

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 2



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 2

Ответственный за выпуск И. В. Ивановская

Корректор И. В. Голубцова

Компьютерная верстка Н. П. Полевничая

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 № 6. Статистическое изучение динамики социально-экономических явлений.....	5
2 Лабораторная работа № 7. Сглаживание динамического ряда скользящей средней. Определение сезонности в динамическом ряду.....	11
3 Лабораторная работа № 8. Индексный метод в статистических исследованиях.....	16
4 Лабораторная работа № 9. Статистическое изучение связи социально-экономических явлений.....	24
Список литературы.....	31

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 № 6. Статистическое изучение динамики социально-экономических явлений

Цель работы: изучить построение цепных и базисных параметров изменения рядов динамики; сформировать практические навыки расчета средних параметров, уравнения тренда динамического ряда.

Методические рекомендации

Ряды динамики представляют собой ряды изменяющихся во времени значений статистического показателя, расположенного в хронологическом порядке.

Элементы ряда динамики: показатель времени (t) – это моменты или периоды времени, к которым относятся числовые значения показателей; уровень ряда (y), под которым понимается значение статистического показателя, относящееся к определенному моменту или периоду времени.

Каждый ряд динамики может быть представлен в табличной форме – в виде пар значений t и y и в графической форме – в виде диаграммы.

Классификация временных рядов производится по следующим признакам:

1) в зависимости от способа выражения уровней ряды динамики подразделяются на ряды абсолютных, относительных и средних величин;

2) в зависимости от того, как выражаются уровни ряда на определенные моменты времени (на начало месяца, квартала, года и т. п.) или его величину на определенные интервалы времени (например, за сутки, месяц, год и т. п.), различают соответственно моментные и интервальные ряды динамики;

3) в зависимости от расстояния между уровнями ряды динамики подразделяются на ряды динамики с равноотстоящими уровнями и не равноотстоящими уровнями во времени;

4) в зависимости от наличия основной тенденции изучаемого процесса ряды динамики подразделяются на стационарные и нестационарные.

Требования при составлении ряда динамики:

– периодизация развития – расчленение процесса во времени на однородные этапы, в пределах которых показатель подчиняется одному закону;

– обеспечение сопоставимости уровней – использование единых методик расчета показателей, одинаковых единиц измерения, единого круга объектов наблюдения, единых территориальных границ, единого содержания показателей. Если данные несопоставимы, необходимо добиться их сопоставимости, прибегнув к дополнительным расчетам: смыкание рядов динамики; приведение рядов к одному основанию (применяется к многомерному ряду); пересчет в относительные показатели; корректировка стоимости показателей на индекс инфляции;

– систематизация уровней в хронологическом порядке – в рядах динамики не должно быть пропусков отдельных уровней. Если данных не хватает, то их восполняют условными расчетными значениями уровней.

Обработка рядов динамики осуществляется по этапам:

- определение системы характеристики динамического ряда;
- разложение ряда на отдельные компоненты;
- прогнозирование на основе экстраполяции.

Анализ рядов динамики начинается с определения того, как именно изменяются уровни ряда (увеличиваются, уменьшаются или остаются неизменными) в абсолютном и относительном выражении. Чтобы проследить за направлением и размером изменений уровней во времени, для рядов динамики рассчитывают показатели изменения уровней ряда динамики.

В зависимости от применяемого способа сопоставления показатели динамики могут вычисляться на постоянной и переменной базах сравнения.

Базисные – показатели, при расчете которых каждый уровень сравнивается с одним и тем же уровнем, именуемым базисным.

Цепные – показатели, при расчете которых последующий уровень сравнивается с предыдущим. Методика расчета параметров динамического ряда приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Методика расчета показателей динамического ряда

Наименование показателя	Цепной	Базисный	Интерпретация
Абсолютное изменение	$V_t^Ц = y_t - y_{t-1}$	$\Delta_t^Б = y_t - y_0$	Показывает, насколько данный уровень ряда превышает уровень, взятый за базу сравнения
Темп изменения	$Tr_t^Ц = \frac{y_t}{y_{t-1}}$	$Tr_t^Б = \frac{y_t}{y_0}$	Показывает, во сколько раз изменился текущий уровень относительно базисного уровня
Темп прироста (снижения)	$Tn_t^Ц = Tr_t^Ц - 100$	$Tn_t^Б = Tr_t^Б - 100$	Показывает, на сколько процентов изменился сравниваемый уровень относительно базисного уровня

Абсолютное изменение – измеряется в тех же единицах, что и сам показатель. Характеризует скорость изменения показателя.

Цепные и базисные приросты взаимосвязаны: сумма последовательных цепных приростов равна соответствующему базисному приросту за весь период.

Темп изменения – относительный показатель, характеризующий интенсивность изменения уровня ряда.

Между базисным и цепным темпами роста имеется связь: произведение последовательных цепных темпов роста равно базисному темпу роста последнего периода.

Темп прироста также можно определить как процентное отношение абсолютного прироста к тому уровню, по сравнению с которым рассчитан абсолютный прирост.

Абсолютное значение одного процента прироста (снижения) используется для оценки значения полученного темпа прироста. Он показывает, какое абсолютное значение соответствует одному проценту прироста.

Пункты роста используются в тех случаях, когда сравнение производится с отдалением периода времени, принятого за базу. Они представляют собой разность базисных темпов роста двух смежных периодов.

Пункты роста можно суммировать, в результате получаем базовый темп прироста последнего периода.

Каждый ряд динамики можно рассматривать как некую совокупность n меняющихся во времени показателей, которые можно обобщить в виде средних величин. Методическое обеспечение аналитической функции изучения рядов динамики по средним величинам отражено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Методика расчета средних величин динамического ряда

Вид ряда динамики	Название средней величины	Формула средней величины
Равномерный интервальный	Арифметическая простая	$\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$
Равномерный моментный	Хронологическая простая	$\bar{y} = \frac{\frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_{n-1} + y_n}{2}}{n-1} = \frac{y_1 + y_n + \sum_{i=2}^{n-1} y_i}{n-1}$
Неравномерный интервальный	Арифметическая взвешенная	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$
Неравномерный моментный	Хронологическая взвешенная	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (y_i + y_{i+1}) t_i}{2 \sum_{i=1}^{n-1} t_i}$

Кроме среднего уровня ряда, рассчитываются и другие средние показатели: средний абсолютный прирост; средний темп роста; средний темп прироста.

Задание

Произвести расчет:

– аналитических показателей ряда динамики в формате базисных и цепных исчислений;

– средних показателей ряда динамики.

Построить уравнение тренда динамического ряда и провести статистический анализ значимости его параметров.

