

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Экономика и управление»

СТАТИСТИКА

*Методические рекомендации к лабораторным работам для
студентов направления подготовки 27.03.05 «Инноватика»
очной формы обучения*

Часть 1



Могилев 2021

УДК 311
ББК 65.051
С78

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Экономика и управление» «29» января 2021 г.,
протокол № 5

Составитель канд. экон. наук, доц. Л. В. Наркевич
Рецензент канд. экон. наук, доц. Т. В. Романькова

Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине
«Статистика» предназначены для студентов направления подготовки
27.03.05 «Инноватика». Содержат описание и методики выполнения
лабораторных работ.

Учебно-методическое издание

СТАТИСТИКА

Часть 1

Ответственный за выпуск	И. В. Ивановская
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Лабораторная работа № 1. Сводка и группировка статистических данных.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Графический способ изображения статистических данных.....	14
3 Лабораторная работа № 3. Абсолютные, относительные и средние величины в статистике.....	17
4 Лабораторная работа № 4. Статистическое изучение вариации.....	24
5 Лабораторная работа № 5. Расчет числовых характеристик выборки.....	29
Список литературы.....	36

Введение

Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине «Статистика» разработаны в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины; объем лабораторных занятий составляет 34 часа.

Цель методических рекомендаций – научить студентов применять методы статистического исследования, а также выработать практические навыки решения конкретных задач различного типа в разных отраслях экономики.

При выполнении лабораторных работ по дисциплине «Статистика» у студентов формируются следующие компетенции:

- способность осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения поставленных экономических задач;
- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- способность анализировать социально значимые проблемы и процессы, происходящие в обществе, и прогнозировать возможное их развитие в будущем;
- способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером;
- способность собирать и анализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей.

Изучение курса «Статистика» вооружит будущих специалистов статистическими методами сбора исходной статистической информации, ее обработки и последующего анализа. Знание статистических методов позволит выявить сложившиеся закономерности развития различных социально-экономических процессов и явлений, дать им количественные оценки на основе дисперсионного, индексного, корреляционно-регрессионного анализа и других статистических методов.

В методических рекомендациях лабораторные занятия представлены в разрезе отдельных тем в соответствии с учебной программой по курсу «Статистика». Решение этих задач позволит студентам освоить технику вычисления статистических показателей, приемы и методы статистического анализа, некоторые способы проверки достоверности полученных результатов.

Каждое задание содержит: цель работы; методические рекомендации; задание; исходные данные; форму отчета; контрольные задания и вопросы.

1 Лабораторная работа № 1. Сводка и группировка статистических данных

Цель работы: изучить основные положения и определения, используемые при проведении группировки статистических данных; изучить методику проведения структурной и вторичной группировки статистических данных; сформировать практические навыки проведения сводки и группировки статистических данных; построить структурную группировку по статистическим данным.

Методические рекомендации

Статистическая сводка осуществляется по специальной программе, которая должна составляться одновременно с разработкой плана и программы проведения наблюдения. Программа разработки сводки включает следующие этапы:

- выбор группировочных признаков;
- определение порядка формирования групп;
- разработка системы статистических показателей для характеристики групп и объекта в целом;
- разработка системы макетов статистических таблиц, в которых должны быть представлены результаты сводки.

Статистика выделяет следующие четыре правила выбора группировочных признаков:

- 1) при выборе группировочных признаков необходимо руководствоваться знанием сущности данного явления, законов его развития;
- 2) в основание группировки должно быть положено необходимое число наиболее существенных признаков, отвечающих заданию исследования;
- 3) группировочные признаки должны отбираться с учетом конкретных особенностей изучаемых явлений;
- 4) для всесторонней характеристики сложных общественных явлений целесообразно брать несколько группировочных признаков (два или более).

Признаки, положенные в основу группировки, могут быть качественные (атрибутивные) или количественные (имеющие числовое выражение).

При проведении группировок важное значение имеет правильное решение о том, на какое число групп следует подразделять совокупность. Если признак атрибутивный, то число групп, на которое следует подразделять совокупность, определяется числом качественных градаций этого признака. В случае, если группировочный признак количественного порядка, непрерывный или дискретный, с большим размахом вариации, то **число групп** может быть определено:

- 1) расчетным путем по формуле Стерджесса как

$$k = 1 + 3,322 \lg(n) = 1 + 1,4 \ln(n), \quad (1.1)$$

где k – число групп;

n – число единиц (объем) совокупности;

- 2) по нормативам, а именно: если численность совокупности не превышает

25...30 ед., то в расчет принимается 3–4 группы; 30...40 ед. – 5–6 групп; 40...60 ед. – 6–8 групп. При определении числа группировок необходимо их выбор производить таким образом, чтобы каждая группа была представительной, т. е. содержала не менее 7...10 ед. наблюдения, причем центральная часть интервала должна содержать не менее 50 %.

Для характеристики групп должны быть образованы интервалы, которые могут быть равные и неравные, открытые и закрытые.

При равных интервалах их величина определяется по формуле

$$i = (X_{\max} - X_{\min}) / k = R / k, \quad (1.2)$$

где k – число групп;

R – размах вариации.

Открытые интервалы не имеют для первого интервала нижней границы, а для последнего – верхней.

При построении равных интервалов определяются нижняя и верхняя границы каждого из них, причем считается, что пределы наблюдения могут входить «включительно» или «исключительно».

На практике применяются оба метода, но все же предпочтительнее принцип «исключительно». Например, группы работников магазина по производительности труда обозначены следующим образом: до 90 р.; 90...120; 120...150; 150...180; свыше 180 р. По принципу «включительно» к первой группе относится работник, производительность труда которого 90 р. обозначается – до 90 р.; по принципу «исключительно» этот работник включается во вторую группу – 90...120 р.

Применение этих принципов зависит от формы написания интервалов, особенно первой и последней групп.

В данном примере работника, производительность которого 180 р., включают в предпоследнюю группу, поскольку ее интервал обозначен 150...180, а последний – свыше 180 р. Соответственно работник, имеющий выработку 90 р., относится к первой группе. Если бы запись была «180 и более», то по принципу «исключительно» работник, имеющий выработку 180 р., включался бы в последнюю группу.

Неравные интервалы могут применяться при значительной вариации признака совокупности. Определяющим при этом является качественная однородность групп. Для характеристики установленных групп и их интервалов необходимо правильное определение показателей, которыми характеризуется каждая группа. При этом выбор показателей должен:

- отразить общую картину развития экономического процесса;
- проявить особенности каждого типа;
- установить специфику проявления типа групп, формы подгрупп применительно к различным регионам и зонам. Тщательный отбор показателей для анализа позволяет повысить результативность статистической группировки.

Серединное значение интервалов определяется несколькими приемами:

- 1) показатель можно рассчитать суммированием верхней и нижней границ интервала и делением суммы пополам. В данном примере во втором интервале

середина равна 105 р. $((90 + 120) : 2)$; в третьем – 135 р.: $((120 + 150) : 2)$; в первом – 75 р. $((60 + 90) : 2)$. Поскольку первый интервал является открытым (не имеет нижней границы), а имеющийся ряд распределения – интервальный, причем с равными интервалами (в 30 р.), то предполагается, что нижней границей первого интервала будет являться значение в 60 р. $(90 \dots 30)$;

2) показатель получают прибавлением к срединному значению второго интервала величины равного интервала $(105 + 30)$. Вычитая величину равного интервала из срединного значения второго интервала, будем иметь середину первого $(105 \dots 30)$, а середина последнего, открытого, интервала определяется прибавлением длины интервала к середине интервала из предпоследней группы $(165 + 30 = 195)$.

В зависимости от степени сложности изучаемого явления и от поставленных задач статистические группировки могут выполняться по одному или нескольким группировочным признакам.

Группировка называется простой (одномерной), если однородные группы формируются по одному признаку одновременно. Если однородные группы образуются по двум и более признакам, то группировка называется сложной.

В классе одномерных группировок выделяют следующие типы:

– структурные – предназначены для выявления состава изучаемого явления; используются для изучения внутреннего строения статистической совокупности и характеристики структурных сдвигов; дают информацию о текущем состоянии массовых явлений и применяются в целях оперативного управления;

– типологические – предназначены для выделения в статистической совокупности различных социально-экономических типов явлений. Ее цель состоит в изучении распространенности различных типов экономических явлений в статистической совокупности.

Типологические группировки применяются, как правило, к неоднородной совокупности и осуществляются посредством сложных неравноинтервальных группировок.

