при замене конкретных значений усредняемого относительного признака общая сумма значений не заданного абсолютного признака должна сохранять своё значение. В нашем случае это общая площадь. Из данных по колхозам она будет равна $\sum \frac{x_i}{y_i}$, а исходя из средней урожайности, получим $\frac{\sum x_i}{\bar{y}}$. Прирав-

нивая, имеем $\sum \frac{x_i}{y_i} = \frac{1}{\bar{y}} \sum x_i$, откуда получим $\bar{y} = \frac{\sum x_i}{\sum \frac{x_i}{y_i}} = \frac{9700}{561,81} = 17,27$. То

есть, средняя урожайность при наших данных находится, как средняя гармоническая, а в качестве весов берутся валовые сборы колхозов. Для вычисления её в расчётной таблице введена графа посевных площадей.

Замечание: если бы вместо валовых сборов x_i были бы заданы посевные площади S_i колхозов, то следовало бы исходить из неизменности общего валового сбора: $\sum y_i S_i = \sum \bar{y} S_i$. Отсюда средняя урожайность считалась бы как средняя арифметическая взвешенная:

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i S_i}{\sum S_i} = \frac{13,7 \cdot 255,47 + 23,4 \cdot 183,76 + 15,5 \cdot 122,58}{561,81} = \frac{9699,913}{561,81} = 17,27.$$

3) Учитывая, что посевные площади колхозов у нас подсчитаны (графа б) и что (затраты труда на 1 га) = (все затраты) : (площадь), будем исходить из того, что совокупные затраты должны не меняться при замене z_i на \bar{z} . Общие реальные затраты по всем колхозам равны

$$\sum z_i S_i = \sum \bar{z} S_i, \text{ откуда } \bar{z} = \frac{\sum z_i S_i}{\sum S_i} = \frac{30450,353}{561,81} = 54,20. \text{ То есть сред-$$

ние затраты труда на 1 га найдены как средняя арифметическая взвешенная, а в качестве весов взяты площади.

4) Аналогично, средние затраты на 1 ц зерна находим тоже как среднюю арифметическую взвешенную, взяв в качестве весов валовые сборы x_i : $\bar{t} = \frac{\sum t_i x_i}{\sum x_i} = \frac{34110}{9700} = 3,52$. Обоснование попробуйте сделать сами.

Задача 3

Заданы объем выборки $n = 160$, доля от $9,6 \text{ м}^2$ до $15,7 \text{ м}^2$, $\gamma_1 = 0,954$, $\gamma_2 = 0,924$. Данные задачи и необходимые расчетные данные внесем таблицу 24.

Таблица 24.

Размер жилой площади на 1 человека, м^2	Середины интервала, м^2 x_j	Число семей в % к итогу f_j	$x_j f_j$	$ x_j - \bar{x} $	$ x_j - \bar{x} f_j$	$(x_j - \bar{x})^2 f_j$
1	2	3	4	5	6	7
до 7,0	6	28,1	168,6	3,6	101,16	364,176
7,0 - 9,0	8	20,7	165,6	1,6	33,12	52,992
9,0 - 11,0	10	23,9	239,0	0,4	9,56	3,824
11,0 - 13,0	12	10,1	121,2	2,4	24,24	58,176
13,0 - 15,0	14	9,6	134,4	4,4	42,24	185,856
15,0 - 17,0	16	3,1	49,6	6,4	19,84	126,976
17,0 и более	18	4,5	81,0	8,4	37,80	317,520
Итого		100	959,4		267,96	1109,520

При обработке результатов наблюдений от интервального распределения переходят к дискретному (точечному), беря в качестве вариант x_j середины интервалов. При этом для крайних открытых интервалов (как в нашем случае) выбор делают так, чтобы шаг между серединами был постоянным.

После вычислений в графе 4 находим среднюю признака X — средний размер площади, приходящейся на одного человека для обследованной совокупности семей: $\bar{x} = \frac{\sum x_j f_j}{\sum f_j} = \frac{959,4}{100} = 9,594 \approx 9,6 \text{ м}^2$ на одного человека (в среднем). Далее последовательно рассчитываем графы 5, 6, 7.

После этого работаем по пунктам.