Исходные данные

Производство и экспорт отдельных видов промышленной продукции перерабатывающих предприятий АПК представлено в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Исходные данные по вариантам

Вид продукции	Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Мясо и пищевые субпродукты, тыс. т	1	906,8	998,5	947,4	1020,7	1059,4	1102,3
В т. ч. на экспорт	2	149,5	204,9	229,7	280,1	307,8	255,4
Колбасные изделия, тыс. т	3	295,1	316,6	289,8	296,1	291,7	290
В т. ч. на экспорт	4	23,1	26,2	32,5	70,5	69,7	48,3
Масло сливочное, тыс. т	5	116,1	98,6	104,3	112,9	99,2	106,7
Цельномолочная продукция, тыс. т	6	1306	1495	1643	1779	1858	1936
Сыры, тыс. т	7	134,1	146,1	141,9	147,8	134,3	168,4
Маргарин и аналогичные пищевые жиры, тыс. т	8	17	19,5	22,4	17,4	14,6	18,5
В т. ч. на экспорт молока и молочная продукция, тыс. т	9	525,4	604,3	645	862,5	926,4	961,1
Растительные масла, тыс. т	10	127	160,8	181,7	189	257,2	275,7
Шоколад, кондитерские изделия из шоколада и сахара, тыс. т	11	70,8	73,1	71,5	69,2	62,8	61,9
Безалкогольные напитки, млн дал	12	32,2	39	46,1	43,3	47,9	48,2
Напитки алкогольные дистиллированные, млн дал	13	14,7	15,2	18,1	19,6	16,8	14,7
Пиво, млн дал	14	33,7	39,9	47,2	43	42,3	43,3
Говядина и телятина, тыс. р.	15	224,7	246,9	228,4	256,8	262,5	256,9
Свинина, тыс. р.	16	272	296,1	248,5	247,7	270,6	286,8
Мясо птицы, тыс. р.	17	341,2	365	394,7	438,5	445,9	476,5
Уровень самообеспеченности мясом, %	18	128,4	132,6	126	133,1	133,3	135,9
Потребление мяса на душу населения, кг	19	88	91	88	89	91	92

Форма отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) алгоритм и результаты вычисления индивидуальных заданий;
- 3) статистический анализ ряда динамики.

Контрольные задания

Задание 1

По данным таблицы 1.4 определить все возможные показатели динамики, включая средние. Показать взаимосвязь показателей.

Таблица 1.4 – Исходные данные

Год	1	2	3	4	5
Численность работающих на 1 января, тыс. чел.	10,4	10,6	11,0	11,3	11,7

Задание 2

По данным таблицы 1.5 определить все возможные показатели динамики, включая средние. Показать взаимосвязь показателей.

Таблица 1.5 – Исходные данные

Год	1	2	3	4
Прибыль банка, млрд р.	5,08	5,5	5,9	6,15

Задание 3

По данным таблицы 1.6 об объемах производства в стране нефти и газа рассчитать коэффициент опережения.

Таблица 1.6 – Исходные данные

Месяц	Нефть, млн т	Газ, млрд м ³
Октябрь	25,1	52,2
Ноябрь	24,3	53,4
Декабрь	25,0	55,8

Задание 4

Для анализа производства продукции А определить по данным таблицы 1.7:

- аналитические показатели ряда динамики. Полученные показатели представить в виде таблицы;
- среднегодовые абсолютный прирост, темпы роста и прироста производства продукции.

Таблица 1.7 – Исходные данные о выпуске продукции А

Год	Первый	Второй	Третий	Четвертый	Пятый	Шестой	Седьмой
Выпуск продукции, тыс. шт.	95,3	95,4	94,9	94,7	95,1	95,4	95,5

Задание 5

Для анализа динамики ввода в действие жилой площади определить по данным таблицы 1.8:

- аналитические показатели ряда динамики;
- абсолютные приросты, темпы роста, темпы прироста по годам и к первому условному году, абсолютное содержание одного процента прироста. Полученные показатели представить в виде таблицы;
- среднегодовое число построенных квартир;
- среднегодовые абсолютный прирост, темпы роста и прироста числа построенных квартир.

Таблица 1.8 – Ввод в действие жилых домов

Год	1	2	3	4	5	6	7
Число построенных квартир, тыс. шт.	161,5	165,1	172,7	165,7	167,4	159,9	148,7

Задание 6

В таблице 1.9 имеются данные о поквартальной продаже электропылесосов в регионе.

Таблица 1.9 – Исходные данные об объемах продаж в тысячах штук

Год	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
Первый	102	104	100	95
Второй	145	150	152	151
Третий	169	164	169	177
Четвертый	210	216	220	204
Пятый	294	310	395	287

На основе приведенных данных необходимо:

- рассчитать среднеквартальные уровни продажи электропылесосов, определить общий характер тенденции продажи за пять лет;
- рассчитать годовой объем продажи пылесосов за каждый год;
- рассчитать базисные темпы прироста, темпы наращивания, абсолютный среднегодовой прирост пылесосов за пять лет.

Задание 7

В таблице 1.10 имеются данные, характеризующие общий объем продукции промышленности в одном из регионов (в фактически действовавших ценах). Сделать приведение рядов динамики к сопоставимому виду для четвертого года.

Таблица 1.10 – Исходные данные

Показатель	Год						
	Первый	Второй	Третий	Четвертый	Пятый	Шестой	Седьмой
Объем промышленного производства в старых границах региона, млн р.	20,1	20,7	21,0	21,2	–	–	–
Объем промышленного производства в новых границах региона, млн р.	–	–	–	23,8	24,6	25,5	27,2

Контрольные вопросы

1 Понятие о рядах динамики. Виды рядов динамики.

2 Правила построения рядов динамики: сопоставимость данных; периодизация рядов динамики и др.

3 Аналитические показатели ряда динамики: абсолютный прирост; темп роста; темп прироста; абсолютное значение одного процента прироста.

4 Средние показатели ряда динамики: средний абсолютный уровень (способы его расчета по интервальному и моментному рядам динамики); средний абсолютный прирост; средний темп роста и прироста.

2 Лабораторная работа № 7. Сглаживание динамического ряда скользящей средней. Определение сезонности в динамическом ряду

Цель работы: изучить методы укрупнения интервалов, скользящей средней и аналитического выравнивания для выявления тренда в рядах динамики.

Методические рекомендации

Первая задача, которая возникает при анализе рядов динамики, заключается в выявлении и описании основной тенденции развития изучаемого явления (тренда).

Трендом называется плавное и устойчивое изменение уровней явления во времени, свободное от случайных колебаний.