Результатом типологических группировок является разделение совокупности на классы, социально-экономические типы, однородные группы единиц. По своей сути типологическая группировка представляет собой группировку-классификатор.

Такие группировки часто основываются на устойчивом перечне групп, не меняющихся или меняющихся незначительно во времени.

Примером такой группировки является группировка предприятий по форме собственности (государственная, муниципальная, частная, смешанная) или группировка секторов экономики;

– аналитические (факторные) – используются для изучения связей и зависимости между варьирующими признаками; предназначены для выявления связи между изучаемыми признаками; позволяют выявить наличие и направление связи, а также измерить ее тесноту и силу. Все исследуемые признаки в этом случае делятся на две группы: факторные и результативные. Взаимосвязь между ними проявляется в том, что с изменением среднего значения факторного признака систематически изменяется среднее значение результативного признака;

– вторичные – повторная группировка статистического материала, производимая по тому же признаку, что и первичная группировка, с дроблением или укрупнением интервалов группировки. Цель вторичной группировки: получить более наглядную картину развития изучаемого явления.

Вторичная группировка может производиться двумя способами:

1) объединение первоначальных интервалов; в этом случае интервалы первичной группировки укрупняются, что дает более четкую картину развития явления;

2) долевая перегруппировка; осуществляется в соответствии с удельным весом каждой группы в общей совокупности;

– сложные – группировка, производимая не по одному, а по нескольким группировочным признакам; применяют при большом количестве наблюдений; делятся на комбинационные и многомерные.

Задание

Регламент проведения структурной группировки:

1) построить ранжированный ряд, т. е. расположить все элементы выборки в порядке возрастания значений;

2) определить размах варьирования признака;

3) по формуле Стерджесса (1.1) определить число групп, на которое надо разбить исследуемую выборку из 20 предприятий; полученное значение округлить до целого числа;

4) зная число групп, определить величину интервала по формуле (1.2);

5) установить левые и правые границы отдельных групп;

6) установить среднее значение признака в середине каждой группы;

7) установить частоту в каждом интервале, что соответствует интервальному ряду распределения предприятий по признаку (основанию группировки);

8) установить частоты случайной величины в каждом интервале;

9) обозначить сумму накопленной частоты попадания в каждый интервал.

Регламент проведения вторичной группировки:

1) произвести уплотнение рядов распределения, образовав меньшее количество групп;

2) обеспечить сопоставимость рядов распределения (одинаковое количество групп с теми же интервалами, как в базовом варианте) при проведении сравнительного статистического анализа.

Исходные данные

Исходные данные к выполнению задания внесены в таблицу 1.1. Номер варианта выдается преподавателем в соответствии с информацией таблицы 1.2.

Таблица 1.1 – Исходные данные для проведения группировки

Пред-прия-тие	Выпуск продукции, млн р.	Среднегодовая стоимость ос-новных средств, млн р.	Среднегодо-вая стоимость оборотных средств, млн р.	Среднеспи-сочная чис-ленность ра-бочих, чел.	Среднегодовая стоимость производ-ственных запас-сов, млн р.	Среднегодовая стоимость сово-купного капи-тала, млн р.
1	423,9	172,9	54,2	1 562	31,7	233,4
2	983,3	225,5	57,3	1 649	52,8	290,6
3	1 140,7	445,4	59,4	2 170	30,6	518,7
4	646,8	434,1	53,3	1 996	42,6	500,8
5	721,1	349,5	58,2	1 714	40,5	419,0
6	1 394,1	550,6	59,0	1 215	32,6	626,4
7	642,4	244,3	61,6	2 517	57,4	314,3
8	362,7	150,3	63,0	868	48,9	219,2
9	410,8	167,2	58,6	2 040	25,7	232,1
10	533,2	216,1	50,9	1 475	34,3	274,3
11	856,6	319,5	47,1	2 170	31,3	376,7
12	830,4	293,1	52,6	1 085	31,9	355,3
13	524,4	208,6	63,6	1 345	15,1	279,6
14	541,9	238,7	66,6	1 779	29,2	313,6
15	743,0	268,7	65,5	2 756	32,4	343,4
16	611,8	255,6	70,0	1 736	38,7	334,6
17	629,3	248,0	59,5	1 345	34,1	316,1
18	633,7	261,2	56,9	1 953	35,2	326,8
19	747,3	285,6	61,6	1 649	24,6	356,8
20	777,9	308,2	60,6	1 519	28,5	379,0
21	926,5	347,6	60,9	1 432	27,5	419,8
22	463,3	193,6	54,3	1 996	44,0	254,7
23	904,7	385,2	55,5	1 888	32,7	452,8
24	568,1	236,8	66,1	2 191	30,3	311,2
25	808,5	334,5	62,1	1 779	27,1	407,5
26	681,8	280,0	65,5	781	34,9	355,0
27	664,3	283,8	64,9	868	27,8	358,3
28	616,2	289,1	70,3	1 172	35,2	369,3
29	651,2	361,3	65,6	1 475	44,0	438,7
30	816,8	217,8	58,5	1 548	38,4	284,0
31	791,8	430,2	57,0	1 426	30,9	500,6
32	500,1	419,3	57,9	1 345	54,4	490,3
33	516,8	337,6	51,6	1 874	46,4	399,9
34	708,5	531,9	52,7	1 772	24,4	600,6
35	583,5	236,0	62,7	2 058	32,5	307,0
36	600,1	145,2	59,0	1 671	29,7	209,8
37	604,3	161,6	62,2	733	30,2	229,9
38	712,6	208,8	61,6	815	14,3	277,8
39	741,8	308,6	66,8	1 100	27,7	385,7

Исходные данные для построения вторичной группировки выдаются преподавателем.

Таблица 1.2 – Исходные данные по вариантам

Вариант	Номер предприятия	Группировочный признак (основание группировки)
1	20...39	Выпуск продукции
2	19...38	Среднегодовая стоимость основных средств
3	18...37	Среднегодовая стоимость оборотных средств
4	17...36	Среднесписочная численность рабочих
5	16...35	Среднегодовая стоимость производственных запасов
6	15...34	Среднегодовая стоимость совокупного капитала
7	14...33	Среднегодовая стоимость основных средств
8	13...32	Выпуск продукции
9	12...31	Среднегодовая стоимость производственных запасов
10	11...30	Среднесписочная численность рабочих
11	10...29	Среднегодовая стоимость оборотных средств
12	9...28	Среднегодовая стоимость производственных запасов
13	8...27	Среднесписочная численность рабочих
14	7...26	Среднегодовая стоимость оборотных средств
15	6...25	Среднегодовая стоимость совокупного капитала
16	5...24	Среднегодовая стоимость производственных запасов
17	4...23	Среднегодовая стоимость основных средств
18	3...22	Среднесписочная численность рабочих
19	2...21	Выпуск продукции
20	1...20	Среднегодовая стоимость совокупного капитала

Форма отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) алгоритм и результаты вычисления индивидуальных заданий;
- 3) анализ полученного статистического вариационного ряда в формате структурной и аналитической группировки;
- 4) результаты произведенных расчетов (следует представить в виде таблиц).

Контрольные задания

Задание 1

Поставлено задание статистического исследования факторов успеваемости студентов первого курса по итогам весенней экзаменационной сессии. Требуется определить объект наблюдения, единицу наблюдения и составить программу наблюдения.

Задание 2

Торговая фирма «Партия» поручает вам разработать бланк анкетного опроса покупателей с целью изучения контингента, посещающего фирму, удовлетворения их спроса и затрат времени на приобретение необходимой аудио- и

видеотехники. Указать, к какому виду относится данное наблюдение по времени, охвату и способу получения данных.

Задание 3

Проверить с помощью счетного (арифметического) контроля следующие данные, полученные от детского сада: всего детей в детском саду – 133; в том числе: в старших группах – 37, в средних группах – 43, в младших группах – 58; из всего числа детей: мальчиков – 72, девочек – 66. Если вы установили несоответствие между некоторыми числами, то считаете ли вы достаточными основания для внесения соответствующей поправки?

Задание 4

Пользуясь формулой Стерджесса, определить интервал группировки сотрудников фирмы по уровню доходов, если общая численность сотрудников составляет 120 чел., а минимальный и максимальный доход равен 300 и 1 500 р. соответственно.

Задание 5

По исходным данным о предприятиях, представленным в таблице 1.3, произвести структурную группировку 20 предприятий по объему выполненных работ, образовав три группы с равными интервалами. Охарактеризовать каждую группу и совокупность в целом: числом предприятий; объемом накладных расходов – всего и в среднем на одно предприятие. Результаты группировки представить в виде таблицы.