а) Среднее линейное отклонение считается по формуле:

$$a = \frac{\sum |x_j - \bar{x}| f_j}{\sum f_j} = \frac{267,96}{100} = 2,680.$$

б) Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \bar{x})^2 f_j}{\sum f_j}} = \sqrt{\frac{1109,520}{100}} = 3,33.$$

в) Коэффициент вариации ν : $\nu = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{3,33}{9,6} = 0,347$ или 34,7%. Сове-

купность считается однородной, если коэффициент вариации не превышает 33% (для распределений, близких к нормальному распределению). В нашем случае сомнительно говорить об однородности совокупности семей еще и потому, что распределение относительных частот f_j не близко к нормальному распределению.

г) Напомним, что средние величины, дисперсия и среднее квадратическое отклонение не изменятся, если вместо весов взять пропорциональные величины. В частности, вместо частот в абсолютном виде можно использовать относительные частоты, заданные, например, в процентах. Так было в нашем примере. При расчете средних и предельных ошибок используется объем выборки в абсолютном выражении.

Средняя ошибка для \bar{x} вычисляется по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} = \frac{3,33}{\sqrt{160}} = 0,264, \text{ а предельная ошибка имеет вид } \Delta_{\bar{x}} = t \cdot S_{\bar{x}}, \text{ где}$$

значение t находят по доверительной вероятности $\gamma = 0,954$, исходя из

равенства $\Phi(t) = \frac{\gamma}{2} = \frac{0,954}{2} = 0,477$. Теперь по известному значению

0,477 по таблице значений функции $\Phi(t)$ (см. приложение) найдём значение аргумента $t = 2,00$. Следует заметить, что в таблице нет значения $\Phi(t)$, равного 0,477. В таком случае рекомендуется выбрать ближайшее к нему число 0,4772, которому и соответствует аргумент $t = 2,00$. Тогда получим предельную ошибку $\Delta_{\bar{x}} = 2,00 \cdot 0,264 = 0,528$. Отсюда, в 95,4% случаев средняя генеральной совокупности не выйдет за пределы доверительного интервала $\bar{x} \pm 0,528$, т.е.

$$9,594 - 0,528 < \bar{x}_{ген} < 9,594 + 0,528,$$

$$9,066 < \bar{x}_{ген} < 10,122.$$

д) Для вычисления выборочной доли w от $9,6 \text{ м}^2$ до $15,7 \text{ м}^2$ вычислим сумму частот, отнесенных к этому интервалу. К ней относятся частоты группировочных интервалов, целиком вошедшие в долю. Это 10,1 и 9,6. Для интервалов, часть которых относится к доле, следует руководствоваться следующим правилом. Если определяется доля попадания вариант в интервал (α, β) , а a лежит внутри некоторого исходного интервала $(X_{j-1}; X_j)$ с интервальным весом f_j , то к доле w относят из

этого интервала вес $f'_i = \frac{x_i - \alpha}{x_i - x_{i-1}} f_i$ или $n'_i = \frac{x_i - \alpha}{x_i - x_{i-1}} n_i$, если в каче-

стве весов рассматриваются частоты. В нашем случае левая граница доли 9,6 принадлежит третьему интервалу (9,0; 11,0), поэтому получим

$f'_3 = \frac{11,0 - 9,6}{11,0 - 9,0} \cdot 23,9 = 16,73$. Аналогично, если $\beta \in (x_{k-1}; x_k)$ с весом f_k ,

то к доле относят $f'_k = \frac{\beta - x_{k-1}}{x_k - x_{k-1}} f_k$ или $n'_k = \frac{\beta - x_{k-1}}{x_k - x_{k-1}} n_k$. У нас

$15,7 \in (15,0; 17,0)$, поэтому получим $f'_6 = \frac{15,7 - 15,0}{17,0 - 15,0} \cdot 3,1 = 1,09$. Таким

образом, сумма частот, отнесенных к рассматриваемой доле равна $16,73 + 10,1 + 9,6 + 1,09 \approx 37,5$. После этого искомая доля равна отношению полученной суммы к сумме всех f_i , равной у нас 100:

$w = \frac{37,5}{100} = 0,375$. Среднеквадратическое отклонение доли рассчитываем по формуле $\sigma_w = \sqrt{w(1-w)} = \sqrt{0,375(1-0,375)} = 0,484$. Тогда сред-

няя квадратическая ошибка для доли $S_w = \frac{\sigma_w}{\sqrt{n}} = \frac{0,484}{\sqrt{160}} = 0,0383$. Из ра-

венства $\Phi(t) = \frac{\chi_2}{2} = 0,462$ по той же таблице определяем $t = 1,77$. Тогда

предельная ошибка $\Delta_w = t S_w = 1,77 \cdot 0,0383 = 0,068$. Отсюда, с гарантией 92,4 % получим границы для указанной доли жителей $0,375 \pm 0,068$ или доверительный интервал (0,307; 0,443), что равносильно интервалу $30,7\% < w < 44,3\%$ в процентах.