Изучение тренда включает в себя два этапа:

- 1) проверка ряда на наличие тренда;
- 2) выравнивание ряда динамики и непосредственное выделение тренда.

Проверка ряда на наличие тренда проводится следующими методами:

- графический метод – построение кривой: если на рисунке тенденция строго не проявляется, то применяют более сложные методы выявления тренда;
- метод укрупнения интервалов: ряд динамики, состоящий из мелких ин-

тервалов, заменяется рядом, состоящим из более крупных интервалов. При укрупнении интервалов влияние факторов нивелируется, и основная тенденция проявляется более отчетливо. Расчет среднего значения уровня по укрупненному интервалу осуществляется по формуле простой средней арифметической;

– метод скользящих средних: начальные уровни временного ряда заменяются средней арифметической величиной внутри выбранного интервала времени. Полученное значение относится к середине выбранного периода. Затем период сдвигается на одно наблюдение и расчет средней повторяется, причем периоды определения средней берутся все время одинаковыми. Скользящая средняя относится к подвижным динамическим средним, вычисляемым по ряду при последовательном перемещении на один интервал. При этом, как и в предыдущем методе, происходит укрупнение интервалов. Число уровней, по которым укрупняется интервал, называется диапазоном укрупнения, интервалом или периодом сглаживания. Период сглаживания может быть нечетным ($\alpha = 3; 5$ и т. д.) и четным ($\alpha = 2; 4$ и т. д.). При нечетном периоде сглаживания полученное среднее значение уровня закрепляется за серединой расчетного интервала. При четном периоде сглаживания возникает проблема центрирования, для решения которой необходимо осуществить сдвиг сглаженных уровней;

– метод аналитического выравнивания: предусматривает построение количественной модели, выражающей основную тенденцию изменения уровней ряда динамики во времени. Определение теоретических (расчетных) уровней производится на основе так называемой адекватной математической модели, которая наилучшим образом отображает (аппроксимирует) основную тенденцию ряда динамики.

Простейшими моделями, выражающими тенденцию развития, являются (где a_0, a_1 – параметры уравнения; t – время):

– линейная функция (прямая) $\tilde{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t$;

– показательная функция $\hat{y}_t = a_0 \cdot a_1^t$;

– степенная функция (парабола) $\tilde{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2$.

Расчет параметров функции обычно производится методом наименьших квадратов. Выравнивание ряда динамики заключается в замене фактических уровней y_i плавно изменяющимися уровнями \hat{y}_i , наилучшим образом аппроксимирующими статистические данные. Выравнивание по прямой используется в тех случаях, когда абсолютные приросты практически постоянны, т. е. когда уровни изменяются в арифметической прогрессии. Выравнивание по показательной функции используется в тех случаях, когда ряд отражает развитие в геометрической прогрессии, т. е. когда целные коэффициенты роста практически постоянны. Уровни ряда динамики формируются под влиянием различных взаимодействующих факторов, одни из которых определяют тенденцию развития, а другие – колеблемость (вариацию).

Колебания уровней ряда носят различный характер. Наряду с трендом выделяют циклические (долгопериодические), сезонные (обнаруживаемые в рядах, где данные приведены за кварталы или месяцы) и случайные колебания.

Сезонными называют периодические колебания, возникающие под влия-

нием смены времени года и других причин природного или социально-культурного порядка. Они имеют устойчивый характер, повторяются регулярно с интервалом в один год. Для выявления и измерения сезонных колебаний используются различные статистические методы, такие как, например, построение модели сезонной волны и гармонический анализ.

Метод построения сезонной волны заключается в расчете специальных показателей, которые называются индексами сезонности. Индексами сезонности называются процентные отношения фактических (эмпирических) внутригрупповых уровней к теоретическим уровням, рассчитанным по трендовому уравнению, либо к средним уровням. Для каждого месяца определяется средняя величина уровня, затем из них рассчитывается среднемесячный уровень для всего ряда и в заключение определяется процентное отношение средних для каждого месяца к общему среднемесячному уровню ряда.

При использовании способа аналитического выравнивания ход вычислений индексов сезонности следующий:

- по соответствующему полиному вычисляются для каждого месяца (квартала) выровненные уровни на момент времени (t);
- вычисляются отношения фактических месячных (квартальных) данных (y_i) к соответствующим выровненным данным (\bar{y}_i) в процентах
- находятся средние арифметические из процентных отношений, рассчитанных по одноименным периодам:

$$I_i = (I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n) : n, \quad (2.1)$$

где n – число одноименных периодов.

Анализ динамики социально-экономических явлений, выявление и характеристика основной тенденции развития дают основание для прогнозирования.

Прогнозирование – процесс определения возможных в будущем значений экономических показателей на основании уже известных. Процесс прогнозирования предполагает, что закономерность развития, действующая в прошлом (внутри ряда динамики), сохранится и в прогнозируемом будущем, т. е. прогноз основан на экстраполяции. Экстраполяция, проводимая в будущее, называется перспективой, и в прошлое – ретроспективой.

Первоначальные прогнозы, как правило, сводятся к экстраполяции тенденции. При этом могут использоваться разные методы, в зависимости от исходной информации. Можно выделить следующие элементарные методы экстраполяции: на основе среднего абсолютного прироста, среднего темпа роста и экстраполяция на основе применения метода наименьших квадратов и представления развития явлений во времени в виде уравнения тренда, т. е. математической функции уровней ряда (y) от фактора времени (t).

Наиболее распространенным методом прогнозирования является аналитическое выражение тренда. При этом для выхода за границы исследуемого периода достаточно продолжить значения независимой переменной времени (t). При таком подходе к прогнозированию предполагается, что размер уровня, характеризующего явление, формируется под воздействием множества факто-

ров, причем не представляется возможным выделить отдельно их влияние. В связи с этим ход развития связывается не с какими-либо конкретными факторами, а с течением времени. На практике для описания тенденции развития явления широко используются модели кривых роста, представляющие собой различные функции времени $y = f(t)$.

При анализе рядов динамики иногда приходится прибегать к определению некоторых неизвестных уровней внутри данного ряда динамики, т. е. к интерполяции. При интерполяции предполагается, что ни выявленная тенденция, ни ее характер не претерпели существенных изменений в том промежутке времени, уровень (уровни) которого нам неизвестен.

Задание

1 На основании исходных статистических данных:

- сгладить уровни ряда 3-звенной скользящей средней;
- проверить ряд на наличие в нем линейного тренда и рассчитать его параметры с использованием метода наименьших квадратов;
- установить уравнение тренда в Excel;
- рассчитать интервальный прогноз на 2020 г.;
- построить графики ряда динамики, тренда и прогноза.

