

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет
Кафедра «Экономика и логистика»

**Электронный учебно-методический комплекс
по учебной дисциплине**

«СТАТИСТИКА»

для специальностей:

6-05-1042-01 «Транспортная логистика»

**профилизация «Транспортно-логистические системы и управление
цепями поставок»**

6-05-0718-01 «Инженерная экономика» профилизация «Транспорт»

Составители: В.В. Павлова, к.э.н., доцент кафедры «Экономика и логистика»
Ю.А. Копко, старший преподаватель кафедры «Экономика и логистика»

Минск БНТУ 2024

Содержание

- 1. Теоретический раздел**
- 2. Практическая часть**
- 3. Лабораторные работы**
- 4. Контроль знаний**
- 5. Учебная программа**

Теоретический раздел

СТАТИСТИКА

КУРС ЛЕКЦИЙ

**Составитель:
Копко Ю.А.**

МИНСК 2024

Лекция 1. Введение в теорию статистики.....	6
1. Статистика как наука.....	6
2. Предмет и задачи статистики.....	7
3. Методология статистики.....	8
4. Основные категории статистики.....	9
Контрольные вопросы.....	11
Лекция 2. Теория статистического наблюдения.....	12
1. Статистическое наблюдение и его задачи.....	12
2. Программа статистического наблюдения.....	13
3. Классификация статистического наблюдения.....	16
4. Ошибки и контроль статистического наблюдения.....	20
Контрольные вопросы.....	21
Лекция 3. Сводка и группировка статистических данных.....	22
1. Задачи сводки и ее содержание.....	22
2. Метод группировки и его место в системе статистических методов. Виды статистических группировок.....	24
3. Методология статистических группировок.....	25
4. Ряды распределения.....	29
Контрольные вопросы.....	31
Лекция 4. Способы представления статистических данных.....	32
1. Понятие и основные элементы статистической таблицы.....	32
2. Классификация статистических таблиц.....	33
3. Основные правила оформления таблиц.....	34
4. Графическое изображение статистических данных.....	34
Контрольные вопросы.....	38
Лекция 5. Статистические величины.....	39
1. Абсолютные статистические величины.....	39
2. Относительные статистические величины.....	40
3. Средние величины.....	43
4. Показатели вариации и способы их расчета.....	47
Контрольные вопросы.....	51

Лекция 6. Выборочное наблюдение.....	53
1. Теоретические основы выборочного наблюдения.....	53
2. Ошибки выборочного наблюдения.....	55
3. Определение объема выборки.....	57
Контрольные вопросы.....	58
Лекция 7. Статистическое изучение взаимосвязей.....	59
1. Понятие корреляционной зависимости.....	59
2. Методы изучения стохастических связей.....	60
3. Многофакторный корреляционный и регрессионный анализ в экономико-статистических исследованиях.....	63
Контрольные вопросы.....	65
Лекция 8. Динамические ряды.....	66
1. Понятие и виды рядов динамики.....	66
2. Показатели изменения уровней ряда динамики.....	67
3. Способы обработки рядов динамики.....	71
4. Анализ сезонных колебаний.....	73
5. Прогнозирование в рядах динамики.....	74
Контрольные вопросы.....	76
Лекция 9. Экономические индексы.....	77
1. Понятие экономических индексов.....	77
2. Агрегатная форма сводных индексов.....	79
3. Средние формы сводных индексов.....	80
4. Основные сводные индексы.....	83
5. Взаимосвязь индексов.....	85

Лекция 1

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ СТАТИСТИКИ

1. *Статистика как наука.*
2. *Предмет и задачи статистики.*
3. *Методология статистики.*
4. *Основные категории статистики.*

1. Статистика как наука

Слово *статистика* происходит от латинского слова *status*, что в Средние века означало «политическое состояние вещей». В науку этот термин был введен немецким ученым Готфридом Ахенвалем (1719–1772), и означал он тогда «государствоведение».

Прежде чем стать наукой в ее современном понимании, статистика прошла многовековую историю, что обусловило три направления ее развития.

Основателем первого направления являлся профессор Г. Ахенваль, который с 1746 г. начал читать в Марбургском университете новую учебную дисциплину, назвав ее статистикой. Основным содержанием этого курса было описание политического состояния государства. Это направление развития статистики получило название *описательного*.

Создателем *экономической статистики* по праву считается В. Петти – представитель английской школы политических арифметиков. Политические арифметики путем обобщения и анализа фактов стремились цифрами охарактеризовать состояние и развитие общества, показать закономерности развития общественных явлений. Именно эта школа явилась истоком возникновения современной статистики как науки [2].

В первой половине XIX в. возникло третье направление статистической науки – *статистико-математическое*. Его представителями являлись А. Кетле, Ф. Гальтон, В. Стьюдент, Р. Фишер и др. Они считали основой статистики теорию вероятностей – одну из отраслей прикладной математики [3].

Развитие статистической науки, расширение сферы применения практических статистических исследований привели к изменению содержания самого понятия «статистика».

В настоящее время термин «статистика» употребляется в трех значениях:

- отрасль практической деятельности по сбору, обработке, анализу и публикации массовых цифровых данных о самых различных явлениях и процессах общественной жизни;
- цифровые сведения, фактические данные, представляемые в отчетности предприятий, организаций, отраслей экономики, а также публикуемые в сборниках, периодической печати, которые являются результатом статистической работы;
- отрасль общественных наук, специальная научная дисциплина, изучаемая в учебных заведениях.

Статистическая деятельность на профессиональном уровне реализуется в рамках *государственной статистики* (ее осуществляет Федеральная служба государственной статистики (ФСГС) и система ее учреждений, организованных по административно-территориальному признаку) и *ведомственной статистики* (на предприятиях, в ведомствах, министерствах и т. д.). Информация ФСГС публикуется в специальных печатных изданиях, а также в сети Интернет по адресу: www.gks.ru (или www.fsgs.ru).

2. Предмет и задачи статистики

Статистика – это наука, изучающая количественную сторону массовых явлений и процессов в неразрывной связи с их качественной стороной или содержанием, а также исследующая количественное выражение закономерностей общественного развития в конкретных условиях места и времени.

Отраслевая структура статистики как науки состоит из следующих блоков: теория статистики, экономическая статистика, статистика отрасли.

Общий статистический инструментарий, позволяющий не только собрать статистические данные, но и обработать их, дать интерпретацию полученных результатов, разрабатывается *теорией статистики*.

Предметом исследования *экономической статистики* являются количественные закономерности происходящих в экономике явлений и процессов, выявление основных пропорций и тенденций экономического развития. Экономическая статистика изучает как сам

процесс воспроизводства материальных благ и услуг, так и его результаты, а также их воздействие на уровень жизни. Различают *макроэкономическую статистику*, объектом исследования которой является экономика в целом как совокупность видов экономической деятельности, и *микроэкономическую статистику*, изучающую группу предприятий, отдельное предприятие или производство.

В статистической науке выделяется также и отраслевой уровень. К *отраслевой статистике* относятся статистика промышленности, сельского хозяйства, капитального строительства, транспорта и связи, торговли [1].

3. Методология статистики

Для изучения предмета статистики разработаны и применяются специфические приемы, совокупность которых образует методологию статистики. Общей основой разработки и применения статистической методологии является дидактический метод познания, согласно которому общественные явления и процессы рассматриваются в развитии, взаимной связи и причинной обусловленности.

Статистическая методология – это система приемов, способов и методов, направленных на изучение количественных закономерностей (повторяемость и порядок изменений в явлениях), проявляющихся в структуре, динамике и взаимосвязи социально-экономических явлений.

Статистические методы используются комплексно (системно). Это обусловлено сложностью процесса экономико-статистического исследования, состоящего из четырех основных стадий:

- 1) сбор первичной статистической информации;
- 2) предварительная обработка первичной информации;
- 3) анализ и интерпретация статистической информации;
- 4) моделирование и прогнозирование.

На *первой стадии* статистического исследования осуществляется сбор первичного статистического материала, проверяются его достоверность и полнота. С этой целью применяются методы сплошного и несплошного статистического наблюдения.

На *второй стадии* производится предварительная обработка данных, подсчет групповых и общих итогов, расчет некоторых относительных показателей. Основным методом, используемый на данном эта-

ле, – метод статистических группировок. В результате его реализации осуществляется переход от больших массивов статистических данных к компактным и удобным для анализа статистическим группировкам.

На *третьей стадии* проводится анализ статистической информации на основе расчета обобщающих статистических показателей: абсолютных, относительных и средних величин, вариации, структуры, взаимосвязи и динамики.

В процессе реализации *четвертого этапа* осуществляется моделирование взаимосвязей между социально-экономическими процессами и явлениями, строятся модели, отражающие основные тенденции динамики изучаемых показателей [2].

При изучении статистической информации широко применяются табличный и графический методы.

4. Основные категории статистики

Статистика оперирует определенными *категориями*, т. е. понятиями, отражающими существенные, всеобщие свойства и основные отношения явлений действительности.

Объект конкретного статистического исследования называют статистической совокупностью.

Статистическая совокупность – это множество единиц (элементов), объединенных единой закономерностью и варьирующих в пределах общего качества (например, совокупность жителей России по состоянию на 1 января отчетного года или студентов 2-го курса Российского государственного профессионально-педагогического университета на ту же дату).

Индивидуальный составной элемент статистической совокупности, являющийся носителем изучаемых признаков, называется *единицей статистической совокупности* (отдельно взятый житель России или отдельно взятый студент).

Единицы статистической совокупности характеризуются общими свойствами, именуемыми признаками.