Таблица 1.3 – Характеристика предприятий

Номер предприятия	Выпуск продукции, млн р.	Накладные расходы, млн р.	Номер предприятия	Выпуск продукции, млн р.	Накладные расходы, млн р.
1	8,6	3,2	11	7,9	2,2
2	7,5	2,4	12	11,8	3,9
3	10,6	3,2	13	12,3	4,1
4	7,8	2,2	14	5,7	1,5
5	10,4	3,2	15	8,1	2,5
6	8,5	3,0	16	9,8	3,2
7	6,4	2,1	17	13,9	4,7
8	7,5	2,4	18	12,6	4,5
9	5,5	1,5	19	9,6	3,0
10	7,0	2,7	20	8,6	2,8

Задание 6

В таблице 1.4 имеются данные о распределении предприятий двух регионов по численности работников.

Таблица 1.4 – Исходные данные

Регион 1			Регион 2		
Группы предприятий по численности работников, чел.	Удельный вес предприятий в группе, %	Удельный вес работников в группе, %	Группы предприятий по численности работников, чел.	Удельный вес предприятий в группе, %	Удельный вес работников в группе, %
До 50	30	1	До 100	32	1
51...100	25	2	101...250	28	6
101...500	25	3	251...500	12	8
501...1000	9	9	501...1000	10	10
1001...2000	5	10	1001...2500	9	12
2001...5000	3	15	2501...7500	5	15
5001...8000	2	22	7501...10000	3	23
8001 и более	1	38	10001 и более	1	25
Итого	100	100	Итого	100	100

Построить вторичную группировку данных о распределении предприятий, пересчитав данные региона 1 в соответствии с группировкой региона 2.

Задание 7

Имеются следующие данные о количестве филиалов каждого из двадцати банков в городе. Количество филиалов в городе у разных банков: 2; 4; 3; 5; 4; 4; 6; 5; 4; 3; 4; 3; 4; 5; 3; 4; 6; 3; 5; 4. Построить ряд распределения по имеющимся данным.

Задание 8

Имеются следующие данные о размере прибыли двадцати коммерческих банков. Прибыль: 3,7; 4,3; 6,7; 5,6; 5,1; 8,1; 4,6; 5,7; 6,4; 5,9; 5,2; 6,2; 6,3; 7,2; 7,9; 5,8; 4,9; 7,6; 7,0; 6,9 млн р. Построить ряд распределения по имеющимся данным.

Задание 9

По нижеприведенным данным о квалификации рабочих цеха требуется: построить дискретный ряд распределения; вычислить показатели центра распределения, показатели вариации и формы распределения. Тарифные разряды 24 рабочих цеха: 4; 3; 6; 4; 4; 2; 3; 5; 4; 4; 5; 2; 3; 4; 4; 5; 2; 3; 6; 5; 4; 2; 4; 3.

Задание 10

Имеются следующие данные о возрастном составе рабочих цеха (лет): 18; 38; 28; 29; 26; 38; 34; 22; 28; 30; 22; 23; 35; 33; 27; 24; 30; 32; 28; 25; 29; 26; 31; 24; 29; 27; 32; 25; 29; 29. Для анализа распределения рабочих цеха по возрасту требуется: построить интервальный ряд распределения; исчислить показатели центра распределения, показатели вариации и формы распределения. Сформулировать вывод.

Задание 11

Имеются следующие данные о количестве заявок на автомобиль технической помощи по дням: 11; 2; 5; 14; 7; 2; 8; 10; 2; 6; 10; 8; 3; 13; 11; 8; 8; 2; 9; 8; 5; 14; 5; 10; 12; 6; 8; 2; 8; 7; 9; 2; 8; 4; 6; 13; 5; 3; 12; 2; 2; 7; 9; 8; 5; 8; 6; 10; 11; 5. Построить интервальный ряд распределения, определив величину интервала группировки по формуле Стерджесса.

Задание 12

По предприятию имеются следующие данные о проверке 100 партий мужской обуви, передаваемых в торговую сеть (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Результаты проверки качества мужской обуви

Число бракованных пар обуви	0	1	2	3
Число партий, содержащих данное число бракованных пар обуви	60	32	7	1

Задание 13

По цеху имеются следующие данные о распределении рабочих по стажу работы (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Исходные данные

Группы рабочих по стажу работы, лет	0...2	2...4	4...6	6...8	8...10	10...12	12...14
Число рабочих	6	8	12	24	17	8	5

Задание 14

Имеются следующие данные о величине межремонтного пробега автомобилей (таблица 1.7). Дать графическое изображение ряда в виде гистограммы и кумуляты.

Таблица 1.7 – Исходные данные

Величина межремонтного пробега, тыс. км	90...100	100...120	120...140	140...160	160...180
Число автомобилей	10	60	100	26	14

Контрольные вопросы

1 Понятие статистической сводки. Программа и план статистической сводки. Этапы сводки.

2 Понятие и задачи группировок. Виды статистических группировок: типологические, структурные, аналитические (факторные). Простые и комбинированные группировки. Понятие о многомерных группировках.

3 Выбор группировочных признаков. Определение числа групп.

4 Группировки по атрибутивным признакам. Группировки по количественным варьирующим признакам. Интервалы группировки.

5 Метод вторичной группировки: основные способы проведения вторичной группировки (способ непосредственного укрупнения интервалов, метод пропорционального дробления групп).

6 Понятие о рядах распределения. Виды рядов распределения.

7 Графическое изображение рядов распределения (гистограмма, полигон распределения частот).

8 Статистические таблицы, их виды и правила построения. Формальные и содержательные элементы статистической таблицы: макет таблицы, статистическое подлежащее и сказуемое.

9 Виды и основные правила построения статистических таблиц.

2 Лабораторная работа № 2. Графический способ изображения статистических данных

Цель работы: изучить методику построения интервального статистического ряда, гистограммы частот в Excel; сформировать практические навыки проведения расчета статистических характеристик в Excel; построить интервальный статистический ряд и гистограммы в Excel.

Методические рекомендации

Статистические графики – это условные изображения числовых величин и их соотношений посредством линий, геометрических фигур, рисунков или географических карт-схем. Построение графиков производится «Мастером диаграмм» пакета Excel. В статистическом графике различают следующие основные элементы: поле графика, графический образ, пространственные и масштабные ориентиры, экспликация графика.

Поле графика является место, на котором он выполняется (листы бумаги, план местности и т. д.).

Графический образ – это символические знаки, с помощью которых изображаются статистические данные (точки, линии и т. д.). Пространственные ориентиры определяют размещение графических образов на поле графика. Они задаются координатной сеткой или контурными линиями и делят поле графика на части, соответствующие значениям изучаемых показателей. Масштабные ориентиры статистического графика придают графическим образам количественную значимость, которая передается с помощью системы масштабных шкал.

Масштаб графика – это мера перевода численной величины в графическую. Масштабной шкалой является линия, отдельные точки которой читаются (в соответствии с принятым масштабом) как определенные числа.

Экспликация графика – это пояснение его содержания. Включает в себя заголовок графика, объяснения масштабных шкал, пояснения отдельных элементов графика.

Классификация статистических графиков по ряду признаков:

1) по способу построения статистические графики подразделяются на диаграммы, картограммы и картодиаграммы. Диаграмма представляет чертеж, на котором статистическая информация изображается посредством геометрических фигур или символических знаков. В свою очередь диаграммы бывают:

а) линейными. Для их построения обычно принимается прямоугольная система координат. По оси абсцисс откладываются варианты изучаемого показателя (или показания времени), а по оси ординат – величина изучаемого показателя. По отметкам (точкам) обеих осей определяют положения каждого уровня на поле графика. Последовательно соединяя точки отрезками линий, получают линию графика, так называемую статистическую кривую;

б) столбиковыми. Здесь каждое значение изучаемого показателя изображается в виде вертикального столбика. Основание столбика располагается на оси абсцисс, ширина столбиков произвольная, но для всех одинаковая, одинаковое

расстояние между столбиками. Величины, характеризующие значение изображаемых показателей, помещаются внутри каждого столбика;

в) ленточными. В этих диаграммах основания столбиков располагаются вертикально, а масштабная шкала наносится на горизонтальную ось. Длина полос соответствует значениям изображаемых показателей;

г) круговыми. В этих диаграммах площадь окружности принимается за величину всей изучаемой статистической совокупности, а площади отдельных секторов отображают удельный вес (долю) ее составных частей.