2 Рассчитать параметры сезонности для условного динамического ряда: вычислить индексы сезонности; изобразить графически сезонную волну; осуществить точечный прогноз параметров на перспективу.

Исходные данные

1 Система количественных и качественных индикаторов развития туристической индустрии в Республике Беларусь приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные по вариантам

Год	Организации туристической деятельности	Въезд в РБ иностранных граждан из стран СНГ, тыс. поездок	Въезд в РБ иностранных граждан из стран вне СНГ, тыс. поездок	Въезд в РБ иностранных граждан, тыс. поездок	Доля иностранных граждан из стран СНГ, %	Доля иностранных граждан из стран вне СНГ, %	Организации агротуризма
Вариант	1	2	3	4	5	6	7
2012 г.	958	3881,9	2245,6	6127,5	63,35	36,65	1775
2013 г.	1085	4100,2	2140,2	6240,4	65,7	34,3	1881
2014 г.	1254	3352,4	1997,6	5350	62,66	37,34	2037
2015 г.	1364	2844,2	1513	4357,2	65,28	34,72	2263
2016 г.	1376	9609,2	1326,2	10935,4	87,87	12,13	2279
2017 г.	1444	9492,9	1567,2	11060,1	85,83	14,17	2319
2018 г.	1482	9570,7	1930,9	11501,6	83,21	16,79	2473
2019 г.	1552	10020,5	2021,7	12042,2	87,12	17,58	2589

2 На основе данных таблицы 2.2 необходимо определить сезонность в динамическом ряду.

Таблица 2.2 – Производство стиральных машин за 16 месяцев

Месяц	Первый год	Второй год	Третий год
1	2	3	4
1	155	157	169
2	163	163	173
3	167	164	178
4	131	128	143
5	158	157	171
6	147	146	157
7	130	127	138
8	145	144	157
9	128	128	138
10	140	139	152
11	159	159	170
12	160	157	173
13	147	143	158
14	150	146	162
15	165	162	175
16	172	168	187

Форма отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) алгоритм и результаты вычисления индивидуальных заданий по предложенным блокам исследования.

Контрольные задания

Задание 1

Для задания 4 лабораторной работы № 6 в рамках анализа производства продукции А определить по данным таблицы 1.7 среднегодовое производство продукции А. Произвести сглаживание уровней по трехлетнему скользящему периоду. Построить график динамики производства продукции на основе фактических и сглаженных уровней.

Задание 2

На основе данных задания 5 лабораторной работы № 6 о числе построенных квартир (таблица 1.8) произвести сглаживание уровней по уравнению

тренда прямой. Построить график динамики ввода в действие жилых домов на основе фактических и сглаженных уровней.

Задание 3

По данным таблицы 1.9 задания 6 лабораторной работы № 6 измерить сезонные колебания продажи пылесосов (выбрав соответствующий метод выравнивания ряда динамики); сезонную волну изобразить графически; сделать прогноз объема продажи пылесосов на шестой год; используя рассчитанные индексы сезонности, сделать прогноз продажи пылесосов по кварталам на шестой год.

Контрольные вопросы

1 Статистические методы выявления основной тенденции в развитии явлений: метод расчета ступенчатых средних по укрупненным интервалам; скользящая средняя; аналитическое сглаживание по уравнениям тренда.

2 Сезонные колебания и статистические методы их измерения.

3 Статистические методы прогнозирования (экстраполяция) на основе показателей ряда динамики.

3 Лабораторная работа № 8. Индексный метод в статистических исследованиях

Цель работы: изучить методику расчета индивидуальных, агрегатных, средних индексов, индексов постоянного и переменного состава; произвести анализ экономических индексов.

Методические рекомендации

В статистике под индексом понимается относительный показатель, который выражает соотношение величин какого-либо явления во времени, в пространстве или дает сравнение фактических данных с любым эталоном (план, прогноз, норматив и т. д.).

В международной практике индексы принято обозначать символами i и I (начальная буква латинского слова index). Буквой i обозначаются индивидуальные (частные) индексы, буквой I – общие индексы. Знак внизу справа означает период: 0 – базисный; 1 – отчетный. Используются определенные символы для обозначения индексируемых показателей:

q – количество (объем) произведенной продукции (или количество проданного товара) данного вида в натуральном выражении;

p – цена единицы продукции или товара;

z – себестоимость единицы продукции;

t – затраты рабочего времени (труда) на производство единицы продукции данного вида, т. е. трудоемкость единицы изделия;

T – общие затраты рабочего времени (труда) на производство продукции данного вида или численность работников предприятия, фирмы и т. д.;

$w = q / T$ – производство продукции данного вида в единицу времени или в расчете на одного рабочего, т. е. уровень производительности труда в стоимостном выражении;

v – выработка продукции в натуральном выражении на одного рабочего или в единицу времени;

$F = zq$ – общие затраты на производство продукции данного вида;

$Q = pq$ – общая стоимость произведенной продукции данного вида или товарооборот.

Все экономические индексы можно классифицировать по соответствующим признакам.

1 По степени охвата явления индексы бывают индивидуальные и сводные.

Индивидуальный индекс – это характеризует динамику уровня изучаемого явления во времени за два сравниваемых периода или выражает соотношение отдельных элементов совокупности (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Методика расчета индивидуальных индексов

Индивидуальный индекс физического объема продукции	Индивидуальный индекс цены	Индивидуальный индекс стоимости продукции
$i_q = \frac{q_1}{q_0}$	$i_p = \frac{p_1}{p_0}$	$i_{pq} = \frac{p_1 q_1}{p_0 q_0}$
q_1, q_0 – количество продажи отдельного товара в текущем и базисном периодах	p_1, p_0 – цена проданного товара в текущем и базисном периодах	$p_1 q_1, p_0 q_0$ – стоимость продукции в текущем и базисном периодах

Индивидуальные индексы служат для характеристики изменения отдельных элементов сложного явления.

Сводные индексы используются для измерения динамики сложного явления, составные части которого непосредственно несоизмеримы.

2 По базе сравнения все индексы можно разделить на следующие группы:

– динамические (базисные и цепные) – отражают изменения явлений во времени;

– индексы выполнения плана;

– территориальные – применяются для межрегиональных сравнений (наиболее часто применяются в международной статистике).

3 По виду весов индексы бывают:

– с постоянными весами (стандартными, отчетного периода, базисного периода);

– с переменными весами.

4 По форме построения различаются индексы агрегатные и средние взвешенные (арифметические и гармонические).

5 По составу явления можно выделить две группы индексов: постоянного состава и переменного состава.

Деление индексов на эти две группы используется для анализа динамики средних показателей.