Признак – общее свойство, характерная черта или иная особенность единиц совокупности, которая может быть наблюдаема или измерена. Например, единица статистической совокупности «предприятие» имеет следующие признаки: объем произведенной продукции, издержки производства и т. д.

Все разнообразие признаков можно представить следующими группами:

1. По форме внешнего выражения:

- *атрибутивные (качественные, описательные) признаки* не имеют числового выражения и представляют собой смысловые понятия (например, профессия, форма собственности и т. д.);

- *количественные признаки* имеют числовое выражение, их можно выразить итоговым значением единиц в совокупности (объем добываемого сырья, количество выплавленной стали, курс доллара, вес и возраст человека и др.).

2. По характеру изменения величины:

- *дискретные признаки* всегда принимают определенное значение и обычно выражаются в виде целых чисел (например, стоимость основных производственных фондов на определенную дату, число полных лет и т. д.);

- *непрерывные признаки* могут принимать любые значения, как целые, так и дробные (например, возраст, вес, размер заработной платы).

3. По причинности:

- *факторные признаки* оказывают влияние на изменение результативных признаков;

- *результативные признаки* изменяются под воздействием факторных признаков.

В статистических совокупностях при переходе от одной единицы совокупности к другой возникают количественные изменения значений признака. Такие количественные изменения признака называются вариацией.

Вариация – различия в значениях того или иного признака у отдельных единиц совокупности. Она возникает в результате того, что индивидуальные значения признака складываются под совокупным влиянием разнообразных факторов. Наличие вариации является основной предпосылкой статистического исследования.

Статистическая совокупность состоит из массы отдельных единиц, разрозненных фактов. Задача статистики – установить общие свойства единиц совокупности, изучив имеющиеся взаимосвязи и закономерности развития. Достигается это с помощью расчета обобщающих статистических показателей и их анализа.

Статистический показатель – количественная обобщающая характеристика социально-экономических явлений и процессов в условиях качественной определенности.

В отличие от признака статистический показатель получается расчетным путем. Это может быть простой подсчет единиц совокупности, суммирование значений признака, сравнение двух или нескольких величин или более сложные расчеты.

Все статистические показатели по охвату единиц совокупности разделяются на *индивидуальные* и *сводные*, а по форме выражения – на *абсолютные*, *относительные* и *средние*.

Индивидуальные показатели характеризуют отдельный объект или отдельную единицу совокупности – предприятие, семью и т. п. Сводные показатели характеризуют группу единиц, представляющую собой часть статистической совокупности или всю совокупность в целом.

Каждый статистический показатель принимает в конкретных условиях места и времени то или иное значение, называемое *величиной показателя*. Статистический показатель имеет три обязательных атрибута: *количественный определитель*, *место* и *время*.

Изучаемые статистикой процессы и явления достаточно сложны, и их сущность не может быть отражена посредством одного отдельно взятого показателя. В таких случаях используется система статистических показателей.

Система статистических показателей – это совокупность взаимосвязанных показателей, объективно отражающая существующие между явлениями взаимосвязи и имеющая одноуровневую или многоуровневую структуру.

Контрольные вопросы

1. Что означает термин «статистика» в настоящее время?
2. Какие направления статистики вам известны?
3. В чем состоит особенность экономической статистики?
4. Что является объектом статистики как науки?
5. Что представляет собой предмет статистики?
6. Что такое метод статистики и какие основные методы вам известны?
7. Что представляет собой статистический показатель?

Лекция 2

ТЕОРИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

1. *Статистическое наблюдение и его задачи.*
2. *Программа статистического наблюдения.*
3. *Классификация статистического наблюдения.*
4. *Ошибки и контроль статистического наблюдения.*

1. Статистическое наблюдение и его задачи

Статистическое изучение явлений общественной жизни начинается с этапа статистического наблюдения, в ходе которого в соответствии с познавательными целями и задачами формируется массив исходных данных об изучаемом объекте, т. е. информационная база исследования.

Статистические данные (информация) – это совокупность количественных характеристик социально-экономических явлений и процессов, полученных в результате статистического наблюдения, на основе которых осуществляются учет и контроль, планирование, статистический анализ и управление.

Сбор статистических данных осуществляется посредством статистического наблюдения.

Статистическое наблюдение – это массовое планомерное научно организованное наблюдение за явлениями социальной и экономической жизни, заключающееся в регистрации признаков, отобранных у каждой единицы совокупности. Примером статистического наблюдения является перепись населения, опросы общественного мнения, инвентаризация, ведение реестров и т. д.

Главная задача проведения статистического наблюдения – своевременное получение достоверных данных, отражающих реальное состояние, закономерности и тенденции развития изучаемых явлений и процессов.

Статистическое наблюдение направлено на охват большого числа социально-экономических явлений и процессов, с тем чтобы тенденции и закономерности их изменения проявились достаточно полно и достоверно. Это определяется тем, что статистическое наблюдение всегда является массовым, определяющимся множеством разнообразных условий и фактов.

Статистическое наблюдение может проводиться органами государственной статистики, научно-исследовательскими институтами, экономическими и аналитическими службами различных организационных структур [3].

Процесс проведения статистического наблюдения включает следующие этапы:

1. *Программно-методологическая подготовка проведения наблюдения.* Включает следующие виды работ: определение цели и объекта наблюдения; выявление состава признаков, подлежащих регистрации; разработка документов для сбора данных; выбор отчетной единицы и единицы, относительно которой будет проводиться наблюдение; определение методов и средств получения данных.

2. *Организационная подготовка проведения наблюдения.* Включает следующие виды работ: подбор и подготовка кадров для проведения наблюдения; составление календарного плана работ по подготовке, проведению и обработке материалов статистического наблюдения; подготовка технической документации и оборудования для проведения наблюдения.

3. *Выбор формы, способа и вида статистического наблюдения.*

4. *Проведение статистического наблюдения, сбор данных наблюдения, накапливание статистической информации.*

5. *Синтаксический, логический и арифметический контроль данных статистического наблюдения, основывающийся на знании документооборота, логических и арифметических взаимосвязей между показателями, их количественных и качественных характеристик.*

6. *Выработка выводов и предложений по проведению статистического наблюдения.* Включает анализ точности и достоверности полученных данных и причин возникновения ошибок наблюдения.

Научная организация проведения статистического наблюдения обеспечивает достоверность и высокое качество конечных результатов статистического исследования в целом.

2. Программа статистического наблюдения

Статистическое наблюдение проводят по строго определенному плану, включающему программно-методологические и организационные вопросы.

Исходным этапом организации и проведения статистического наблюдения является формулировка целей и задач.

Цель наблюдения – получение достоверной информации о состоянии и закономерностях развития реальных социально-экономических явлений и процессов.

Задачи статистического наблюдения определяют его программу и организационные формы проведения.

В соответствии с целями и задачами определяются объект и единица статистического наблюдения.

Объект статистического наблюдения – статистическая совокупность, в которой протекают исследуемые социально-экономические явления и процессы, подвергаемая статистическому наблюдению (например, совокупность *физических лиц* – население отдельного региона; лица, занятые на предприятиях отрасли; *физических единиц* – станки, машины, дома; *юридических лиц* – предприятия, банки, учебные заведения).

При определении объекта наблюдения всегда необходимо устанавливать границы изучаемой совокупности (например, при обследовании рентабельности промышленных предприятий нужно отграничивать отрасль промышленности, выделять предприятия по организационно-правовой форме).

Наряду с определением объекта статистического наблюдения определяют единицу изучаемой совокупности, а также единицу наблюдения.

Единица статистического наблюдения – составной элемент объекта, являющийся носителем признаков, подлежащих регистрации (например, при переписи населения единицей наблюдения может быть человек, а может быть и семья).

Единица статистического наблюдения, от которой поступают отчетные данные по утвержденным для нее формам, называется *отчетной единицей*.

Единица статистической совокупности – отдельно взятый первичный составной элемент статистической совокупности, который служит основой счета и обладает признаками, подлежащими регистрации при проведении статистического наблюдения.

Единицы совокупности и единицы наблюдения могут совпадать.

Важной задачей организации статистического наблюдения является отбор наиболее существенных и информативных признаков для характеристики изучаемых объектов и регистрация их в процессе на-

блюдения. Исходя из содержания объекта, цели и конкретных задач статистического исследования, для определения состава регистрируемых признаков разрабатывают программу наблюдения.

Программа наблюдения – это перечень признаков (или вопросов), подлежащих регистрации в процессе наблюдения.

Программа наблюдения содержит перечень наиболее значимых в практическом и теоретическом аспектах вопросов, на которые должны быть получены ответы от каждой единицы наблюдения.

Для проведения статистического наблюдения разрабатывается инструментарий наблюдения, который включает в себя формуляр и инструкцию.

Статистический формуляр – это документ единого образца, в котором регистрируются ответы на вопросы программы наблюдения (например, отчет, карточка, переписной лист, анкета, опросный бланк и т. д.). Формуляр представляет собой разграфленный лист бумаги, на котором указан перечень вопросов программы и оставлены свободные места для записи ответов на них.

Важным моментом проведения статистического наблюдения является определение места, времени, периода.

Место статистического наблюдения – это место, где производится регистрация наблюдаемых фактов и заполнение статистических формуляров.

Время наблюдения – это время, по состоянию на которое или за которое регистрируются сведения в процессе статистического наблюдения. Выбор времени наблюдения зависит от характера, особенностей, специфики изучаемого объекта и показателей, его характеризующих. В связи с этим сведения могут регистрироваться по состоянию на определенную дату или за определенный промежуток времени (месяц, квартал, год и т. д.).