Картограмма – это изображение величины интересующего нас признака на географической карте с помощью графических символов (штриховки, расцветки, точек). При этом штриховать надо тем гуще, чем больше размер показателя.

Картодиаграмма представляет собой сочетание картограммы с диаграммой. На картодиаграммах распределение показателей по территории дается на схематической географической карте в форме столбиков, треугольников и других графических знаков;

2) в зависимости от формы применяемых графических образов графики могут быть точечными (в качестве графических образов применяется совокупность точек), линейными графическими образами являются линии), плоскостными (геометрические фигуры) и фигурными;

3) в зависимости от характера решаемых задач графики классифицируются по их целевому применению в статистическом изучении коммерческой деятельности на рынке товаров и услуг. Различают следующие основные виды графиков: рядов распределения, структуры статистической совокупности, рядов динамики, показателей связи, показателей выполнения заданий.

Вариация данных анализируется с помощью полигона распределения, кумуляты (кривой «меньше, чем») и огивы (кривой «больше, чем»). Для построения кумуляты значения варьирующего признака откладываются по оси абсцисс, а на оси ординат помещаются накопленные итоги частот или частостей (от f_1 до $\sum f$). Для построения огивы на оси ординат помещаются накопленные итоги частот в обратном порядке (от $\sum f$ до f_1).

Задание

1 Произвести визуализацию исходных данных в соответствии с вариантом, полученным в лабораторной работе № 1, соответственно построив линейную, структурную диаграммы.

2 По результатам анализа полученного интервального статистического ряда и функции распределения построить гистограмму, полигон и огиву в среде Excel.

Исходные данные

Исходными данными выступают данные варианта и результаты статистической обработки интервального ряда, полученного в лабораторной работе № 1.

Форма отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) результаты обработки статистических данных в Excel;
- 3) графическую интерпретацию анализа интервального статистического ряда и функции распределения.

Контрольные задания

Задание 1

В соответствии с данными контрольного задания 7 лабораторной работы № 1 построить графическое изображение ряда распределений.

Задание 2

В соответствии с данными контрольного задания 8 лабораторной работы № 1 построить графическое изображение ряда распределений.

Задание 3

Дать графическое изображения ряда по данным о квалификации рабочих цеха контрольного задания 9.

Задание 4

Дать графическое изображение интервального ряда, полученного по данным контрольного задания 10.

Задание 5

Дать графическое изображение исходных и аналитических данных контрольного задания 12.

Задание 6

Дать графическое изображение исходных и аналитических данных контрольного задания 13.

Задание 7

Дать графическое изображение ряда в виде гистограммы и кумуляты контрольного задания 14.

Контрольные вопросы

1 Роль и значение графического способа изображения статистических данных. Элементы статистического графика и правила его построения.

2 Виды графических изображений: диаграммы столбиковые (ленточные) и линейные, диаграммы квадратные, круговые и секторные. Метод фигур – знаков, картограммы и картодиаграммы.

3 Способы графического изображения динамики, структуры и взаимосвязи явлений. Графики изучения сезонных колебаний.

3 Лабораторная работа № 3. Абсолютные, относительные и средние величины в статистике

Цель работы: сформировать практические навыки расчета абсолютных, относительных и средних величин.

Методические рекомендации

Статистический показатель представляет собой количественно-качественную обобщающую характеристику какого-либо свойства статистической совокупности в условиях конкретного места и времени. По форме выражения показатели делятся на абсолютные, относительные, средние. Абсолютные – исходная первичная форма выражения статистических показателей. Относительные – производные, вторичные показатели по отношению к абсолютным, выражающие определенные соотношения между количественными характеристиками статистических совокупностей. Средние – наиболее распространенная форма статистических показателей, характеризующая наиболее типичный уровень явления. Рассчитываются на единицу статистической совокупности или на единицу признака.

Абсолютные показатели характеризуют численность совокупности либо объем изучаемого явления в конкретных границах пространства и времени, т. е. отражают уровень развития явления, его размер. Абсолютный показатель можно получить следующими способами: путем подсчета единиц совокупности, обладающих конкретным значением признака; путем суммирования значения признака по всей статистической совокупности. Абсолютные показатели всегда являются именованными числами. В зависимости от социально-экономической сущности исследуемых явлений они выражаются в натуральных, стоимостных и трудовых единицах измерения. В статистике относительные показатели используют в сравнительном анализе, в обобщении и синтезе. Относительные показатели выражаются в разных формах – коэффициентов, процентов, промилле, продецимилле. Если значение основания или базу сравнения принять за 100 %, результат вычисления относительной величины будет выражаться также в процентах. В тех случаях, когда за базу сравнения принимают 1000, результат сравнения выражают в промилле ($^0/_{00}$). Относительные величины могут выражаться и в децимилле, если основание отношения равно 10000 ($^0/_{000}$).

Относительные величины, используемые в статистической практике: относительная величина структуры; относительная величина координации; относительная величина планового задания; относительная величина выполнения плана; относительная величина динамики; относительная величина сравнения; относительная величина интенсивности.

Средним называется обобщающий показатель статистической совокупности, характеризующий наиболее типичный уровень явления. Используются две категории средних величин: степенные средние; структурные средние.

Первая категория степенных средних включает: среднюю арифметическую, среднюю гармоническую, среднюю квадратическую и среднюю геометрическую.

Различные средние выводятся из общей формулы степенной средней

$$\bar{X} = k \sqrt[k]{\frac{\sum x_i^k \cdot f_i}{\sum f_i}}, \quad (3.1)$$

где f_i – частота (повторяемость индивидуальных значений признака);

x_i – величины, по которым вычисляется средняя;

k – степень, определяющая вид средней величины: $k = 1$ (средняя арифметическая); $k = -1$ (средняя гармоническая); $k = 0$ (средняя геометрическая); $k = -2$ (средняя квадратическая).

В зависимости от степени k получаются различные виды средних величин, их формулы представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные виды средних степенных величин

Вид средней	Формула средней	Использование
1	2	3
Арифметическая простая (невзвешенная)	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n},$ <p>где x_i – i-й вариант признака ($i = \overline{1, n}$); n – число вариант</p>	Для несгруппированных данных
Арифметическая взвешенная	$\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i},$ <p>где f_i – частота повторяемости i-го варианта</p>	Данные представлены в виде рядов распределения или группировок
Гармоническая взвешенная	$\bar{x} = \frac{\sum w_i}{\sum \frac{w_i}{x_i}}$ <p>где $w_i = x_i f_i$</p>	Известны индивидуальные значения признака и веса W за ряд временных интервалов
Гармоническая взвешенная	$\bar{x} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_i}}$	В случае, когда веса равны
Геометрическая невзвешенная	$\bar{x} = \sqrt[k]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_k} = \sqrt[k]{\prod x_i}$	При анализе динамики для определения среднего темпа роста
Геометрическая взвешенная	$\bar{x} = \sqrt[m]{x_1^{m_1} \cdot x_2^{m_2} \cdot \dots \cdot x_k^{m_k}} = \sqrt[m]{\prod x_i^{m_i}}$	
Квадратическая невзвешенная	$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n}}$	При расчете показателей вариации
Квадратическая невзвешенная	$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i}}$	

Для характеристики структуры совокупности применяются структурные средние, к которым относятся мода и медиана. Методика расчета данных структурных параметров представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Виды средних структурных величин интервального ряда

Средняя величина	Формула
Мода интервального ряда распределения	$M_0 = x_0 + \frac{fM_0 - fM_{0-1}}{(fM_0 - fM_{0-1}) + (fM_0 - fM_{0+1})},$ <p>где x_0 – нижняя граница модального интервала; i – величина модального интервала; fM_0 – частота модального интервала; fM_{0-1} – частота интервала, предшествующего модальному; fM_{0+1} – частота интервала, следующего за модальным</p>
Медиана интервального ряда распределения	$M_e = x_0 + i \frac{\frac{1}{2} \sum f - S_{M_{e-1}}}{f_{M_e}},$ <p>где x_0 – нижняя граница медианного интервала; $\sum f$ – сумма частот; $S_{M_{e-1}}$ – накопленная частота интервала, предшествующего медианному; f_{M_e} – частота медианного интервала</p>

Модой или модальной величиной признака в ряду распределения является варианта, имеющая наибольшую частоту или частность. В дискретном ряду мода – это варианта с наибольшей частотой. В интервальном ряду с неравными интервалами мода определяется через плотность распределения и модальный интервал (интервал, который имеет наибольшую частоту).