6 По характеру объема исследования общие индексы подразделяются на индексы количественных (индекс физического объема продукции) и качественных показателей (как цена, себестоимость, урожайность, производительность труда, заработная плата).

7 По периоду исчисления индексы подразделяются на годовые, квартальные, месячные, недельные.

В 1864 г. немецкий ученый Э. Ласпейрес предложил строить агрегатный индекс цен, приняв в качестве весов продукцию базисного периода q_0 :

$$I_p^L = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}. \quad (3.1)$$

В таком виде, т. е. построенный по продукции базисного периода, этот индекс известен как индекс цен Ласпейреса.

В 1874 г. другой немецкий ученый, Г. Пааше, предложил строить агрегатный индекс цен по продукции текущего периода q_1 :

$$I_p^P = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}. \quad (3.2)$$

Такой индекс, т. е. построенный по продукции текущего периода, известен как индекс цен Пааше.

В начале XX в. американский экономист И. Фишер предложил вместо формул индексов цен Ласпейреса и Пааше использовать среднюю геометрическую из них, т. е. корень квадратный из произведения индексов цен Ласпейреса и Пааше:

$$I_p^F = \sqrt{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \cdot \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}} = \sqrt{I_p^L \cdot I_p^P}. \quad (3.3)$$

При выборе формы агрегатного индекса необходимо решить три вопроса: выбрать индексируемую величину; определить состав разнородных элементов, по которым рассчитывается индекс; выбрать показатель – соизмеритель индексируемой величины (ее вес).

Агрегатный индекс – сложный относительный показатель, который характеризует среднее изменение социально-экономического явления, состоящего из несоизмеримых элементов (таблица 3.2).

Средний индекс – это индекс, вычисленный как средняя величина из индивидуальных индексов. Поскольку существует несколько форм (видов) средних величин, то при расчете средних индексов прежде всего возникает вопрос о форме средней и о весах. В статистической практике средние индексы расчи-

тываются преимущественно в форме среднего арифметического и среднего гармонического индексов (таблица 3.3).

Таблица 3.2 – Методика расчета агрегатных индексов

Индекс физического объема продукции	Индекс цен	Индекс стоимости продукции (товарооборота)
$I_q = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0}$	$I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$	$I_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0}$
Во сколько раз изменилась стоимость продукции в результате изменения ее объема, или сколько процентов составил рост (снижение) стоимости продукции из-за изменения ее физического объема	Во сколько раз изменилась стоимость продукции в результате изменения цен, или сколько процентов составил рост (снижение) стоимости продукции из-за изменения цен	Во сколько раз возросла (уменьшилась) стоимость продукции, или сколько процентов составил рост (снижение) стоимости продукции в текущем периоде по сравнению с базисным
$I_q - 100$	$I_p - 100$	$I_{pq} - 100$
На сколько процентов изменилась стоимость продукции в результате изменения ее объема	На сколько процентов изменилась стоимость продукции в результате изменения цен	На сколько процентов возросла (уменьшилась) стоимость продукции в текущем периоде по сравнению с базисным
$\sum p_0 q_1 - \sum p_0 q_0$	$\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1$	$\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_0$
На сколько рублей изменилась стоимость продукции в результате роста (уменьшения) ее объема	На сколько рублей изменилась стоимость продукции в результате роста (уменьшения) цен	На сколько рублей увеличилась (уменьшилась) стоимость продукции в текущем периоде по сравнению с базисным
<p><i>Примечание</i> – Суммы в числителе и знаменателе приведенных формул имеют вполне реальный смысл: $\sum p_0 q_0$ – стоимость продукции базисного периода в базисных ценах; $\sum p_1 q_1$ – стоимость продукции отчетного периода в отчетных ценах; $\sum p_0 q_1$ – стоимость продукции отчетного периода в базисных ценах</p>		

Для характеристики темпов изменений общественных явлений в динамике за несколько периодов времени используются динамические индексы. Эти индексы подразделяются на базисные и цепные. Базисными называют индексы, при исчислении которых данные всех периодов сравниваются с одним периодом, взятым за базу, обычно с начальным периодом. Цепными называют индексы, при исчислении которых данные каждого периода сравниваются с данными предшествующего периодов. В цепных индексах база переменная.

Базисные и цепные индексы могут быть индивидуальными и общими. Индивидуальные базисные и цепные индексы представляют собой разновидность базисных и цепных относительных величин динамики – и способы их расчета поэтому тождественны.

Вычисление общих (базисных и цепных индексов) имеет свои особенно-

сти. Различают общие (базисные и цепные) индексы с постоянными и переменными весами. При вычислении индексов с постоянными весами в качестве весов для всего ряда принимаются соизмерители какого-либо одного периода. При исчислении индексов с переменными весами в качестве весов каждый раз принимаются соизмерители другого периода (например, общие цепные индексы цен с переменными весами).

Таблица 3.3 – Методика расчета средних индексов

Средний арифметический индекс физического объема	Средний арифметический индекс цен	
	Ласпейреса	Пааше
$\bar{I}_q = \frac{\sum i_q p_0 q_0}{\sum p_0 q_0}$	$\bar{I}_p^L = \frac{\sum i_p p_0 q_0}{\sum p_0 q_0}$	$\bar{I}_p^P = \frac{\sum i_p p_1 q_0}{\sum p_1 q_0}$
Средний гармонический индекс объема	Средний гармонический индекс цен	
$\bar{I}_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum \frac{q_1 p_0}{i_q}}$	$\bar{I}_p^L = \frac{\sum q_0 p_1}{\sum \frac{q_0 p_1}{i_p}}$	$\bar{I}_p^P = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \frac{q_1 p_1}{i_p}}$

Если любой качественный индексируемый показатель обозначить через x , а его веса – через f , то динамику среднего показателя можно отразить как за счет изменения обоих факторов (x и f), так и за счет каждого фактора отдельно.

В результате получим три различных индекса: индекс переменного состава; индекс фиксированного состава; индекс структурных сдвигов (таблица 3.4).

Индексы могут быть использованы не только как показатели сравнения состояний изучаемого явления во времени, но и в пространстве, между отдельными территориями.

Индексы, позволяющие сравнивать различные территориальные образования между собой, носят название территориальных индексов. При построении территориальных индексов применяются те же правила, что при сравнении явлений во времени, только в территориальных индексах в качестве весов используются показатели численности населения, доли в общих доходах населения от заработной платы и т. д. Кроме того, при сравнении разных территорий за один период значки «0» и «1» не используются. Использование индексов при анализе различий между территориями обусловлено следующим: индексы позволяют сопоставить территории с разным уровнем социально-экономического развития, с разным уровнем развития производства, с разной структурой потребительского рынка и доходов и т. д.