Вопрос о времени проведения статистического наблюдения включает определение срока (периода) наблюдения, а иногда и момента времени, по состоянию на который должны учитываться единицы наблюдения и признаки, их характеризующие, т. е. установление критического момента времени.

Критический момент времени – это момент времени, по состоянию на который производится регистрация собираемых сведений в процессе статистического наблюдения. В качестве критического мо-

мента времени обычно выбирают 24 часа, т. е. момент перехода с одних суток на другие.

Подготовительный этап организации статистического наблюдения включает подготовку и размножение бланков, инструкций и другой документации и рассылку их на места.

3. Классификация статистического наблюдения

Статистическое наблюдение классифицируется по различным признакам: организационным формам, видам и способам проведения.

Организационные формы статистического наблюдения

Отечественная и зарубежная практика использует три основные организационные формы статистического наблюдения: отчетность, специально организованное наблюдение, регистр.

Отчетность – организационная форма статистического наблюдения, при которой в установленные сроки и в установленном порядке в соответствующие статистические органы поступают сведения о деятельности подотчетных предприятий, организаций и т. д. в виде официального документа – *статистического отчета*. Она основана на первичном учете, носит обязательный характер и представляется в определенные сроки. Лица, представляющие статистическую отчетность, несут ответственность за достоверность этой информации.

Отчетность является основной формой статистического наблюдения и одним из основных источников сведений о социально-экономическом развитии страны.

Специально организованное статистическое наблюдение – это наблюдение, которое проводится с конкретной целью, обычно на определенную дату для получения данных, собираемых посредством отчетности или для проверки и уточнения данных отчетности. Примером может служить перепись населения, материальных ресурсов, оборудования, незавершенного строительства. В США проводится перепись отраслей национального хозяйства [3].

Регистр – форма непрерывного статистического наблюдения за долговременными процессами, имеющими фиксированное начало, стадию развития и фиксированный конец, например регистры населения (в отделах ЗАГС), Единый государственный регистр предприятий и организаций всех форм собственности и др.

Виды статистического наблюдения

В зависимости от временного фактора – частоты регистрации сведений – наблюдение бывает текущим и прерывным.

Под *текущим наблюдением* понимают такой вид наблюдения, при котором изменения в изучаемых явлениях фиксируются по мере их наступления (рождение, брак, смерть).

При *прерывном наблюдении* сведения о количественных характеристиках какого-либо явления или процесса подаются в момент его исследования (например, инвентаризация, переоценка основных производственных фондов).

Прерывное статистическое наблюдение бывает периодическим и единовременным.

Периодическим называется прерывное статистическое наблюдение, которое проводится регулярно, через определенные равные промежутки времени (перепись производственного оборудования, остатков товарно-материальных ценностей и т.д).

Единовременное наблюдение – это наблюдение, которое проводится по мере необходимости, время от времени, без соблюдения строгой периодичности или вообще проводится один раз и больше никогда не повторяется.

В зависимости от полноты охвата наблюдением единиц изучаемого объекта статистическое наблюдение может быть сплошным и несплошным.

Сплошное наблюдение предполагает получение информации обо всех единицах совокупности без исключения. Примером может служить перепись населения, годовая отчетность предприятий и т. д.

При *несплошном наблюдении* обследованию подвергается часть единиц совокупности. В качестве примера можно рассматривать обследование бюджетов населения страны.

В зависимости от задач проводимого исследования и характера изучаемого объекта несплошное наблюдение подразделяется на выборочное, основного массива и монографическое.

При *выборочном наблюдении* производится случайный отбор единиц совокупности.

При *наблюдении основного массива* обследованию подвергаются самые существенные, обычно наиболее крупные, единицы изучаемой совокупности, которые имеют наибольший удельный вес.

При *монографическом наблюдении* обследованию подвергаются отдельные единицы совокупности, обычно представители каких-либо новых типов явлений. Их изучение ведется с высокой степенью детализации, которой нельзя достигнуть при сплошном или выборочном обследовании (изучение одного завода или бюджета семьи).

Способы статистического наблюдения

Сведения, собираемые в ходе статистического наблюдения, могут быть получены следующими способами:

- непосредственно – работниками, проводящими наблюдение, на месте регистрации фактов;
- документально – на основе соответствующих документов;
- в результате опроса – путем регистрации показаний опрашиваемых.

Непосредственным называется наблюдение, при котором сами регистраторы в результате осмотра, непосредственного замера, измерения, взвешивания или подсчета признака изучаемого явления устанавливают факт и регистрируют его в формуляре статистического наблюдения.

Документальным называется статистическое наблюдение, при котором запись ответов на вопросы формуляра наблюдения производится на основании соответствующих документов.

Опросом называется наблюдение, при котором ответы на вопросы формуляра наблюдения записываются со слов опрашиваемого.

Наибольшая точность собираемых сведений достигается при непосредственном и документальном наблюдении.

Основные формы, виды, способы статистического наблюдения представлены в табл. 1.

В статистической практике применяются следующие способы опроса: отчетный, экспедиционный, самоисчисления, корреспондентский, анкетный.

Отчетный способ заключается в представлении подотчетными предприятиями и организациями отчетов о своей деятельности в строго установленные сроки и в установленном порядке.

При *экспедиционном способе* наблюдения специально привлеченные и обученные работники (регистраторы) посещают каждую

единицу наблюдения, опрашивают обследуемое лицо и с его слов сами регистрируют сведения о наблюдаемом явлении в формуляре статистического наблюдения. Этот способ применяется только при специально организованном наблюдении.

Таблица 1

Формы, виды и способы статистического наблюдения

Организа- ционные формы ста- тистического наблюдения	Виды статистического наблюдения		Способы статистиче- ского наблюдения
	по времени регистрации фактов	по охвату единиц совокупности	
1. Статистическая отчетность 2. Специально организованное наблюдение 3. Регистры	1. Текущее, или непрерывное 2. Прерывное: • периодическое; • единовременное	1. Сплошное 2. Несплошное: • выборочное; • основного мас- сива; • монографическое	1. Непосредственное 2. Документальное 3. Опрос: • экспедиционный; • саморегистрации; • корреспондентский; • анкетный • отчетный

Способ самоисчисления (саморегистрации) заключается в том, что формуляры статистического наблюдения заполняют сами опрашиваемые, а специально привлеченные работники обеспечивают опрашиваемых формулярами наблюдения, инструктируют их, собирают заполненные формуляры и проверяют правильность их заполнения.

Анкетный способ предполагает сбор статистических данных с помощью специальных вопросников (анкет). Этот способ применяется в обследованиях, где не требуется получения результатов, отличающихся высокой точностью, так как заполненные бланки в присутствии опрашиваемых не проверяются.

Корреспондентский способ заключается в том, что статистические органы договариваются с определенными лицами, которые берут на себя обязательство вести наблюдение за социально-экономическими явлениями и процессами, составляющими объект наблюдения, и сообщать его результаты статистическим органам. Данный способ применяется при проведении обследования методом экспертных оценок.

4. Ошибки и контроль статистического наблюдения

Основная задача статистического наблюдения заключается в получении данных, которые бы наиболее точно и полно отражали реальную действительность. В процессе проведения статистического наблюдения могут возникнуть ошибки, которые снижают его точность. Точность статистических данных является необходимым и достаточным условием получения объективных результатов реализации статистического наблюдения.

Степень соответствия значения какого-либо признака, полученного посредством статистического наблюдения, действительному его значению называется *точностью статистического наблюдения*.

Точность статистического наблюдения определяется величиной расхождения между фактическими значениями показателей и их значениями, полученными в результате статистического наблюдения. Полученная величина называется *ошибкой наблюдения*.

Ошибки наблюдения подразделяются на несколько видов в зависимости от характера, степени влияния на конечные результаты наблюдения, источников и причин возникновения.

Ошибки регистрации возникают вследствие неверной, ошибочной регистрации фактов в процессе статистического наблюдения или ошибочной записи. По характеру возникновения данные ошибки подразделяются на случайные, возникающие вследствие действия случайных факторов, и систематические, получающиеся путем увеличения или уменьшения значения показателя по каждой единице в результате округления (накопленная ошибка).

Ошибки репрезентативности – это ошибки, показывающие отклонение значения показателя обследованной совокупности от его исходной величины. Они возникают вследствие того, что отобранная и обследованная (выборочная) часть изучаемой совокупности недостаточно точно отражает состав всей совокупности в целом. Данные ошибки встречаются только при несплошном обследовании. Они также могут быть случайными и систематическими.

Проверка достоверности, объективности и точности данных статистического наблюдения на практике может быть осуществлена посредством реализации следующих *видов контроля*: синтаксического, логического, счетного.

Синтаксический контроль заключается в проверке правильности структуры документа, наличия необходимых реквизитов, оформления документа на предмет наличия и четкости всех необходимых записей, предусмотренных инструкцией, а также полноты материала и охвата всех отчетных единиц наблюдения.

Логический контроль основывается на знании логических взаимосвязей между показателями.

Счетный (арифметический) контроль заключается в проверке правильности арифметических расчетов по показателям, содержащимся в отчетности и других документах, и основывается на использовании количественных связей между показателями.

Контроль осуществляют после проведения наблюдения, до обработки информации, и с него начинается второй этап статистического исследования.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под статистической информацией?
2. Какие свойства характерны для статистической информации?
3. Каковы основные способы сбора статистической информации?
4. Какие характерные черты присущи статистическому наблюдению?
5. Какие вопросы входят в план статистического наблюдения?
6. Что представляют собой ошибки статистического наблюдения? На какие виды они подразделяются?
7. Перечислите этапы проведения статистического наблюдения.