Медиана – это срединное значение признака, которое делит ряд на равные части. Для дискретного ранжированного ряда (т. е. построенного в порядке возрастания или убывания индивидуальных величин) с нечетным числом членов медианой является варианта, расположенная в центре ряда.

Для дискретного ранжированного ряда с четным числом членов медианой будет варианта, рассчитанная из двух смежных центральных вариантов.

В дискретном вариационном ряду численное значение медианы определяют по накопленным частотам.

Для интервального вариационного ряда медиана будет определяться в соответствии с медианным интервалом (интервал, в котором сумма накопленных частот составляет половину или больше половины всей суммы частот ряда) по формуле таблицы 3.2.

Задание

По полученной в лабораторной работе № 1 группировке определить:

- 1) среднее значение показателя, модальное и медианное значения;
- 2) показатели вариации абсолютные и относительные.

Исходные данные

Исходными данными выступают данные варианта и результаты статистической обработки интервального ряда, полученного в лабораторной работе № 1.

Форма отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) алгоритм и результаты вычисления индивидуальных заданий;
- 3) анализ результатов обработки статистических данных в Excel.

Контрольные задания

Произвести расчет абсолютных, относительных и средних показателей в соответствии с данными нижеприведенных заданий.

Обобщающие статистические показатели.

Задание 1

По плану на текущий год предполагалось увеличить производство продукции с 5 650 до 6 100 шт. В действительности было произведено продукции 5 850 шт. Найти относительные величины планового задания, выполнения планового задания.

Задание 2

Предприятие планировало увеличить выпуск продукции в текущем году по сравнению с предыдущим на 24 %. Фактически уровень выпуска продукции в текущем году увеличился и составил 118 % относительно планового задания. Определить относительный показатель выполнения плана.

Задание 3

Имеются условные данные о внешнеторговом обороте страны: экспорт – 2 693, импорт – 1 872 млн долл. Вычислить относительные показатели структуры и координации.

Задание 4

В таблице 3.3 имеются данные об урожайности пшеницы. Рассчитать относительные показатели сравнения.

Таблица 3.3 – Исходные данные

Страна	Украина	Россия	США	Германия
Урожайность пшеницы, ц/га	13,7	16,0	18,8	20,8

Задание 5

В таблице 3.4 имеются данные о производстве бумаги. Вычислить относительные показатели динамики с переменной и постоянной базой сравнения.

Таблица 3.4 – Исходные данные

Год	Первый	Второй	Третий	Четвертый
Произведено бумаги, тыс. т	160	235	101	173

Задание 6

Объем кредитов, выданный банками предприятиям, в области А составил 73,2 млн р., а в области Б – 38,8 млн р. Рассчитать относительную величину сравнения.

Задание 7

Производство электроэнергии в области составило 17,2 млрд кВт. · ч при среднегодовой численности населения 8,4 млн чел.

Определить относительную величину интенсивности, характеризующую производство электроэнергии на душу населения.

Задание 8

В таблице 3.5 имеются данные о внешнеторговом обороте условной страны за два года.

Таблица 3.5 – Исходные данные

Период	Внешнеторговый оборот, млрд долл.	В том числе	
		экспорт	импорт
Первый год			
I квартал	36,7	21,1	15,6
II квартал	37,9	20,4	17,5
III квартал	40,4	21,6	18,8
IV квартал	46,9	25,1	21,8
Второй год			
I квартал	36,7	18,4	18,3
II квартал	36,4	18,7	17,7
III квартал	31,5	17,8	13,7
IV квартал	28,7	19,3	9,4

Рассчитать: относительные величины структуры, характеризующие доли экспорта и импорта во внешнеторговом обороте страны; относительные величины координации, характеризующие соотношение экспорта и импорта.

Задание 9

Имеются данные о дневной выработке продукции рабочими первого и второго цехов, представленные в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Исходные данные

Бригада	Цех 1		Цех 2	
	Дневная выработка, шт.	Число рабочих, чел.	Дневная выработка, шт.	Объем выпуска, шт.
1	44	8	38	418
2	54	11	36	432
3	39	16	20	140

Вычислить среднюю дневную выработку продукции рабочих по первому и второму цехам отдельно.

Указать, какой вид средней величины надо применять для вычисления этих показателей.

Задание 10

В таблице 3.7 имеются данные о темпах роста выпуска продукции. Определить среднегодовой темп роста за 5 лет.

Таблица 3.7 – Исходные данные

Год	Пер- вый	Второй	Тре- тий	Четвер- тый	Пятый
Темп роста выпуска продукции, %	113	106	98	116	110

Задание 11

По имеющимся данным о ценах товара в различных фирмах города определить среднюю цену, моду и медиану:

а) 4,4; 4,3; 4,4; 4,5; 4,3; 4,3; 4,6; 4,2; 4,6; ден. ед.;

б) 4,4; 4,3; 4,4; 4,5; 4,3; 4,3; 4,6; 4,2; 4,6; 4,1 ден. ед.

Задание 12

В таблице 3.8 имеются данные по трем обменным пунктам о курсе доллара и выручке от продажи валюты. Рассчитать средний курс доллара по представленным обменным пунктам.

Таблица 3.8 – Исходные данные

Номер обменного пункта	Валютный курс	Выручка от продажи валюты, млн р.
1	2,870	232,47
2	2,868	298,27
3	2,873	149,40

Задание 13

Двое рабочих в течение рабочего дня заняты изготовлением одинаковых деталей. Один рабочий тратит на изготовление детали 3 мин, другой – 6 мин. Определить средние затраты времени на изготовление детали.

Задание 14

По данным таблицы 3.9 определить среднее значение, моду и медиану признака – количество филиалов организации в городе.

Таблица 3.9 – Исходные данные

Количество филиалов организации в городе	2	3	4	5	6
Число банков	1	5	8	4	2

Задание 15

По данным таблицы 3.10 определить среднее значение, моду и медиану размера прибыли.

Таблица 3.10 – Исходные данные

Номер группы	Размер прибыли, млн р.	Число банков
1	3,7...4,6	3
2	4,6...5,5	3
3	5,5...6,4	7
4	6,4...7,3	4
5	7,3...8,2	3

Задание 16

Определить среднюю численность рабочих предприятия за первое и второе полугодия и за год в целом по данным таблицы 3.11.

Таблица 3.11 – Исходные данные

Дата	01.01.20 г.	01.05.20 г.	01.07.20 г.	01.09.20 г.	01.01.21 г.
Численность рабочих, чел.	904	894	954	944	884

Задание 17

Подача жидкого топлива для технологического процесса осуществляется в цехе тремя трубопроводами с диаметрами 2; 5 и 6 см. При капитальном ремонте здания цеха эти трубопроводы будут заменены на три новых одинакового диаметра при сохранении их общей пропускной способности. Определить средний диаметр новой трубы.

Задание 18

Вычислить средний процент выполнения плана выпуска продукции по данным таблицы 3.12 для первой и второй групп заводов. Указать, какой вид средней надо применять для вычисления данных показателей.

Сравнить средние проценты выполнения плана двух групп заводов.

Таблица 3.12 – Данные по двум группам заводов объединения

Номер завода	Первая группа		Номер завода	Вторая группа	
	Фактический выпуск продукции, млн р.	Выполнение плана выпуска продукции, %		Выпуск продукции, млн р.	Выполнение плана выпуска продукции, %
1	283	105,0	1	373	110,2
2	367	98,0	2	288	100,0
3	373	100,0	3	358	95,0

Контрольные вопросы

- 1 Понятие о статистическом показателе; виды показателей.
- 2 Основные требования к статистическим показателям.
- 3 Формы выражения статистических показателей. Абсолютные и относительные величины.
- 4 Абсолютные величины как исходная форма статистических величин. Виды

абсолютных величин, их значение и способы получения.

5 Относительные величины и область их применения. Виды относительных величин, способы их расчета и формы выражения. Основные свойства относительных величин.

6 Взаимосвязь абсолютных и относительных величин в системе экономико-статистического исследования.

7 Средняя величина, ее сущность и определение. Взаимосвязь метода средних величин и группировок. Общие и частные (групповые) средние.

8 Виды средних величин. Выбор формы средней величины на основе экономического содержания статистических показателей.

9 Единицы измерения абсолютных величин и их соразмерность, способы приведения в сопоставимый вид.

10 Основные математические свойства средней арифметической, расчет средней арифметической из значений интервального вариационного ряда.

11 Средняя гармоническая, средняя квадратическая, средняя геометрическая и другие виды средних: содержание и методика расчета.