Литература

1. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: Учебник. -М.: Финансы и статистика, 1996.
2. Ефимова М.Р. и др. Общая теория статистики: Учебник. -М.: ИНФРА –М, 1997.
3. Общая теория статистики./Под ред. Спирина А.А., Башинной О.Э.-М.: Финансы и статистика, 1995.
4. Статистика: национальные счета, показатели и методы анализа: Справочное пособие/ под общей ред. И.Э. Теслюка.-БГЭУ, 1995.
5. Общая теория статистики: Практикум / Под общей ред. М.М. Новикова.-Мн.: БГЭУ, 1996.
6. Теория статистики./Под ред. Р.А.Шмойловой.: Финансы и статистика, 1998.
7. Практикум по теории статистики: Учебное пособие / Под ред. проф. Р.А.Шмойловой.-М.: Финансы и статистика, 1999.
8. Громько Г.М., Общая теория статистики: Практикум: ИНФРА-М, 1999.

Содержание

1. Методические указания к выполнению и оформлению работы.....	3
2. Вопросы для самопроверки.....	4
3. Контрольные задания.....	5
4. Решение типового варианта.....	15
5. Литература.....	25

Таблица значений функции $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$

x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$
0,00	0,0000	0,45	0,1736	0,90	0,3159	1,35	0,4115	1,80	0,4641	2,50	0,4938
0,01	0,0040	0,46	0,1772	0,91	0,3186	1,36	0,4131	1,81	0,4649	2,52	0,4941
0,02	0,0080	0,47	0,1808	0,92	0,3212	1,37	0,4147	1,82	0,4656	2,54	0,4945
0,03	0,0120	0,48	0,1844	0,93	0,3238	1,38	0,4162	1,83	0,4664	2,56	0,4948
0,04	0,0160	0,49	0,1879	0,94	0,3264	1,39	0,4177	1,84	0,4671	2,58	0,4951
0,05	0,0199	0,50	0,1915	0,95	0,3289	1,40	0,4192	1,85	0,4678	2,60	0,4953
0,06	0,0239	0,51	0,1950	0,96	0,3315	1,41	0,4207	1,86	0,4686	2,62	0,4956
0,07	0,0279	0,52	0,1985	0,97	0,3340	1,42	0,4222	1,87	0,4693	2,64	0,4959
0,08	0,0319	0,53	0,2019	0,98	0,3365	1,43	0,4236	1,88	0,4699	2,66	0,4961
0,09	0,0359	0,54	0,2054	0,99	0,3389	1,44	0,4251	1,89	0,4706	2,68	0,4963
0,10	0,0398	0,55	0,2088	1,00	0,3413	1,45	0,4265	1,90	0,4713	2,70	0,4965
0,11	0,0438	0,56	0,2123	1,01	0,3438	1,46	0,4279	1,91	0,4719	2,72	0,4967
0,12	0,0478	0,57	0,2157	1,02	0,3461	1,47	0,4292	1,92	0,4726	2,74	0,4969
0,13	0,0517	0,58	0,2190	1,03	0,3485	1,48	0,4306	1,93	0,4732	2,76	0,4971
0,14	0,0557	0,59	0,2224	1,04	0,3508	1,49	0,4319	1,94	0,4738	2,78	0,4973
0,15	0,0596	0,60	0,2257	1,05	0,3531	1,50	0,4332	1,95	0,4744	2,80	0,4974
0,16	0,0636	0,61	0,2291	1,06	0,3554	1,51	0,4345	1,96	0,4750	2,82	0,4976
0,17	0,0675	0,62	0,2324	1,07	0,3577	1,52	0,4357	1,97	0,4756	2,84	0,4977
0,18	0,0714	0,63	0,2357	1,08	0,3599	1,53	0,4370	1,98	0,4761	2,86	0,4979