Лекция 3

СВОДКА И ГРУППИРОВКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

1. *Задачи сводки и ее содержание.*
2. *Метод группировки и его место в системе статистических методов. Виды статистических группировок.*
3. *Методология статистических группировок.*
4. *Ряды распределения.*

1. Задачи сводки и ее содержание

Второй этап статистического наблюдения предусматривает сводку и группировку полученных данных. Это связано с тем, что в результате статистического наблюдения получают сведения о каждой единице совокупности, которая обладает многочисленными признаками, изменяющимися во времени и пространстве, т. е. полученная статистическая информация не является обобщенной. С ее помощью нельзя сделать выводы об объекте в целом и отдельных его частях без предварительной обработки имеющихся данных. Для целей статистического анализа полученную информацию необходимо обобщить (сжать) и представить в виде сводных (обобщенных) показателей, чаще всего в табличной форме. Выполняется данная операция с помощью сводки.

Сводка – это ряд последовательных операций по обобщению и обработке первичной информации, выполняемых с целью выявления типичных черт и закономерностей, присущих изучаемому явлению.

Задачи сводки – систематизация первичных данных и получение сводных характеристик объекта.

Результатом сводки являются подробные данные, отражающие в целом всю совокупность.

На практике выполняемые операции по сведению данных принято классифицировать следующим образом:

1. По глубине и точности обработки материала различают простую и сложную сводки.

Простая сводка – простая операция по подсчету общих итогов по совокупности единиц наблюдения.

Сложная сводка – комплекс операций, включающий распределение единиц наблюдения изучаемого социально-экономического явления на группы, составление системы показателей для характеристики выделенных групп и подгрупп изучаемой совокупности явлений, подсчет итогов в каждой группе и подгруппе, оформление результатов работы в виде статистических таблиц.

Таким образом, *элементами сложной сводки* являются:

- программа проведения сводки;
- группировочный признак;
- система показателей, характеризующая изучаемую совокупность и каждую выделенную группу;
- подсчет итогов в группах, подгруппах и в целом по совокупности;
- статистические таблицы, содержащие результаты сводки.

Программа статистической сводки содержит перечень групп, на которые может быть разбита или разбивается совокупность единиц наблюдения по отдельным признакам, а также систему показателей, характеризующих изучаемую совокупность явлений в целом и отдельные ее части.

2. По форме обработки материала различают децентрализованную и централизованную сводки.

Децентрализованная сводка – способ организации сводки статистических данных, состоящий в обработке данных наблюдения на местах, т. е. отчеты предприятий сводятся статистическими органами субъектов РФ, а полученные итоги поступают в Госкомстат РФ и там определяются итоговые показатели в целом по стране.

При **централизованной** форме весь первичный материал поступает в одну организацию, где и подвергается обработке от начала и до конца (эта форма используется обычно для обработки материалов единовременных статистических обследований).

3. По технике выполнения статистические сводки подразделяются на **механизированные** и **ручные** (все операции по подготовке и обработке выполняются без использования вычислительной техники).

2. Метод группировки и его место в системе статистических методов. Виды статистических группировок

Метод группировки

При проведении статистического исследования недостаточно ограничиться простым подсчетом общей численности единиц совокупности. Для исследования представляет интерес знание не только всей совокупности в целом, но и отдельных ее частей, групп.

Обобщение данных об изменениях, происходящих в группах и подгруппах изучаемых социально-экономических явлений и процессов, дает возможность получить представление о состоянии и характере развития объекта в целом. Исходя из этого статистическая группировка является одним из основных этапов проведения статистического исследования.

Статистическая группировка – разбиение общей совокупности единиц объекта наблюдения по одному или нескольким признакам на однородные группы, различающиеся в качественном и количественном отношении и позволяющие выделить социально-экономические типы явлений, изучить структуру совокупности или проанализировать взаимосвязи и взаимозависимости между признаками [1].

Группировка является важнейшим статистическим методом обобщения статистических данных, основой для правильного исчисления статистических показателей.

С помощью метода группировки решаются следующие задачи:

- выделение социально-экономических типов, классов явлений;
- изучение структуры изучаемого явления и структурных сдвигов, происходящих в нем;
- выявление взаимосвязей и взаимозависимостей между явлениями и признаками, их характеризующими.

Виды статистических группировок

По характеру решаемых задач статистические группировки делятся на типологические, структурные и аналитические.

Типологические группировки предполагают разделение качественно разнородной совокупности на качественно однородные группы,

социально-экономические классы, типы явлений. В основании группировки лежит качественный признак. Примером типологической группировки является группировка предприятий, имеющих просроченную дебиторскую задолженность по отраслям экономики.

Структурные группировки предполагают разделение однородной в качественном отношении совокупности единиц на группы, характеризующие ее состав и структуру по какому-либо варьирующему признаку.

Одной из задач статистических группировок является исследование связей и зависимостей между признаками единиц статистической совокупности, что обеспечивается путем построения аналитических группировок.

Аналитические группировки позволяют выявить взаимосвязи между изучаемыми явлениями и их признаками. В данных группировках признаки выделяют по причинности (факторные и результативные) и определяют взаимосвязь между ними. Взаимосвязь выражается в том, что с возрастанием значения факторного признака изменяется (возрастает, убывает) среднее значение признака результативного.

Особенности аналитической группировки: в основу группировки кладется факторный признак; каждая выделенная группа характеризуется средними значениями результативного признака.

По количеству выделяемых признаков группировки бывают:

- *простые*, построенные по одному признаку;
- *сложные (комбинационные)*, предполагающие разбиение совокупности на группы по двум и более признакам, взятым в сочетании. Сначала группы формируются по одному признаку, затем они делятся на подгруппы по другому признаку, те, в свою очередь, делятся по третьему и т. д.

3. Методология статистических группировок

Построение статистических группировок проходит следующие этапы:

- выбор группировочного признака;
- определение необходимого числа групп, на которые необходимо разбить изучаемую совокупность;

- установление границ интервалов группировки;
- установление для каждой группировки показателей или их системы.

Рассмотрим каждый этап более подробно.

1-й этап. Выбор группировочного признака

Выбирается признак, по которому проводится разбивка единиц совокупности на отдельные группы. Такой признак называется *группировочным признаком* (его часто называют *основанием группировки*). В качестве основания группировки используются существенные признаки, как количественные, так и качественные (атрибутивные).

2-й этап. Определение количества групп

Количество групп зависит от задач исследования, вида признака, объема совокупности, степени вариации группировочного признака.

При построении групп по *качественному признаку* количество групп обычно соответствует числу градаций, типов, видов, состояний признака.

При построении групп по *количественному признаку* необходимо обратить внимание на число единиц исследуемого объекта и степень колеблемости группировочного признака. При небольшом объеме совокупности не следует образовывать большое число групп, так как они будут малочисленны, а показатели, рассчитанные для таких групп, не будут представительными. Необходимо учитывать степень колеблемости: чем больше колеблемость признака, тем больше следует образовывать групп. (Существует эмпирическое правило: чем больше групп, тем точнее будет воспроизведен характер исследуемого объекта.) Кроме того, в одну группу не должно попасть более половины всех единиц совокупности, а средние группы должны содержать больше единиц, чем крайние.

Определить количество групп можно эмпирическим (опытным) путем или используя формулу Стерджесса

$$n = 1 + 3,322 \cdot \lg N,$$

где n – число групп;

N – число единиц совокупности.

При определении количества групп следует избегать образования «пустых» групп, т. е. групп, не содержащих ни одной единицы совокупности.

3-й этап. Установление границ интервалов группировки

Интервал группировки определяет границы значений варьирующего признака, лежащих в пределах определенной группы.

Каждый интервал имеет свою величину, называемую шагом, а также верхнюю и нижнюю границы.

Верхняя граница – наибольшее значение признака в рассматриваемом интервале. *Нижняя граница* – наименьшее значение признака. В качестве нижней границы первого интервала берется, как правило, наименьшее значение признака в совокупности единиц наблюдения.

Шаг (ширина) интервала – разность между верхней и нижней границами.

Если вариация признака проявляется в сравнительно узких границах и распределение носит равномерный характер, то строят группировку с равными интервалами.

Величина *равного интервала* определяется по формуле

$$h = \frac{R}{n} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{n},$$

где h – величина равного интервала;

R – размах вариации, $R = X_{\max} - X_{\min}$;

X_{\max} , X_{\min} – соответственно максимальное и минимальное значения признака в совокупности;

n – количество групп.

Полученную величину интервала (шаг интервала) принято округлять.

Группировка может строиться с закрытыми и открытыми интервалами. Если у интервала указаны верхняя и нижняя границы «от» и «до», он называется *закрытым*; если указана только верхняя граница первого интервала и нижняя – последнего, он называется *открытым*. Варианты построения групп представлены в табл. 2.

Чтобы не писать каждый раз «от... до...», границы групп обозначают следующим образом: 290–540, 540–790 и т. д.

При группировке единиц совокупности по количественному признаку границы интервалов могут быть обозначены по-разному в зависимости от того, является ли этот признак непрерывным или дискретным.

Если основанием группировки служит *непрерывный признак* (например, группы компаний по величине прибыли в табл. 2), то одно и то же значение признака выступает верхней и нижней границами двух смежных интервалов. В данном случае величина 540 млн р. составляет верхнюю границу первого интервала и нижнюю границу второго, т. е. верхняя граница i -го интервала равна нижней границе $(i + 1)$ -го интервала.

Таблица 2

Группировка предприятий по величине прибыли, млн р.