12 Мажорантность средних величин.

13 Структурные средние: мода и медиана. Способы их вычисления и применение в экономических исследованиях.

4 Лабораторная работа № 4. Статистическое изучение вариации

Цель работы: сформировать практические навыки расчета абсолютных и относительных показателей вариации признака по статистическим данным.

Методические рекомендации

Вариация признака – это различие индивидуальных значений признака внутри изучаемой совокупности, т. е. колеблемость, многообразие, изменчивость величины признака у отдельных единиц совокупности.

Размах вариации, который представляет собой разность между максимальным и минимальным значениями признака, т. е. амплитуду колебания вариации в ряду распределения, рассчитывается по формуле

$$R = x_{\max} - x_{\min},$$

где x_{\max} , x_{\min} – наибольшее и наименьшее значения варьирующего признака.

Для более глубокого изучения ряда распределения варьирующего признака служат следующие показатели вариации (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Абсолютные и относительные показатели вариации

Название показателя	Условие расчета	Формула
Среднее линейное отклонение	Для несгруппированных данных	$L = \frac{\sum x_i - \bar{x} }{n}$
	Для сгруппированных данных	$L = \frac{\sum x_i - \bar{x} f_i}{\sum f_i}$
Дисперсия	Для несгруппированных данных	$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$
	Для сгруппированных данных	$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}$
Среднее квадратическое отклонение	Для несгруппированных данных	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$
	Для сгруппированных данных	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}}$
Коэффициент осциляции	–	$V_n = \frac{R}{\bar{x}} \cdot 100$
Линейный коэффициент вариации	–	$V_L = \frac{L}{\bar{x}} \cdot 100$
Коэффициент вариации	–	$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$

Показывает, насколько велико различие между единицами совокупности, имеющими самое маленькое и самое большое значение признака. Показатель основан на крайних значениях варьирующего признака и не отражает отклонений всех вариантов в ряду. Среднее линейное отклонение представляет собой среднюю величину из абсолютных отклонений вариантов признака от средней; выражено в тех же единицах измерения, что и варианты или их средняя; показывает, на какую величину отклоняется признак в изучаемой совокупности от средней величины признака. Дисперсия представляет собой средний квадрат отклонений индивидуальных значений признака от их средних величин.

Среднее квадратическое отклонение показывает, насколько в среднем отклоняются конкретные варианты признака от его среднего значения. Величина часто используется в качестве единицы измерения отклонений от средней арифметической. Среднее квадратическое отклонение измеряется в тех же единицах, что и варьирующий признак, и исчисляется путем извлечения квадратного корня из дисперсии.

Дисперсия обладает рядом свойств (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Свойства дисперсии

Свойство	Методика расчета
Если из всех значений вариант отнять какое-то постоянное число A , то средний квадрат отклонений от этого не изменится	$\sigma_{(x-A)}^2 = \sigma_x^2$
Если все значения вариант разделить на какое-то постоянное число A , то средний квадрат отклонений уменьшится от этого в A^2 раз, а среднее квадратическое отклонение – в A раз	$\sigma\left(\frac{x}{A}\right) = \frac{\sigma_x}{A}$
Если исчислить средний квадрат отклонений от любой величины (A), в той или иной степени отличающейся от средней арифметической, то он всегда будет больше среднего квадрата отклонений, исчисленного от средней арифметической	$\sigma_A^2 > \sigma_x^2$

Изучая дисперсию интересующего признака, не возможно определить влияние отдельных факторов, которые характеризуют колеблемость варианта признака. Это можно сделать, разделив изучаемую совокупность на группы, однородные по признаку-фактору, и определив три показателя колеблемости признака в совокупности:

– общая дисперсия: характеризует вариацию признака, которая зависит от всех условий данной совокупности;

– межгрупповая дисперсия: отражает вариацию изучаемого признака, которая возникает под влиянием признака-фактора, положенного в основу группировки;

– средняя внутригрупповых дисперсий: характеризует случайную вариацию в каждой отдельной группе, которая возникает под влиянием других, не учитываемых факторов и не зависит от признака-фактора, положенного в основу группировки.

Методика расчета общей, межгрупповой и средней внутригрупповой дисперсий показана в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Анализ факторов, характеризующих колеблемость варианта признака

Вид дисперсии	Формула для расчета	Характеристика
1	2	3
Общая дисперсия	$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x}_0)^2 f_i}{\sum_{i=1}^k f_i}$	Отражает вариацию признака за счет всех условий (факторов), действующих в данной совокупности
Межгрупповая дисперсия	$\delta_x^2 = \frac{\sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{x}_0)^2 f_j}{\sum_{j=1}^k f_j}$	Отражает вариацию между группами за счет признака-фактора, положенного в основу группировки
Средняя из внутригрупповых дисперсий	$\bar{\sigma}^2 = \frac{\sum_{j=1}^k \sigma_j^2 f_j}{\sum_{j=1}^k f_j}$	Отражает случайную вариацию, обусловленную неучтенными факторами и не зависящую от признака-фактора, положенного в основание группировки
Вид взаимосвязи дисперсий	$\sigma^2 = \delta^2 + \bar{\sigma}^2$	Общая дисперсия равна сумме дисперсий внутригрупповой (средней из групповых дисперсий) и межгрупповой (дисперсии частных средних)
<i>Примечание</i> – k – число групп; f_j – число единиц в j -й группе; \bar{x}_j – частная средняя по j -й группе; \bar{x}_0 – общая средняя по совокупности единиц		

Правило сложения дисперсий позволяет выявить зависимость результатов от определяющих факторов с помощью соотношения межгрупповой и общей дисперсий. Данное соотношение называется эмпирическим коэффициентом детерминации (η^2) и показывает долю вариации результативного признака под влиянием факторного:

$$\eta^2 = \frac{\delta^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}. \quad (4.1)$$

Эмпирическое корреляционное отношение (η) показывает тесноту связи между исследуемым явлением и группировочным признаком:

$$\eta = \sqrt{\frac{\delta^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}}, \quad (4.2)$$

где η^2 и $\eta \in [0, 1]$.

Если связь отсутствует, то $\eta = 0$. В этом случае межгрупповая дисперсия равна нулю ($\delta^2 = 0$), т. е. все групповые средние равны между собой и межгрупповой вариации нет. Это означает, что группировочный признак не влияет на вариацию исследуемого признака x .

Если связь функциональная, то $\eta = 1$.

В этом случае дисперсия групповых средних равна общей дисперсии ($\delta^2 = \sigma_{\text{общ}}^2$). Это означает, что группировочный признак полностью определяет характер изменения изучаемого признака. Чем больше значение корреляционного отношения приближается к единице, тем полнее (сильнее) корреляционная связь между признаками (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Качественная оценка связи между признаками (шкала Чэддока)

Значение $\eta_{\text{теор}}$	Характер связи	Теоретическое значение η	Характер связи
$\eta = 0$	Отсутствует	$0,5 \leq \eta < 0,7$	Заметная
$0 < \eta < 0,2$	Очень слабая	$0,7 \leq \eta < 0,9$	Сильная
$0,2 \leq \eta < 0,3$	Слабая	$0,9 \leq \eta < 1$	Весьма сильная
$0,3 \leq \eta < 0,5$	Умеренная	$\eta = 1$	Функциональная

Задание

По данным аналитической группировки лабораторной работы № 1:

1) определить абсолютные и относительные показатели вариации: размах вариации, среднее линейное отклонение, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, коэффициент осцилляции, линейный коэффициент вариации, коэффициент вариации;

2) рассчитать групповые дисперсии, среднюю из групповых дисперсий, межгрупповую дисперсию;

3) выявить и обосновать взаимосвязь между признаками на основе анализа коэффициента детерминации.

Исходные данные

Исходными данными выступают данные варианта и результаты аналитической группировки интервального ряда лабораторной работы № 1 в соответствии с вариантом.

Форма отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) алгоритм и результаты вычисления индивидуальных заданий;
- 3) анализ полученных результатов.

Контрольные задания

Задание 1

Имеются следующие данные о ценах товара в различных фирмах города: 4,4; 4,3; 4,4; 4,5; 4,3; 4,3; 4,6; 4,2; 4,6; 4,1 ден. ед. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации.

Задание 2

По данным таблицы 4.5 рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации.

Таблица 4.5 – Исходные данные

Количество филиалов организации	2	3	4	5	6
Число банков	1	5	8	4	2

Задание 3

В таблице 4.6 имеются данные по супермаркету о покупках, совершаемых покупателями за определенный период. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Сделать вывод об однородности исследуемой совокупности.