Таблица 3.4 – Методика расчета индексов

Индекс переменного состава ($I_{П.С} = I_{Ф.С} \cdot I_{С.С}$)	Индекс фиксированного состава	Индекс структурных сдвигов
$I_{nc} = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_0} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} / \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}$	$I_{\phi c} = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_{yсл}} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} / \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1}$	$I_{cc} = \frac{\bar{x}_{yсл}}{\bar{x}_0} = \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} / \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}$
Отражает динамику среднего показателя (для однородной совокупности) за счет изменения индексируемой величины x у отдельных элементов (частей целого) и за счет изменения весов f , по которым взвешиваются отдельные значения x	Отражает динамику среднего показателя лишь за счет изменения индексируемой величины x при фиксировании весов на уровне, как правило, отчетного периода f_1	Отражает динамику среднего показателя лишь за счет изменения весов f при фиксировании индексируемой величины на уровне базисного периода x_0
Характеризует динамику средних величин не только за счет изменения индексируемой величины у отдельных элементов (частей целого), но и за счет изменения удельного веса этих частей в общей совокупности, т. е. изменения состава совокупности	Исключает влияние изменения структуры (состава) совокупности на динамику средних величин, т. е. он характеризует динамику средних величин, рассчитанных для двух периодов по одной и той же фиксированной структуре весов	—
Этот индекс показывает, как изменилась средняя цена определенного вида товара, реализованная по разным ценам на разных рынках, за счет двух факторов: p – изменения цен на отдельных рынках и q – изменения количества (доли) товаров, реализованных на разных рынках	Этот индекс, устраняя влияние структурного фактора на динамику средних цен, определяет среднее изменение цен на данный товар на всех рынках, т. е. по всей совокупности реализованной продукции	Данный индекс характеризует изменение средней цены товара за счет структурного фактора, т. е. изменения долей продукции

Задание

1 Изучить методику расчета индивидуальных, агрегатных, средних индексов, индексов постоянного и переменного состава.

2 Сформировать практические навыки расчета индивидуальных, агрегатных, средних индексов, индексов постоянного и переменного состава.

3 Провести расчет индивидуальных, агрегатных, средних индексов, индексов постоянного и переменного состава.

Исходные данные

Исходные индивидуальные данные выдаются преподавателем студентам персонально.

Форма отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

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

Контрольные задания

Задание 1

По данным таблицы 3.5 определить:

- индивидуальные индексы физического объема продукции, цен и товарооборота по каждому изделию;
- общий индекс товарооборота, агрегатные индексы физического объема и цен;
- абсолютные приросты товарооборота за счет изменения объемов производства, цен, за счет совместного действия обоих факторов.

Показать взаимосвязь показателей.

Таблица 3.5 – Исходные данные

Изделие	Выпуск продукции, кг		Цена единицы продукции р.	
	в базисном году	в отчетном году	в базисном году	в отчетном году
А	22000	28000	2,0	1,8
Б	7000	12000	6,0	5,0
В	2000	5000	20,0	18,0

Задание 2

По данным таблицы 3.6 определить индивидуальные индексы, общие индексы себестоимости и физического объема и сделать выводы по изменению издержек производства за счет изменения количественного и качественного факторов.

Таблица 3.6 – Исходные данные

Изделие	Себестоимость, р.		Выпуск, тыс. шт.	
	в базисном году	в отчетном году	в базисном году	в отчетном году
А	13,2	12,1	5	6
Б	10,4	13,5	7	6
В	10,9	12,4	6	8

Задание 3

По данным таблицы 3.7 определить индивидуальные и общий индексы физического объема продукции.

Таблица 3.7 – Исходные данные

Изделие	Цена единицы в базисном периоде	Выпуск в базисном периоде, шт.	Изменение физического объема продукции в отчетном периоде по сравнению с базисным
А	110	12000	1,10
Б	16	15000	1,15

Задание 4

В таблице 3.8 имеются данные об издержках производства продукции по предприятию. Определить среднее изменение себестоимости в отчетном периоде по сравнению с базисным.

Таблица 3.8 – Исходные данные

Изделие	Общие издержки производства, тыс. р.		Изменение себестоимости единицы продукции в процентах к базисному периоду
	Базисный период	Отчетный период	
А	150,0	174,6	+3
Б	289,0	323,0	-5

Задание 5

В таблице 3.9 имеются данные о производстве однородной продукции на двух предприятиях. Определить изменение средней себестоимости:

- общее;
- за счет изменения себестоимости единицы продукции;
- за счет изменения структуры выпуска продукции.

Показать взаимосвязь системы индексов.

Таблица 3.9 – Исходные данные

Предприятие	Выпуск, шт.		Себестоимость, р.	
	Базисный период	Отчетный период	Базисный период	Отчетный период
1	18	20	5,0	4,5
2	22	30	4,6	3,8

Задание 6

По данным таблицы 3.10 вычислить следующее:

– по всем продуктам двух рынков города: общий индекс товарооборота в текущих ценах; общий индекс цен; общий индекс физического объема товарооборота в сопоставимых ценах. Определить абсолютный прирост товарооборота в отчетном периоде по сравнению с базисным и разложить его по факторам (за счет изменения цен и объема продажи продуктов). Показать взаимосвязь между исчисленными индексами;

– для двух рынков вместе (по продукции А): индекс цен переменного со-

става; индекс цен постоянного состава; индекс влияния изменения структуры продаж продукции А на динамику средней цены.

Таблица 3.10 – Динамика средних цен и объемов продажи продукции на рынках города

Наименование продукции	Продано продукции, т		Цена за тонну, тыс. р.	
	Базисный период	Отчетный период	Базисный период	Отчетный период
Рынок 1				
А	573	623	150	170
Б	273	393	38	42
Рынок 2				
А	673	373	160	190

Объяснить разницу между величинами индексов постоянного и переменного состава. Определить абсолютное изменение средней цены одной единицы и разложить по факторам (за счет непосредственного изменения уровней цены и структуры продажи).

Контрольные вопросы

- 1 Понятие об индексах. Классификация индексов.
- 2 Принципы построения системы взаимосвязанных агрегатных индексов.
- 3 Выбор периода весов при построении взаимосвязанных факторных агрегатных индексов.
- 4 Индексы Пааше, Ласпейреса и Фишера.
- 5 Средние индексы: средние арифметический и гармонический индексы. Ряды индексов с постоянной и переменной базой сравнения, с постоянными и переменными весами.
- 6 Индексный метод измерения динамики среднего уровня: индексы переменного и постоянного состава и структурных сдвигов.
- 7 Методология построения многофакторных индексов.
- 8 Территориальные индексы и принципы их построения.