Номер группы	Число предприятий	% к итогу	1-й вариант (закрытые интервалы)	2-й вариант (открытые интервалы)
I	12	19	От 290 до 540	До 540
II	20	31	От 540 до 790	540–790
III	17	26	От 790 до 1040	790–1040
IV	15	24	От 1040 до 1290	1040 и более
Итого	64	100	–	–

При таком обозначении границ возникает вопрос, в какую группу включать единицы совокупности, значения признака у которых совпадают с границами интервалов. Например, в первую или во вторую группу должно войти предприятие с величиной прибыли 540 млн р.? Если нижняя граница формируется по принципу «включительно», а верхняя граница – по принципу «исключительно», то предприятие должно быть отнесено ко второй группе, в противном случае – к первой. Для того чтобы правильно отнести к той или иной группе единицу объекта, значение признака у которой совпадает с границами интервалов, можно использовать открытые интервалы (см. табл. 2).

Если в основании группировки лежит *дискретный признак*, то нижняя граница i -го интервала равна верхней границе $(i - 1)$ -го интервала, увеличенной на 1 (например, группы нотариальных контор по числу занятого персонала, чел.: 10–15, 16–20, 21–30).

При определении границ интервалов статистических группировок иногда исходят из того, что изменение количественного признака приводит к появлению нового качества. В этом случае граница интервала устанавливается там, где происходит переход от одного качества к другому.

Построение статистических группировок позволяет комплексно проанализировать изучаемые социально-экономические явления и процессы [1].

4. Ряды распределения

Результатом сводки материалов статистического наблюдения могут выступать данные, характеризующие количественное распределение единиц совокупности по тем или иным существенным для целей исследования признакам. В этом случае речь идет о рядах распределения, задача которых заключается в выявлении характера и закономерности распределения.

Ряд распределения – это упорядоченное распределение единиц совокупности на однородные группы по определенному варьирующему признаку.

При построении рядов распределения необходимо учитывать их классификацию:

1. В зависимости от признака, положенного в основу образования ряда распределения, различают атрибутивные и вариационные ряды.

Атрибутивные ряды – это ряды, построенные по качественным признакам, т. е. признакам, не имеющим числового выражения и позволяющим исследовать изменение структуры явления (например, ряд распределения предприятий по формам собственности).

Вариационные ряды – это ряды, построенные по количественному признаку, т. е. признаку, имеющему числовое выражение.

Основными элементами вариационного ряда распределения являются:

- *вариант* числовых значений количественного признака (обозначается x);
- *частота* – абсолютная численность отдельных вариантов или каждой группы вариационного ряда (обозначается f).

Абсолютная численность единиц признака (частота) показывает, как часто встречаются те или иные варианты (значения признака) в ряду распределения. Сумма всех частот характеризует объем совокупности.

Численности групп могут быть выражены как в абсолютных величинах, т. е. числом единиц совокупности в каждой выделенной

группе, так и в относительных величинах – в виде долей, удельных весов, представленных в процентах к итогу (*частность*). Сумма частностей равна 1, если они выражены в долях единицы, или 100 %, если они выражены в процентах.

2. В зависимости от характера вариации признака различают дискретные и интервальные вариационные ряды.

Дискретные вариационные ряды – это ряды, в которых численное распределение признака выражено одним числом. Примером дискретного вариационного ряда распределения является распределение рабочих предприятия по тарифным разрядам.

Интервальные вариационные ряды – это ряды, в которых численное значение признака задается в виде интервала. Такой ряд целесообразно строить прежде всего при непрерывной вариации признака, а также если дискретная вариация проявляется в широких пределах.

С целью проведения сравнительного анализа заполненности интервалов определяется показатель, характеризующий *плотность распределения* – отношение числа единиц совокупности к ширине интервала. Плотность распределения показывает, сколько единиц в каждой группе приходится на единицу ширины интервала.

Ряды распределения удобно анализировать при помощи их графического изображения, позволяющего судить о форме распределения. Наглядное представление о характере изменения частот вариационного ряда дают полигон и гистограмма.

Полигон – ломаная линия, изображающая дискретный ряд.

Порядок построения полигона:

- 1) по оси абсцисс приводятся ранжированные значения варьирующего признака (например, тарифный разряд);
- 2) по оси ординат – значения численности признака (в нашем случае – количество рабочих соответствующего разряда);
- 3) полученные на пересечении абсцисс и ординат точки соединяются прямыми линиями, в результате чего получается ломаная линия.

Для замыкания полигона крайние точки (слева и справа на ломаной линии) необходимо соединить с точками на оси абсцисс, в результате чего получается многоугольник.

Гистограмма используется для изображения интервальных вариационных рядов. При построении гистограммы по оси абсцисс приводятся ранжированные значения признака в заданных интерва-

лах, по оси ординат – количественная характеристика признака (частота, или частотность) в виде прямоугольников, построенных на соответствующих интервалах. Высота столбиков соответствует частоте.

Если найти на гистограмме середины интервалов, отметить их точками и соединить прямыми линиями, можно получить полигон распределения.

Для графического изображения вариационных рядов используется и *кумулятивная кривая*. При построении кумуляты интервального вариационного ряда по оси абсцисс откладывают варианты ряда, а по оси ординат – накопленные частоты, которые наносят на поле графика в виде перпендикуляров к оси абсцисс в верхних границах интервалов. Затем эти перпендикуляры соединяют прямыми линиями и получают ломаную линию, т. е. кумуляту.

Контрольные вопросы

1. Чем характеризуются первый и второй этапы статистического исследования?
2. Что представляет собой статистическая сводка? Какие виды сводки вам известны?
3. Что называется статистической группировкой?
4. Какие задачи решаются с помощью группировок?
5. Какие виды группировок существуют?
6. Какие бывают интервалы группировок и каким образом можно точно обозначить их границы?
7. Какие виды статистических распределений вам известны?
8. Какие существуют геометрические изображения рядов распределения?

Лекция 4

СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

1. *Понятие и основные элементы статистической таблицы.*
2. *Классификация статистических таблиц.*
3. *Основные правила оформления таблиц.*
4. *Графическое изображение статистических данных.*

1. Понятие и основные элементы статистической таблицы

Результаты сводки и группировки материалов статистического наблюдения излагаются, как правило, в форме таблиц.

Статистическая таблица – это способ рационального изложения и обобщения данных о социально-экономических явлениях при помощи цифр, расположенных в определенном порядке.

Если из статистической таблицы извлечь все слова и цифры, то получится графленая сетка (*остов таблицы*). Таблица внешне представляет собой пересечение граф и строк. Вертикальные столбцы ее называются *графами*, а горизонтальные – *строками*. Размер таблицы определяется произведением числа строк на число граф.

Статистическая таблица имеет 3 заголовка: *общий* располагается над макетом таблицы и раскрывает ее основное содержание, *верхний* характеризует содержание граф, *боковой* – заголовки строк.

Статистическая таблица содержит подлежащее и сказуемое.

Подлежащее характеризует объект исследования (это может быть одна или несколько совокупностей, единицы совокупности). Обычно подлежащее приводится в виде наименования строк (боковой заголовок).

Сказуемое – система показателей, которыми характеризуется объект изучения, т. е. подлежащее. Сказуемое представляется цифровыми данными в соответствующих графах.

Подлежащее таблицы располагается обычно в левой ее части в виде наименования строк; сказуемое в этом случае располагается в правой части таблицы в виде граф, верхние части которых отводят-

ся для названия показателей сказуемого. Пример макета статистической таблицы представлен на рис. 1.

Название таблицы				
Наименование подлежащего	Наименование сказуемого			
	Заголовки сказуемого			
А	1	2	3	4
Боковые заголовки подлежащего				

Нумерация граф

Строки

Итоговая строка

Графы Итоговая графа

Рис. 1. Макет таблицы

2. Классификация статистических таблиц

В статистической практике и в исследовательской работе используются статистические таблицы различной сложности. Это зависит от характера изучаемого объекта, объема имеющейся информации, задач анализа.

Статистические таблицы подразделяются на несколько видов:

1. В зависимости от структуры подлежащего и группировки в нем единиц исследуемого массива различают таблицы простые и сложные.

Простые таблицы – это таблицы, в подлежащем которых дается *простой перечень* каких-либо объектов или территориальных единиц, т. е. подлежащее не содержит группировок.

Сложные таблицы делятся на групповые и комбинационные.

Групповые таблицы – это статистические таблицы, подлежащее которых содержит группировку единиц по какому-либо одному количественному или качественному признаку. Они являются результатом применения метода группировок при сводке статистических данных.

Комбинационные таблицы – это таблицы, подлежащее которых содержит группировку единиц совокупности по двум и более признакам, взятым в комбинации.

2. В зависимости от структурного строения сказуемого различают статистические таблицы с простой и сложной разработкой сказуемого.

Таблицы с простой разработкой сказуемого формируются таким образом, что показатель, определяющий сказуемое, не подразделяется на подгруппы, при этом итоги по массиву получаются путем суммирования значений по каждому признаку независимо друг от друга.

Таблицы со сложной разработкой сказуемого дают более полную и подробную характеристику объекта. Сложная разработка сказуемого предполагает деление признака, формирующего его, на подгруппы.

3. Основные правила оформления таблиц

При оформлении таблиц необходимо придерживаться следующих основных правил:

1. Заголовки таблицы должны быть четкими, краткими, раскрывающими содержание подлежащего и сказуемого.

2. В таблице должны указываться единицы измерения. Если единицы измерения одинаковы для всех данных, то они выносятся в заголовки таблицы, если нет – указываются в соответствующих графах или строках.