Таблица 4.6 – Исходные данные

Сумма покупки, р.	До 100	100...200	200...300	300...400	400...500	Св. 500
Количество покупок	24	28	40	32	26	19

Задание 4

Определить групповые дисперсии, среднюю из групповых дисперсий, межгрупповую дисперсию, общую дисперсию по данным таблицы 4.7.

Таблица 4.7 – Исходные данные

Первая бригада		Вторая бригада	
Номер работника	Изготовлено деталей за 1 ч, шт.	Номер работника	Изготовлено деталей за 1 ч, шт.
1	13	7	18
2	14	8	19
3	15	9	22
4	17	10	20
5	16	11	24
6	15	12	23

Задание 5

Определить дисперсию альтернативного признака по следующим данным: налоговой инспекцией одного из районов города проверено 200 коммерческих киосков и в 150 обнаружены финансовые нарушения.

Контрольные вопросы

1 Понятие о вариации, необходимость и задачи статистического изучения вариации.

2 Абсолютные и относительные характеристики измерения вариации: размах вариации, среднее линейное отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент осцилляции, коэффициент среднего линейного отклонения, коэффициент вариации.

3 Основные математические свойства дисперсии.

4 Дисперсия альтернативного признака.

5 Виды дисперсий: общая, внутригрупповая (частная), межгрупповая.

6 Правило сложения дисперсий и его значение в изучении связей социально-экономических явлений.

7 Статистические коэффициенты измерения связи: коэффициент детерминации и эмпирический коэффициент корреляционного отношения.

8 На какие группы делятся показатели вариации?

9 В чем заключается правило сложения дисперсий?

5 Лабораторная работа № 5. Расчет числовых характеристик выборки

Цель работы: овладеть навыками расчета числовых характеристик выборки с помощью Excel.

Методические рекомендации

Под выборочным наблюдением понимается такое несплошное наблюдение, при котором статистическому обследованию подвергаются единицы изучаемой совокупности, отобранные случайным способом.

В статистике принято строго различать параметры и свойства генеральной совокупности и ее оценки по выборочным данным. С этой целью принята следующая система обозначений: генеральные параметры обозначаются греческими буквами, выборочные показатели, которые рассматриваются как оценки генеральных параметров, – латинскими (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Параметры генеральной совокупности и выборки

Показатели	Генеральные параметры	Выборочные показатели
Объем (число единиц) совокупности	N	n
Среднее значение признака	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$	$\tilde{x} = \frac{\sum x_i}{n}$
Доля единиц, обладающих изучаемым признаком	$p = M / N$ M – число единиц, обладающих определенным признаком в ГС	$w = m / n$ m – число единиц, обладающих определенным признаком в ВС
Доля единиц, не обладающих изучаемым признаком	q	$1-w$
Дисперсия количественного признака	$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}$	$\sigma_{\tilde{x}}^2 = \frac{\sum (x_i - \tilde{x})^2}{n}$
Дисперсия доли	$\sigma_p^2 = p(1-p)$	$\sigma_w^2 = w(1-w)$

Регламент проведения выборочного наблюдения:

- определение границ генеральной совокупности;
- разработка программы наблюдения и инструкций;
- определение основы для проведения выборки – списка единиц генеральной совокупности, сведений об их размещении и т. д.;
- установление допустимого размера погрешности и определение объема выборки;
- определение вида выборочного наблюдения;
- установление сроков проведения наблюдения;
- определение потребности в кадрах для проведения выборочного наблюдения и их подготовка;
- оценка точности и достоверности данных выборки, определение порядка их распространения на генеральную совокупность.

Основные этапы выборочного наблюдения:

- определение цели, задач и составление программы наблюдения;
- анализ информационных источников, используемых для выделения генеральной совокупности объектов наблюдения (основы выборки);
- формирование генеральной совокупности для проведения выборочного обследования;

– разработка методологии формирования выборочной совокупности, включающей выбор способа отбора, определение необходимого объема выборки, этапов отбора единиц из генеральной совокупности, планирование и проведение пробной выборки;

– формирование выборки;

– сбор данных на основе разработанной программы;

– анализ полученных результатов и расчет основных характеристик выборочной совокупности;

– расчет ошибок выборки и распространение ее результатов на генеральную совокупность.

В теории выборочного наблюдения разработаны различные методы, способы и виды отбора единиц из генеральной совокупности.

Методы отбора, применяемые в выборочном наблюдении: повторный и бесповторный. Так как бесповторный отбор охватывает все новые и новые совокупности, а повторный отбор на всем протяжении одну и ту же совокупность, бесповторный отбор дает более точные результаты, чем повторный.

По способу отбора (способу формирования) выборки единиц из генеральной совокупности распространены следующие виды выборочного наблюдения: простая случайная выборка (собственно-случайная); типическая (стратифицированная); серийная (гнездовая); механическая; комбинированная.

При проведении выборочного наблюдения нельзя даже теоретически получить абсолютно точные данные, как при сплошном обследовании. Обусловлено это тем, что наблюдению подвергается не вся совокупность, а только ее часть, поэтому при проведении выборочного наблюдения неизбежна некоторая свойственная ему погрешность (ошибки). Принято различать среднюю и предельную ошибки выборки.

Средняя ошибка выборки – такое расхождение между средними выборочной и генеральной совокупностями, которое не превышает $\pm\sigma$.

В математической статистике доказывается, что значения средней ошибки выборки определяются по формулам:

– для определения величины средней ошибки выборки для количественного признака

$$\mu_w = \sqrt{\frac{\sigma_{\bar{x}}^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sigma_{\bar{x}}}{\sqrt{n}}}; \quad (5.1)$$

– для определения величины средней ошибки выборки для альтернативного признака

$$\mu_w = \sqrt{\frac{w(1-w)}{n}}. \quad (5.2)$$

Предельной ошибкой выборочного наблюдения Δ называется разность

между величиной средней в генеральной совокупности и ее величиной, вычисленной по результатам выборочного наблюдения.

В теореме известного математика П. Л. Чебышева доказано, что величина предельной ошибки выборки не должна превышать соотношения

$$\Delta \leq t \cdot \mu, \quad (5.3)$$

где величина μ называется средним квадратическим отклонением выборочной средней от генеральной средней;

t – коэффициент доверия, параметр, указывающий на конкретное значение вероятности того, на какую величину генеральная средняя будет отличаться от выборочной средней.

Предельная ошибка выборки для количественного признака

$$\Delta_{\bar{x}} = t\mu_{\bar{x}}. \quad (5.4)$$

Предельная ошибка выборки для альтернативного признака

$$\Delta_w = t\mu_w. \quad (5.5)$$

Методика нахождения необходимой численности выборки при разных способах отбора представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Численность выборки при разных способах отбора

Способ отбора	Оцениваемый параметр	Повторный отбор	Бесповторный отбор
1	2	3	4
Собственно случайный и механический	Средняя	$n = \frac{t^2 \sigma_{\bar{x}}^2}{\Delta_{\bar{x}}^2}$	$n = \frac{t^2 \sigma_{\bar{x}}^2 N}{N \Delta_{\bar{x}}^2 + t^2 \sigma_{\bar{x}}^2}$
	Доля	$n = \frac{t^2 pq}{\Delta_w^2}$	$n = \frac{N t^2 pq}{N \Delta_w^2 + t^2 pq}$
Типический	Средняя	$n = \frac{t^2 \sigma_i^2}{\Delta_{\bar{x}}^2}$	$n = \frac{t^2 \sigma_i^2 N}{N \Delta_{\bar{x}}^2 + t^2 \sigma_i^2}$
	Доля	$n = \frac{t^2 pq}{\Delta_w^2}$	$n = \frac{N t^2 pq}{N \Delta_w^2 + t^2 pq}$
Серийный	Средняя	$s = \frac{t^2 \delta_{\bar{x}}^2}{\Delta_{\bar{x}}^2}$	$s = \frac{S t^2 \delta_{\bar{x}}^2}{(S-1) \Delta_{\bar{x}}^2 + t^2 \delta_{\bar{x}}^2}$
	Доля	$s = \frac{t^2 \delta_w^2}{\Delta_w^2}$	$s = \frac{S t^2 \delta_w^2}{(S-1) \Delta_w^2 + t^2 \delta_w^2}$

На заключительном этапе выборочного обследования решается вопрос о возможности распространения полученных результатов на генеральную совокупность. При этом учитываются два основных обстоятельства:

1) насколько адекватно представлена генеральная совокупность в выборке, т. е. не изменилась ли в результате обследования структура запланированной ее основы, соблюдены ли основные пропорции между типическими группами в выборочной и генеральной совокупностях;

2) какова степень соответствия фактически полученной относительной ошибки выборки запланированному ее уровню.