4 Лабораторная работа № 9. Статистическое изучение связи социально-экономических явлений

Цель работы: овладеть методикой проведения парного и множественного корреляционного анализа.

Методические рекомендации

Совокупность методов оценки корреляционных характеристик и проверка статистических гипотез о них по выборочным данным называется корреляционным

анализом. В корреляционном анализе используют следующие основные приемы:

- построение корреляционного поля (диаграммы рассеяния) для двух экономических показателей или двумерных сечений, если речь идет о большом их количестве;

- определение выборочных коэффициентов корреляции или составление корреляционных матриц;

- проверка статистических гипотез о значимости связи между показателями.

Коэффициент корреляции является мерой линейной зависимости двух величин. Чем больше коэффициент корреляции по модулю, тем сильнее линейная зависимость. Коэффициент корреляции – это безразмерная величина.

Значение коэффициента корреляции лежит между -1 и $+1$. Если наблюдается тенденция возрастания одной величины при росте другой, то говорят о положительной коррелированности величин, если наблюдается тенденция увеличения одной величины при уменьшении другой, то говорят об отрицательной коррелированности величин.

Ориентировочно определить значение коэффициента корреляции можно, анализируя диаграмму рассеяния. Чем теснее расположены точки относительно некоторой прямой (существует линейная тенденция), тем больше по абсолютной величине он стремится к единице, и наоборот, чем более расплывчата диаграмма рассеяния, тем ближе к нулю коэффициент корреляции.

Для различных методов многомерного статистического анализа используется корреляционная матрица, элементами которой являются парные коэффициенты корреляции.

Причинно-следственные отношения – это такая связь явлений и процессов, когда изменение одного из них – причины – ведет к изменению другого – следствия. Статистика разработала множество методов изучения связей.

Связи между явлениями и их признаками классифицируются: по степени тесноты связи различают сильные, умеренные и слабые связи; по направлению выделяют связь прямую и обратную. Прямая – это связь, при которой с увеличением или уменьшением значений факторного признака происходит увеличение или уменьшение значения результативного признака. В случае обратной связи значения результативного признака изменяются под воздействием факторного, но в противоположном направлении по сравнению с изменением факторного признака, то есть обратная – это связь, при которой с увеличением или уменьшением значений одного признака происходит уменьшение или увеличение значений другого признака.

По аналитическому выражению выделяют связи прямолинейные (или просто линейные) и нелинейные. Если статистическая связь между явлениями может быть приблизительно выражена уравнением прямой линии, то ее называют линейной связью вида. Если же связь может быть выражена уравнением какой-либо кривой, то такую связь называют нелинейной или криволинейной, например, параболы, гиперболы и т. д.

Для выявления наличия связи, ее характера и направления в статистике используются методы: приведения параллельных данных; графический; аналитических группировок; корреляции; регрессии.

Корреляционный анализ имеет своей задачей количественное определение тесноты и направления связи между двумя признаками (при парной связи) и между результативным и множеством факторных признаков (при многофакторной связи).

Теснота связи количественно выражается величиной коэффициентов корреляции. В статистике различают следующие варианты зависимостей:

- парная корреляция – связь между двумя признаками, один из которых результативный, а другой факторный;
- частная корреляция – зависимость между результативным и одним факторным признаком при фиксированном значении других факторных признаков;
- множественная корреляция – зависимость результативного признака от нескольких факторных признаков;
- каноническая корреляция – зависимость группы результативного признака от группы факторных признаков.

Переменные Y и X могут быть измерены в разных шкалах, именно это определяет выбор соответствующего коэффициента корреляции.

Регрессия тесно связана с корреляцией и позволяет исследовать аналитическое выражение взаимосвязи между признаками.

Регрессионный анализ заключается в определении аналитического выражения связи, в котором изменение одной величины (называемой зависимой, или результативным признаком) обусловлено влиянием одной или нескольких независимых величин (факторных признаков).

Представим соотношения между типами шкал, в которых могут быть измерены анализируемые переменные соответствующими мерами связи, в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Типы шкал в корреляционном анализе

Типы шкал		Мера связи
Переменная X	Переменная Y	
Интервальная или отношений	Интервальная или отношений	Коэффициент Пирсона r_{yx}
Ранговая, интервальная или отношений	Ранговая, интервальная или отношений	Коэффициент Спирмена ρ
Ранговая	Ранговая	Коэффициент Кендалла τ
Дихотомическая	Дихотомическая	Коэффициент ϕ
Дихотомическая	Ранговая	Рангово-бисериальный
Дихотомическая	Интервальная или отношений	Бисериальный

В статистике выделяют различные виды регрессионных моделей (таблица 4.2). Парная регрессия представляет собой регрессию между двумя переменными.

В качестве примера можно назвать зависимость прибыли предприятия (зависимая переменная) от производительности труда (объясняющая переменная).

Множественная регрессия – регрессия между зависимой переменной y и несколькими причинно обусловленными объясняющими (независимыми, или

предсказываемыми) x_1, x_2, \dots, x_m . Так, имеется множественная регрессия между прибылью предприятия (y) и производительностью труда (x_1), объем основных фондов (x_2), объем оборотных средств (x_3).

Таблица 4.2 – Наиболее часто встречающиеся типы функции

Название	Функция
Линейная	$\tilde{y}_i = a_0 + a_1 x_i$
Параболическая	$\tilde{y}_i = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2$
Гиперболическая	$\tilde{y}_i = a_0 + a_1 \frac{1}{x_i}$
Показательная	$\tilde{y}_i = a_0 a_1^{x_i}$
Степенная	$\tilde{y}_i = a_0 x_i^{a_1}$

Для оценки тесноты связи между альтернативными признаками, принимающими любое число вариантов значений, применяется коэффициент взаимной сопряженности К. Пирсона и А. А. Чупрова. Первичная статистическая информация для исследования этой связи располагается в форме таблицы 4.3.

Таблица 4.3 – Наиболее часто встречающиеся типы функции

Признак	A_1	A_2	A_3	Итого
B_1	m_{11}	m_{12}	m_{13}	Σm_{1j}
B_2	m_{21}	m_{22}	m_{23}	Σm_{2j}
B_3	m_{31}	m_{32}	m_{33}	Σm_{3j}
Итого	Σm_{i1}	Σm_{i2}	Σm_{i3}	n

Примечание – m_{ij} – частоты взаимного сочетания двух атрибутивных признаков; n – число пар наблюдений

Коэффициент линейной корреляции был предложен английским статистиком К. Пирсоном. Его интерпретация такова: отклонение признака-фактора от его среднего значения на величину своего среднего квадратического отклонения в среднем по совокупности приводит к отклонению признака-результата от своего значения на r его среднего квадратического отклонения.