3. Таблицы должны содержать слова «итога» и «всего».

4. Графы и строки следует нумеровать. При этом графы, содержащие наименование подлежащего, рекомендуется обозначать прописными буквами (А, Б и т. д.), а графы, содержащие показатели сказуемого, – порядковыми числительными.

5. Отсутствие данных обозначается многоточием (...) или словами «нет сведений»; если графа не подлежит заполнению, проставляется символ «Х», если нет явления – «-».

Анализ данных статистической таблицы следует начинать с итогов: ознакомление с итогами дает общее представление о данных отдельных строк и граф. Далее нужно анализировать наиболее характерные данные, а затем все остальные [2].

Для получения более полного и наглядного представления об изучаемых явлениях и процессах по данным статистических таблиц строят графики, диаграммы и т. д.

4. Графическое изображение статистических данных

Статистический график – это чертеж, на котором статистические совокупности, характеризующиеся определенными показателями,

описываются с помощью условных геометрических образов и знаков – точек, фигур и т. д.

Основные элементы графика

Поле графика – это часть плоскости, где расположены графические образы. Оно имеет определенные размеры, зависящие от назначения графика.

Основа графика – совокупность точек, линий, фигур, с помощью которых изображаются статистические показатели.

Пространственные ориентиры задаются в виде системы координатных сеток.

Масштабные ориентиры определяются масштабом и системой масштабных шкал.

Масштаб – это мера перевода числовой величины в графическую.

Масштабная шкала – линия, отдельные точки которой могут быть прочитаны как определенные числа. Шкала называется равномерной, если на всем ее протяжении равным графическим интервалам соответствуют равные числовые интервалы. Шкала называется неравномерной, если на всем ее протяжении равным числовым интервалам соответствуют неравные графические интервалы, и наоборот.

Экспликация – словесное описание содержания графика (например, название графика, масштаб шкалы, пояснения к отдельным частям графика).

Классификация видов графиков

Статистические графики можно классифицировать по разным признакам: назначению (содержанию), способу построения, форме графического образа и задачам, решаемым с помощью графического изображения.

По способу построения и задачам изображения статистические графики подразделяются на диаграммы и статистические карты (рис. 2).

Диаграммы – графики, отражающие количественные отношения. Они применяются для наглядного сопоставления в различных аспектах (пространственном, временном и т. д.) независимых друг от друга

совокупностей. При этом сравнение исследуемых совокупностей производится по какому-либо существующему варьирующему признаку.

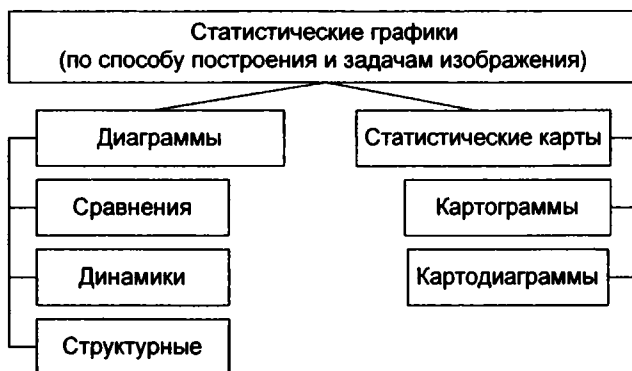


Рис. 2. Классификация статистических графиков по способу построения и задачам изображения

Статистические карты представляют собой вид графических изображений на схематичной географической карте статистических данных, характеризующих уровень или степень распространения того или иного явления на определенной территории.

Картограмма – это схематическая географическая карта, на которой штриховкой различной густоты, точками или окраской определенной степени насыщенности показывается сравнительная интенсивность какого-либо показателя в пределах каждой единицы нанесенного на карту территориального деления (например, плотность населения по областям или республикам и т. д.).

По форме графического образа различают графики линейные, плоскостные и объемные (рис. 3).

Когда на одном графике необходимо показать динамику нескольких явлений, применяют **линейные диаграммы**. При построении линейных диаграмм в качестве графического образа применяются линии. На оси абсцисс откладывают периоды времени, на оси ординат – величину показателя. Однако линейные диаграммы с равномерной шкалой имеют недостаток: равномерная шкала позволяет измерять и сравнивать только отраженные на диаграмме абсолютные приросты или уменьшения показателей на протяжении исследуемого пе-

риода. Для устранения данного недостатка отказываются от равномерной шкалы и в основу графика кладется полулогарифмическая система. При этом рядом с логарифмами, обозначенными на масштабной шкале, проставляют числа, характеризующие уровни изображаемого ряда динамики, которые соответствуют указанным числам логарифмов [1].

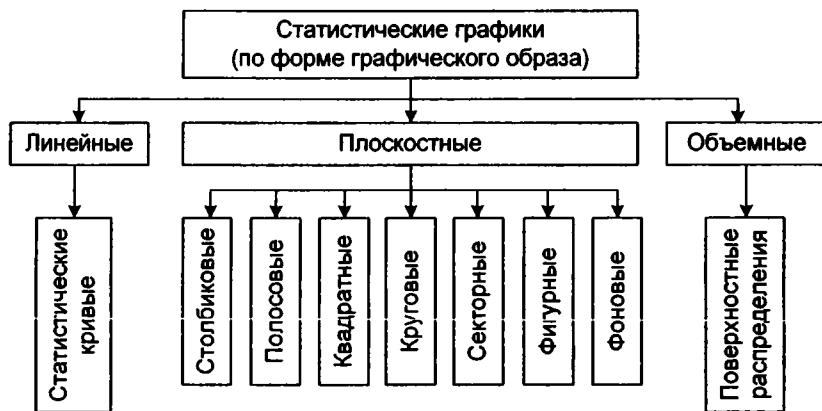


Рис. 3. Классификация статистических графиков по форме графического образа

Основной принцип построения всех *плоскостных диаграмм* сводится к тому, что статистические величины изображаются в виде геометрических фигур.

Для сравнения одноименных показателей, характеризующих разные объекты изучаемых явлений во времени и пространстве, а также для изображения структуры явлений чаще всего используются *столбиковые диаграммы*. Значения сравниваемых показателей изображаются в виде прямоугольных столбиков, имеющих одинаковую ширину и расположенных на общей горизонтальной или вертикальной базовой линии. Высота каждого столбика соответствует величине изображаемого показателя. Столбики могут располагаться вплотную либо на одинаковом расстоянии друг от друга.

Разновидностью столбиковых диаграмм являются *полосовые*. Их отличие состоит в том, что масштабная шкала расположена по гори-

зонтали сверху или снизу и она определяет величину явления по длине полосы.

Секторные диаграммы выразительны в тех случаях, когда совокупность делится не более чем на 4–5 частей и наблюдаются значительные структурные изменения в динамике. Если совокупность делится на большее число частей и структурные сдвиги незначительны, то для изображения структуры целесообразнее применять ленточные (столбиковые) диаграммы.

Перечисленные виды графиков являются наиболее широко употребляемыми.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой статистическая таблица?
2. Где в статистической таблице располагаются подлежащее и сказуемое?
3. Перечислите основные элементы графика.
4. Какие существуют виды статистических графиков по форме графического образа?
5. Какие существуют виды статистических графиков по задачам изображения социально-экономических явлений?
6. Какой вид графика подойдет для отображения динамики числа родившихся?

Лекция 5

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. *Абсолютные статистические величины.*
2. *Относительные статистические величины.*
3. *Средние величины.*
4. *Показатели вариации и способы их расчета.*

Полученная на основе статистического наблюдения информация об изучаемой совокупности социально-экономических явлений отражает их количественную сторону. Количественную характеристику статистика выражает через определенного рода числа, которые называются *статистическими показателями*. В зависимости от *натуральной формы* все показатели подразделяются на абсолютные, относительные, средние.

1. Абсолютные статистические величины

Абсолютная статистическая величина – показатель в форме абсолютной величины, отражающий физические свойства, временные или стоимостные характеристики социально-экономических процессов и явлений (например, массу, площадь, объем, протяженность и др.). Абсолютные статистические величины – это числа именованные. Они всегда имеют определенную размерность, определенные единицы измерения.

Абсолютные показатели подразделяются:

- на *индивидуальные*, получаемые в результате статистического наблюдения – замера, взвешивания, подсчета, оценки. В ряде случаев они имеют разностный характер;
- *сводные*, или *объемные*, получаемые в результате сводки и группировки индивидуальных значений показателей.

В международной практике принято абсолютные показатели измерять в натуральных, стоимостных и трудовых единицах измерения.

Натуральные единицы – это такие единицы измерения, которые выражают величину предметов в физических мерах, т. е. в мерах веса, объема, длины, площади и т. д.

В ряде случаев применяются условно-натуральные единицы измерения. Эти единицы используются для сведения воедино нескольких разновидностей одной и той же потребительной стоимости. Одну из них принимают за эталон, а другие пересчитывают с помощью специальных коэффициентов в единицы меры этого эталона.

Трудовые единицы измерения используются для определения затрат труда на производство продукции, на выполнение какой-либо работы, для учета трудоемкости отдельных операций технологического процесса (человеко-часы, человеко-дни и т. д.).

Стоимостные единицы измерения дают денежную оценку социально-экономическим явлениям и процессам (рубли, другая валюта). Недостатком выражения показателя в стоимостном виде является его несопоставимость в условиях инфляции [3].

2. Относительные статистические величины

Относительная величина – показатель в форме относительной величины, получаемый как результат деления одного абсолютного показателя на другой и отражающий соотношение между количественными характеристиками изучаемых процессов и явлений. По отношению к абсолютным показателям относительные показатели являются производными (вторичными).