Фактическое значение относительной ошибки определяется путем сопоставления абсолютной величины предельной ошибки выборки, полученной в результате обследования, со средним уровнем признака, рассчитанным на основе выборки. Если выборка адекватна генеральной совокупности и фактическая относительная ошибка выборки незначительно отличается от запланированного ее уровня, то на основе проведенного обследования можно оценить пределы, в которых находится среднее значение изучаемого признака (или доли) в генеральной совокупности, а также указать его возможное значение для совокупности в целом.

Задание

На основе исходных данных определить:

- 1) средний срок службы станка в выборочной совокупности;
- 2) дисперсию;
- 3) коэффициент вариации;
- 3) с вероятностью 0,997 ($t = 3$) предельную ошибку выборки и возможные пределы среднего срока службы станков по генеральной совокупности;
- 4) с вероятностью 0,954 ($t = 2$) ошибку выборочной доли и границы удельного срока службы станков в генеральной совокупности.

Исходные данные

Для определения срока службы станков было проведено 20-процентное выборочное обследование по методу случайного бесповторного отбора.

Полученные данные внесены в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты выборки 20 % оборудования (цифры условные)

Группы станков по сроку службы, лет	Число станков по вариантам, шт.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До 3	12	24	49	26	70	40	26	52	33	49	45
3...5	24	179	196	92	323	269	218	183	255	405	206
5...7	36	162	147	113	309	150	201	166	189	341	170
7...9	47	122	131	62	140	120	122	131	144	178	116
9...11	59	81	74	36	112	100	70	61	100	162	99
11...13	71	57	57	41	70	80	61	52	78	130	90
13...15	83	32	41	31	98	50	52	79	89	81	54
15...17	95	24	33	26	70	70	61	44	78	130	81
Свыше 17	107	16	25	21	42	60	44	26	67	114	63

Форма отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) алгоритм и результаты вычисления индивидуальных заданий;
- 3) анализ полученных результатов.

Контрольные задания

Задание 1

Из партии в 1 млн шт. мелкокалиберных патронов путем случайного бесповторного отбора взято для определения дальности боя 1000 шт. В таблице 5.4 имеются данные результатов испытаний. С вероятностью 0,954 определить для всей партии патронов: возможные пределы средней дальноточности; долю стандартных изделий, если к стандартной продукции относятся патроны с дальностью боя 30...45 м.

Таблица 5.4 – Исходные данные

Дальность боя, м	25	30	35	40	45	50
Число патронов, шт.	110	175	290	155	120	150

Задание 2

Определить, сколько электроламп из всей партии изделий следует подвергнуть обследованию в порядке случайной бесповторной выборки, чтобы с вероятностью 0,954 предельная ошибка не превышала 3 % среднего веса спирали (средний вес – 42 мг). По данным предыдущих обследований коэффициент вариации среднего срока службы компьютеров составляет 6 %, а вся партия состоит из 1 220 электроламп.

Задание 3

По данным пробного обследования среднее квадратическое отклонение веса нарезных батончиков составило 15,4 г. Установить оптимальный объем выборки из партии нарезных батончиков (2 000 шт.), чтобы с вероятностью 0,997 предельная ошибка выборки не превысила 3 % веса 500-граммового батончика.

Задание 4

В таблице 5.5 имеются данные о результате выборочного обследования незанятого, ищущего работу, населения, осуществленного на основе собственно-случайной повторной выборки.

Таблица 5.5 – Результаты выборочного обследования незанятого населения

Возраст, лет	До 25	25...35	35...45	45...55	55 и более
Численность лиц данного возраста, чел.	15	37	71	45	22

С вероятностью 0,954 определить границы: среднего возраста незанятого населения; доли (удельного веса) лиц моложе 25 лет в общей численности незанятого населения.

Задание 5

Определить, сколько учащихся первых классов школ района необходимо отобрать в порядке собственно-случайной бесповторной выборки, чтобы с вероятностью 0,997 определить границы среднего роста первоклассников с предельной ошибкой 2 см. Известно, что всего в первых классах школ района обучается 1100 учеников, а дисперсия роста по результатам аналогичного обследования в другом районе составила 24.

Задание 6

В целях контроля качества комплектующих из партии изделий, упакованных в 50 ящиков по 20 изделий в каждом, была произведена 10-процентная серийная выборка. По попавшим в выборку ящикам среднее отклонение параметров изделия от нормы соответственно составило 9; 11; 12; 8 и 14 мм. С вероятностью 0,954 определить среднее отклонение параметров по всей партии в целом.

Контрольные вопросы

1 Понятие о выборочном наблюдении. Причины и условия его применения. Теоретические основы выборочного наблюдения.

2 Генеральная и выборочная совокупности и их обобщающие характеристики.

3 Способы отбора единиц из генеральной совокупности: индивидуальный и групповой отбор; повторный и бесповторный отбор.

4 Организационные и методологические особенности случайной, механической, типической (районированной) и серийной выборок.

5 Представительность (репрезентативность) выборки.

6 Ошибки выборочного наблюдения. Определение ошибок выборки для средней и доли при различных способах отбора.

7 Определение необходимой численности выборки. Оценка расхождений выборочных показателей (средних и долей).

8 Способы распространения выборочных данных на генеральную совокупность.

9 Применение выборочного метода в практике статистических исследований.

Список литературы

- 1 **Балдин, К. В.** Общая теория статистики: учебное пособие / К. В. Балдин, А. В. Рукосуев. – 3-е изд., стер. – Москва: Дашков и К, 2020. – 312 с.
- 2 **Бурова, О. А.** Статистика. Сборник задач: учебное пособие / О. А. Бурова. – 2-е изд. – Москва: МИСИ-МГСУ, 2017. – 127 с.
- 3 **Иванов, Ю. Н.** Экономическая статистика: учебник / Под ред. Ю. Н. Иванова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 584 с.
- 4 **Лысенко, С. Н.** Общая теория статистики: учебное пособие / С. Н. Лысенко, И. А. Дмитриева. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2019. – 208 с.
- 5 **Кулаичев, А. П.** Методы и средства комплексного статистического анализа данных: учебное пособие / А. П. Кулаичев. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 484 с.
- 6 **Козлов, А. Ю.** Статистический анализ данных в MS Excel: учебное пособие / А. Ю. Козлов, В. С. Мхитарян, В. Ф. Шишов. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 320 с.
- 7 **Мелкумов, Я. С.** Социально-экономическая статистика: учебное пособие / Я. С. Мелкумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 186 с.
- 8 **Монсик, В. Б.** Вероятность и статистика: учебное пособие / В. Б. Монсик, А. А. Скрынников. – 4-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 384 с.
- 9 **Сапожников, П. Н.** Теория вероятностей, математическая статистика в примерах, задачах и тестах: учебное пособие / П. Н. Сапожников, А. А. Макаров, М. В. Радионова. – Москва: КУРС; ИНФРА-М, 2020. – 496 с.
- 10 Статистика в примерах и задачах: учебное пособие / В. И. Бережной [и др.] – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 288 с.
- 11 Статистика: методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 27.03.05 «Инноватика» / В. А. Ливинская. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2018. – 24 с.
- 12 Статистика: методические указания для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения (в схемах и тестах) / О. Д. Макаревич. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2013. – 36 с.
- 13 Статистика: методические рекомендации к практическим работам для студентов специальности 1-26 02 03 «Маркетинг» / О. Д. Макаревич. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2017. – 39 с.
- 14 Теория статистики: лабораторный практикум / Т. К. Филимонова, Э. Ш. Кремлева, В. В. Андреев, И. К. Будникова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 144 с.
- 15 **Шорохова, И. С.** Статистические методы анализа: учебное пособие / И. С. Шорохова, Н. В. Кисляк, О. С. Мариев. – 2-е изд., стер. – Москва: Флинта, 2017. – 300 с.
- 16 Экономическая статистика. Практикум: учебное пособие / Ю. Н. Иванов [и др.]; под ред. д-ра экон. наук, проф. Ю. Н. Иванова. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 176 с.
- 17 **Яковлев, В. Б.** Практикум по общей теории статистики: учебное пособие / В. Б. Яковлев, О. А. Яковлева. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 382 с.