Коэффициент корреляции является отвлеченным показателем, характеризующим тесноту связи между переменными, если эта связь линейная. Одна из формул расчета показателя следующая:

$$r_{yx} = \frac{\overline{yx} - \bar{y}\bar{x}}{\sqrt{y^2 - (\bar{y})^2} \sqrt{x^2 - (\bar{x})^2}} \quad (4.1)$$

Коэффициент корреляции принимает значения на отрезке $[-1;1]$: 0 – связь между x и y отсутствует; $(0...0,3]$ – связь присутствует, но она незначительна;

(0,3...0,5] – умеренная связь; (0,5...0,7] – средняя связь; (0,7...0,99] – тесная связь; 1 – связь между x и y функциональная.

Следующий коэффициент – коэффициент детерминации, равный квадрату коэффициента корреляции r^2 , выраженный в процентах и показывающий, какой процент вариации результата признака объясняется вариацией факторного признака. Важнейшим показателем интенсивности связи в многофакторной системе является множественный коэффициент детерминации, обозначаемый заглавной латинской буквой R^2 . Значение коэффициента детерминации изменяется от 0 до 1 и никак не указывает на направление связи.

Задание

- 1 Изучить теоретический материал по теме «Метод наименьших квадратов для построения парной регрессионной модели».
- 2 Получить у преподавателя выборочные данные согласно варианту.
- 3 Составить отчет.

Исходные данные

Исходные индивидуальные данные выдаются преподавателем студентам персонально.

Форма отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- постановку задачи;
- методику вычисления парного коэффициента линейной корреляции и эмпирического корреляционного отношения, проверку их значимости;
- проверку гипотезы о линейной связи;
- методику вычисления матрицы парных коэффициентов корреляции, проверку их значимости;
- методику вычисления частных коэффициентов корреляции;
- проверку полученных результатов в пакете EXCEL.

Контрольные задания

Задание 1

Имеется следующая информация по десяти однотипным торговым предприятиям о возрасте типового оборудования (в годах) и затратах на его ремонт (в тысячах рублей). Среднее значение возраста типового оборудования составило 7 лет, среднеквадратическое отклонение равно 2,43. Среднее значение затрат на ремонт составило 2,7 тыс. р., среднеквадратическое отклонение равно 1,3. Среднее произведение значений признаков равно 21,71. Оценить тесноту связи показателей, построить адекватную регрессионную модель.

Задание 2

По приведенным данным в таблице 4.4 определить тесноту связи между объемом продаж и ценой товара Y , используя коэффициент корреляции рангов Спирмена.

Таблица 4.4 – Исходные данные

Торговое предприятие	Объем продаж, тыс. шт.	Цена, р.
1	18,3	16
2	35,5	14
3	32,1	14,
4	25,7	16,5
5	28,3	15

Задание 3

Исследовать зависимость между оценкой уровня жизни респондентов Москвы и формой собственности предприятия, на котором они работают. Данные опроса приведены в таблице 4.5. Необходимо определить коэффициент взаимной сопряженности Пирсона и Чупрова и зависимость между признаками.

Таблица 4.5 – Исходные данные

Форма собственности предприятия	Оценка уровня жизни респондентов				Итого
	вполне удовлетворен	скорее удовлетворен	скорее не удовлетворен	совсем не удовлетворен	
Государственная	31	35	35	35	136
Муниципальная	17	13	14	9	53
Смешанная	4	2	1	1	8
Частная	8	5	4	3	20
Итого	60	55	54	48	217

Задание 4

По данным задания 4 методом аналитической группировки установить наличие и характер связи между численностью промышленно-производственного персонала и выпуском продукции на одно предприятие. Измерить тесноту корреляционной связи между численностью промышленно-производственного персонала и выпуском продукции эмпирическим корреляционным отношением.

Задание 5

В таблице 4.6 имеются выборочные данные (выборка 10-процентная, механическая) по предприятиям одной из отраслей промышленности. По исходным данным:

– построить статистический ряд распределения предприятий по выпуску продукции, образовав пять групп с равными интервалами. Построить графики

ряда распределения;

– рассчитать характеристики ряда распределения предприятий по выпуску продукции: среднюю арифметическую, среднее квадратическое отклонение, дисперсию, коэффициент вариации. Сделать выводы;

– с вероятностью 0,954 определить ошибку выборки среднего выпуска на одно предприятие и границы, в которых будет находиться средний выпуск продукции отрасли в генеральной совокупности.

Таблица 4.6 – Исходные данные

Номер предприятия	Численность промышленно-производственного персонала, чел.	Выпуск продукции, млн р.	Номер предприятия	Численность промышленно-производственного персонала, чел.	Выпуск продукции, млн р.
1	420	99,0	12	600	147,0
2	170	27,0	13	430	101,0
3	340	53,0	14	280	54,0
4	230	57,0	15	210	44,0
5	560	115,0	16	520	94,0
6	290	62,0	17	700	178,0
7	410	86,0	18	420	95,0
8	100	19,0	19	380	88,0
9	550	120,0	20	570	135,0
10	340	83,0	21	400	90,0
11	260	55,0	22	400	71,0

Задание 6

По данным таблицы 4.7 проанализировать методом приведения параллельных данных зависимость успеваемости (балл в сессию) студентов группы в зимнюю сессию учебного года по предмету «Статистика» от пропущенных ими занятий в первом семестре.

Таблица 4.7 – Исходные данные

Номер студента	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл в сессию	5	3	4	4	3	2	5	4	5	3
Количество пропущенных семинаров, раз	1	8	3	5	8	10	2	4	2	6

Контрольные вопросы

1 Виды и формы взаимосвязей, изучаемых в статистике.

2 Статистические методы изучения связей: метод сравнения параллельных рядов, метод аналитических группировок, графический метод, балансовые связи, дисперсионный и корреляционно-регрессионный анализ, индексный метод.

- 3 Применение теории корреляции в анализе взаимосвязей варьирующих признаков.
- 4 Линейная корреляция.
- 5 Аналитическая форма связи, уравнение связи. Нахождение параметров уравнения.
- 6 Понятие о криволинейной зависимости (уравнения гиперболы, параболы второго порядка, степенная зависимость и др.).
- 7 Статистические характеристики измерения тесноты связи: коэффициент корреляции, индекс корреляции.
- 8 Понятие о множественной корреляции.

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, О. Б. Бигдай, О. В. Бережная, О. А. Киселева. – 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 : Белорус.-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.