0,19	0,0753	0,64	0,2389	1,09	0,3621	1,54	0,4382	1,99	0,4767	2,88	0,4980
0,20	0,0793	0,65	0,2422	1,10	0,3643	1,55	0,4394	2,00	0,4772	2,90	0,4981
0,21	0,0832	0,66	0,2454	1,11	0,3665	1,56	0,4406	2,02	0,4783	2,92	0,4982
0,22	0,0871	0,67	0,2486	1,12	0,3686	1,57	0,4418	2,04	0,4793	2,94	0,4984
0,23	0,0910	0,68	0,2517	1,13	0,3708	1,58	0,4429	2,06	0,4803	2,96	0,4985
0,24	0,0948	0,69	0,2549	1,14	0,3729	1,59	0,4441	2,08	0,4812	2,98	0,4986
0,25	0,0987	0,70	0,2580	1,15	0,3749	1,60	0,4452	2,10	0,4821	3,00	0,4987
0,26	0,1026	0,71	0,2611	1,16	0,3770	1,61	0,4463	2,12	0,4830	3,20	0,4993
0,27	0,1064	0,72	0,2642	1,17	0,3790	1,62	0,4474	2,14	0,4838	3,40	0,4997
0,28	0,1103	0,73	0,2673	1,18	0,3810	1,63	0,4484	2,16	0,4846	3,60	0,4998
0,29	0,1141	0,74	0,2703	1,19	0,3830	1,64	0,4495	2,18	0,4854	3,80	0,4999
0,30	0,1179	0,75	0,2734	1,20	0,3849	1,65	0,4505	2,20	0,4861	4,00	0,4999
0,31	0,1217	0,76	0,2764	1,21	0,3869	1,66	0,4515	2,22	0,4868	4,50	0,5000
0,32	0,1255	0,77	0,2794	1,22	0,3883	1,67	0,4525	2,24	0,4875	5,00	0,5000
0,33	0,1293	0,78	0,2823	1,23	0,3907	1,68	0,4535	2,26	0,4881		
0,34	0,1331	0,79	0,2852	1,24	0,3925	1,69	0,4545	2,28	0,4887	↓	↓
0,35	0,1368	0,80	0,2881	1,25	0,3944	1,70	0,4554	2,30	0,4893	+∞	0,5
0,36	0,1406	0,81	0,2910	1,26	0,3962	1,71	0,4564	2,32	0,4898		
0,37	0,1443	0,82	0,2939	1,27	0,3980	1,72	0,4573	2,34	0,4904		
0,38	0,1480	0,83	0,2967	1,28	0,3997	1,73	0,4582	2,36	0,4909		
0,39	0,1517	0,84	0,2995	1,29	0,4015	1,74	0,4591	2,38	0,4913		
0,40	0,1554	0,85	0,3023	1,30	0,4032	1,75	0,4599	2,40	0,4918		
0,41	0,1591	0,86	0,3051	1,31	0,4049	1,76	0,4608	2,42	0,4922		
0,42	0,1628	0,87	0,3078	1,32	0,4066	1,77	0,4616	2,44	0,4927		
0,43	0,1654	0,88	0,3106	1,33	0,4082	1,78	0,4625	2,46	0,4931		
0,44	0,1700	0,89	0,3133	1,34	0,4099	1,79	0,4633	2,48	0,4934		

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители: Годунов Борис Алексеевич,
Рубанов Владимир Степанович,
Гладкий Иван Иванович,
Шамовская Галина Владимировна.

СТАТИСТИКА

**Методические указания и задания к контрольным работам
по курсу «Статистика» для студентов экономических
специальностей заочной формы обучения
Часть 1**

Ответственный за выпуск Годунов Б. А.
Редактор Строкач Т. В.
Компьютерная верстка Боровикова Е. А.
Корректор Никитчик Е. В.

Подписано к печати 19.05.2008 г. Формат 60×84 1/16. Бумага «Снегурочка». Усл.п.л. 1,6. Уч.изд.л. 1,75. Тираж 200 экз. Заказ № 563. Отпечатано на ризографе УО «Брестский государственный технический университет». 224017, Брест, ул. Московская, 267.