Абсолютный показатель, находящийся в *числителе*, называется **текущим** или **сравниваемым**.

Показатель, с которым производится сравнение, находится в *знаменателе* и называется **основанием** или **базой сравнения**.

Экономический смысл относительного показателя состоит в том, что он показывает, какую долю текущий показатель составляет от базового или сколько его единиц приходится на единицу или сто единиц базового показателя.

Текущий показатель характеризует уровень исследуемого явления за данный период. Базисный показатель характеризует уровень того же явления в прошлом.

Если относительный показатель выражен *кратным отношением*, он называется **коэффициентом роста**; если дается в *процентном отношении*, то **темпом роста**.

Относительные показатели выражаются в единицах, долях единицы, процентах или промилле.

Если сравниваются одноименные величины, то их отношение выражают в коэффициентах (в этом случае базу сравнения принимают равной 1) и в процентах (за базу сравнения принимают 100). При сопоставлении разноименных величин наименования относительных величин образуются от наименований сравниваемых величин (например, плотность населения страны – чел./км²) либо выражаются в промилле (база сравнения равна 1000) или в проищемилле (база сравнения – 10000).

Выбор той или иной формы относительной величины зависит от ее абсолютного значения:

- если сравниваемая величина больше базы сравнения в 2 раза и более, то выбирают форму коэффициента;
- если относительная величина близка к единице, то, как правило, ее выражают в процентах;
- если относительная величина значительно меньше единицы (близка к нулю), ее выражают в промилле.

Все используемые на практике относительные показатели можно подразделить на показатели динамики, плана, реализации плана, структуры, координации, сравнения, интенсивности.

Относительный показатель динамики (ОПД) характеризует изменение показателя в текущем периоде по сравнению с предшествующим и рассчитывается по следующей формуле:

$$ОПД = \frac{\text{Показатель, достигнутый в } (i + 1)\text{-м периоде}}{\text{Показатель, достигнутый в } i\text{-м (базисном) периоде}}$$

Относительный показатель плана (ОПП) рассчитывается по формуле

$$ОПП = \frac{\text{Показатель, планируемый в } (i + 1)\text{-й период}}{\text{Показатель, достигнутый в } i\text{-м (базисном) периоде}}$$

Относительный показатель реализации (выполнения) плана (ОПРП) рассчитывается по формуле

$$ОПРП = \frac{\text{Показатель, достигнутый в } (i + 1)\text{-м периоде}}{\text{Показатель, планируемый в } (i + 1)\text{-й период}}$$

Между относительными показателями плана, реализации плана и динамики существует следующая взаимосвязь:

$$ОПП \cdot ОПРП = ОПД.$$

Относительный показатель структуры (ОПС) характеризует соотношение структурных частей и изучаемого объекта в целом. Данный показатель выражается в долях единицы либо в процентах и рассчитывается по следующей формуле:

$$ОПРП = \frac{\text{Показатель, характеризующий часть совокупности}}{\text{Показатель, характеризующий всю совокупность в целом}}.$$

Относительный показатель координации (ОПК) характеризует соотношение отдельных частей целого между собой:

$$ОПК = \frac{\text{Показатель, характеризующий } i\text{-ю часть совокупности}}{\text{Показатель, характеризующий часть совокупности, выбранную в качестве базы сравнения}}.$$

Относительный показатель сравнения (ОПСр) характеризует соотношение одноименных абсолютных показателей, относящихся к разным объектам (предприятия, фирмы, районы, области, страны и т. д.):

$$ОПСр = \frac{\text{Показатель } N, \text{ характеризующий объект } A}{\text{Показатель } N, \text{ характеризующий объект } B}.$$

Относительный показатель интенсивности (ОПИ) характеризует соотношение разноименных величин, относящихся к одному и тому же объекту, и показывает итог числителя, приходящийся на одну, десять, сто единиц.

ОПИ используется в случаях, когда абсолютная величина оказывается недостаточной для выводов о масштабах развития явления.

Разновидностью ОПИ является *относительный показатель уровня экономического развития (ОПУЭР)*, который характеризует производство продукции в расчете на душу населения и играет большую роль в оценке развития экономики государства. Он рассчитывается по формуле

$$ОПУЭР = \frac{\text{Объем производства какой-либо продукции}}{\text{Среднегодовая численность населения}}.$$

3. Средние величины

Средняя величина – наиболее распространенная форма статистических показателей, так как она выражает типичные черты явления и дает его общую характеристику по одному из варьирующих признаков.

Средний показатель – показатель в форме средней величины, представляющий собой обобщенную количественную характеристику признака в статистической совокупности в конкретных условиях места и времени.

Важнейшее свойство средней величины заключается в том, что она отражает то общее, что присуще всем единицам исследуемой совокупности. Сущность средней в том и заключается, что в ней взаимополагаются отклонения значений признака отдельных единиц совокупности, обусловленные действием случайных факторов, и учитываются изменения, вызванные действием основных факторов.

В общем виде формула для расчета среднего показателя выглядит следующим образом:

$$\bar{x} = \frac{\text{Суммарное значение варьирующего признака}}{\text{Число единиц совокупности}}$$

В зависимости от того, в каком виде представлены исходные данные для расчета средней, различают среднюю арифметическую, среднюю гармоническую и среднюю геометрическую величину.

Помимо степенных средних в экономической практике также используются средние структурные – мода и медиана.

При осреднении уровней динамических рядов применяются различные виды средней хронологической.

Наиболее распространенным видом средних величин является *средняя арифметическая величина* (\bar{x}).

Значения признака могут быть представлены в сгруппированном и несгруппированном виде, вследствие чего и расчет средней арифметической может выполняться с использованием различных формул.

Если значение признака представлено в исходной совокупности без группировки, расчет ведется по формуле *простой* (невзвешенной) *средней*:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где x_i – i -й вариант осредняемого признака ($1 \div n$);

n – количество единиц в совокупности.

Если исходные значения признака представлены в сгруппированном виде или в виде вариационного ряда, следует использовать формулу *средней взвешенной арифметической*:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{\sum f_i},$$

где f_i – вес i -го варианта.

Вес – это показатель, с помощью которого несопоставимые явления приводятся в сопоставимый вид.

Существует следующее правило: *использовать среднюю арифметическую простую (невзвешенную) можно только тогда, когда точно установлено отсутствие весов или их равенство.*

В случае интервальных рядов распределения при расчете средней величины переходят к серединам интервалов.

Средняя гармоническая применяется в случае, когда известен числитель исходного соотношения средней, но неизвестен его знаменатель.

В общем виде средняя гармоническая записывается следующим образом:

- *взвешенная*:

$$\bar{x} = \frac{\sum W}{\sum \frac{W}{x_i}},$$

где $W = x \cdot f_i$.

Данная формула используется для расчета показателей не только в статике, но и в динамике, когда известны индивидуальные значения признака и веса за ряд временных интервалов;

- *невзвешенная*:

$$\bar{x} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_i}}.$$

Средняя гармоническая невзвешенная может использоваться вместо взвешенной в тех случаях, когда значения W для единиц совокупности равны.

Средняя геометрическая величина используется в основном для расчета среднего значения в рядах динамики.

Средняя геометрическая рассчитывается следующим образом:

- *невзвешенная:*

$$\bar{x} = \sqrt[k]{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^k}{n}};$$

- *взвешенная:*

$$\bar{x} = \sqrt[m]{x_1^{m_1} \cdot x_2^{m_2} \cdot x_3^{m_3} \cdot \dots \cdot x_n^{m_n}} = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^k x_i^{m_i}}.$$

Наиболее широкое распространение этот вид средней получил в анализе динамики для определения среднего темпа роста.

Перечисленные формулы для расчета средних можно объединить одной – формулой *степенной средней* (простой)

$$\bar{x} = \sqrt[k]{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^k}{n}}.$$

При $k = -1$ получаем среднюю гармоническую, при $k = 0$ – среднюю геометрическую, при $k = 1$ – среднюю арифметическую, при $k = 2$ – среднюю квадратическую и т. д.

Соотношение между видами средней называется *правилом мажорантности средних*:

$$\bar{x}_{\text{гарм}} \leq \bar{x}_{\text{геом}} \leq \bar{x}_{\text{арифм}} \leq \bar{x}_{\text{квадр}} \leq \bar{x}_{\text{куб}}.$$

Наряду с рассмотренными средними степенными рассчитываются так называемые структурные средние – мода и медиана. Данные показатели описывают количественно структуру, строение ряда распределения.

Мода (Мо) – значение изучаемого признака, повторяющееся с наибольшей частотой (или наиболее часто встречающееся значение данного признака).

Медиана (Ме) – значение признака, приходящееся на середину ранжированной (упорядоченной) совокупности, т. е. делящее совокупность на две равные части [1].

Соотношение моды, медианы и средней арифметической указывает на характер распределения признака в совокупности и позволяет оценить его асимметрию. В симметричных рядах распределения все три характеристики совпадают.

Преимущество средних показателей моды и медианы состоит в том, что можно определить среднее значение по несгруппированным данным и в неоднородной, не подчиняющейся нормальному закону распределения совокупности.

В интервальных рядах распределения мода и медиана рассчитываются по формулам либо определяются графическим способом.

При расчете по формулам прежде всего определяется интервал, который содержит модальное и медианное значения признака.

Модальный интервал в случае интервального распределения с равными интервалами определяется по наибольшей частоте.

Мода в данных рядах рассчитывается по формуле

$$M_o = X_{M_o} + h_{M_o} \cdot \frac{f_{M_o} - f_{M_o-1}}{(f_{M_o} - f_{M_o-1}) + (f_{M_o} - f_{M_o+1})},$$

где X_{M_o} – начальное значение интервала, содержащего моду;

h_{M_o} – величина модального интервала;

f_{M_o} – частота модального интервала;

f_{M_o+1} – частота интервала, следующего за модальным;

f_{M_o-1} – частота интервала, предшествующего модальному.

В интервальных рядах с равными интервалами медиана определяется следующим образом:

$$M_e = X_{M_e} + h_{M_e} \cdot \frac{0,5 \sum f - S_{M_e-1}}{f_{M_e}},$$

где X_{M_e} – начальное значение интервала, содержащего медиану;

h_{M_e} – величина медианного интервала;

S_{M_e-1} – сумма накопленных частот, предшествующих медианному интервалу.

Медианным называется интервал, накопленная частота которого составляет больше половины суммы частот ($> \frac{1}{2} \sum f$).

Графически мода определяется по гистограмме распределения, а медиана – по кумуляте.

Для определения моды строится гистограмма распределения, после чего выбирается самый высокий прямоугольник, т. е. имеющий наибольшую частоту. Этот прямоугольник будет являться модальным. Правую вершину модального прямоугольника соединяют с правым верхним углом предыдущего прямоугольника, а левую вершину модального прямоугольника – с левым верхним углом последующего прямоугольника. Из точки пересечения прямых опускают перпендикуляр на ось абсцисс. Точка пересечения перпендикуляра и оси абсцисс и будет модой.

Для расчета медианы необходимо построить кумуляту (кривую накопленных частот). Затем из точки на шкале накопленных частот (ордината), соответствующей половине суммы частот (или 50 %, если вводится показатель частности), проводится прямая, параллельная оси абсцисс, до пересечения с кумулятой. Из точки на кумуляте опускается перпендикуляр на ось абсцисс. Точка пересечения перпендикуляра с осью абсцисс и будет являться медианой.

4. Показатели вариации и способы их расчета

Информации о средних уровнях исследуемых показателей обычно бывает недостаточно для глубокого анализа изучаемого процесса или явления. Признаки, изучаемые статистикой у различных единиц совокупности в один и тот же период или момент времени, отличаются друг от друга, т. е. *варьируются*. Причиной *вариации* являются разные условия существования различных единиц совокупности. Поэтому для оценки степени воздействия на признак других варьирующих признаков измеряют вариацию.

Статистикой разработаны специальные методы исследования вариации, система показателей, с помощью которых вариация измеряется, характеризуются ее свойства.

Простейшим показателем является *размах вариации* – абсолютная разность между максимальным и минимальным значениями признака из имеющихся в изучаемой совокупности значений, которая определяется по формуле

$$H = X_{\max} - X_{\min}.$$

Поскольку величина размаха характеризует лишь максимальное различие значений признака, она не может измерять закономерную силу его вариации во всей совокупности. Предназначенный для данной цели показатель должен учитывать и обобщать все различия значений признака в совокупности без исключения. Число таких различий равно числу сочетаний по два из всех единиц совокупности. Однако нет необходимости рассматривать, вычислять и осреднять все отклонения. Проще использовать среднюю из отклонений отдельных значений признака от среднего арифметического значения признака. Но среднее отклонение значений признака от средней арифметической величины равно нулю. Поэтому показателем силы вариации выступает не арифметическая средняя отклонений, а средний модуль отклонений, или среднее линейное отклонение.

Среднее линейное отклонение характеризует среднее отклонение вариантов признака от их средней величины. Оно вычисляется как средняя арифметическая величина из абсолютных значений отклонений вариантов x_i и \bar{x} (рассчитывается по формуле средней простой (1) или взвешенной (2)):

$$d = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n}; \quad (1)$$

$$d = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| f_i}{\sum f_i}. \quad (2)$$

Простота расчета и интерпретации составляют положительные стороны показателя d , однако математические свойства модулей «плохие»: их нельзя поставить в соответствие с каким-либо вероятностным законом, в том числе и с нормальным распределением, параметром которого является не средний модуль отклонений, а *среднее квадратическое отклонение* (σ), вычисляемое по формуле (3) для ранжированного ряда и по формуле (4) для интервального ряда:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x_i - \bar{x}|^2}{n}}; \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x_i - \bar{x}|^2 f_i}{\sum f_i}}. \quad (4)$$

Среднее квадратическое отклонение выражается в тех же единицах измерения, что и признак (метры, тонны, проценты, рубли и т. д.).

Квадрат среднего квадратического отклонения представляет собой *дисперсию* отклонений, на использовании которой основаны практически все методы математической статистики. Невзвешенная формула (5) применяется при несгруппированных данных, а взвешенная формула (6) используется в тех случаях, когда варианты значений изучаемого признака повторяются.

$$\sigma^2 = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|^2}{n}; \quad (5)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|^2 f_i}{\sum f_i}. \quad (6)$$

Для оценки интенсивности вариации признака и сравнения ее в разных совокупностях (а тем более для разных признаков) необходимы *относительные показатели вариации*, которые вычисляются как отношение абсолютных показателей силы вариации, рассмотренных ранее, к средней арифметической величине признака. К ним относятся:

- *относительный размах вариации*

$$\rho = \frac{H}{\bar{x}};$$

- *линейный коэффициент вариации*

$$\lambda = \frac{d}{\bar{x}};$$

- *квадратический коэффициент вариации*

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}}.$$

Квадратический коэффициент вариации дает характеристику однородности совокупности: совокупность считается однородной, если коэффициент вариации не превышает 33 % (для распределений, близких к нормальному).

Наряду с изучением вариации по всей совокупности в целом часто бывает нужно проследить количественные изменения признака по группам, на которые разделяется совокупность, а также между группами. Следовательно, помимо общей средней для всей совокупности необходимо просчитывать и частные средние величины по отдельным группам.

На вариацию признака влияют различные причины, факторы. Все они делятся на случайные и систематические (постоянные). Поэтому вариация может быть случайной, вызванной действием случайных причин, и систематической, обусловленной воздействием постоянных факторов. В связи с этим возникает необходимость в определении случайной и систематической вариации, их роли в общей вариации и влияния на нее. Такое изучение вариации признака достигается посредством вычисления и анализа различных видов дисперсии [1].

Выделяют дисперсию общую, межгрупповую, внутригрупповую.

Общая дисперсия характеризует вариацию признака во всей совокупности под влиянием всех факторов. Она рассчитывается по формулам простой (7) и взвешенной (8):

$$\sigma_{\text{общ}}^2 = \frac{\sum |x_i - \bar{x}_{\text{общ}}|^2}{n}; \quad (7)$$

$$\sigma_{\text{общ}}^2 = \frac{\sum |x_i - \bar{x}_{\text{общ}}|^2 f_i}{\sum f_i}, \quad (8)$$

где $\bar{x}_{\text{общ}}$ – общая средняя арифметическая для всей изучаемой совокупности.

Межгрупповая дисперсия характеризует систематическую вариацию, т. е. различия в величине изучаемого результативного признака, возникающие под влиянием признака-фактора, положенного в основание группировки. Она рассчитывается по формуле

$$\delta^2 = \frac{\sum (\bar{x}_i - \bar{x}_{\text{общ}})^2 n_i}{\sum n_i},$$

где \bar{x}_i – групповые средние;

n_i – численность единиц по отдельным группам.

Внутригрупповая дисперсия отражает случайную вариацию, т. е. часть вариации, происходящую под влиянием неучтенных факторов, и определяется по формуле

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum |x_i - \bar{x}_i|^2 f_i}{\sum f_i}.$$

Средняя внутригрупповая дисперсия рассчитывается по формуле

$$\bar{\sigma}_i^2 = \frac{\sum \sigma_i^2 \cdot n_i}{\sum n_i}.$$

Существует взаимосвязь всех трех видов дисперсии (*правило сложения дисперсий*): *общая дисперсия равна сумме межгрупповой дисперсии и средней внутригрупповой дисперсии.*

$$\sigma^2 = (\delta_x^2 + \bar{\sigma}_i^2).$$

На основании правила сложения дисперсий можно определить показатель тесноты связи между группировочным (факторным) и результативным признаками. Он называется *эмпирическим корреляционным отношением* и рассчитывается по формуле

$$\eta = \sqrt{\frac{\delta^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}}.$$

Данный показатель изменяется в интервале $0 < \eta < 1$. Если $\eta = 0$, то группировочный признак не оказывает влияния на результативный; если $\eta = 1$, то результативный признак изменяется только в зависимости от признака, положенного в основание группировки, а влияние прочих факторных признаков равно нулю. Промежуточные значения оцениваются в зависимости от их близости к предельным значениям.

Контрольные вопросы

1. В каких единицах измерения выражаются абсолютные статистические величины?
2. Что такое относительная величина?
3. Какие виды относительных величин вам известны?

4. В каких единицах измеряются относительные показатели?
5. Перечислите виды средних величин.
6. Могут ли мода, медиана и средняя арифметическая величина совпадать?
7. Какие показатели относятся к абсолютным показателям вариации?
8. Что такое структурные средние?
9. Какие виды структурных средних вам известны? Что они собой представляют?
10. Что такое вариация?
11. Что представляет собой вариационный ряд и на какие виды он подразделяется?
12. Какие показатели вариации существуют?
13. Что представляет собой дисперсия и какие ее виды вы знаете?
14. Как формулируется правило сложения дисперсий и в чем его практическое значение?
15. По какому показателю судят об однородности совокупности?
16. Что такое эмпирический коэффициент детерминации и эмпирическое корреляционное отклонение?

Лекция 6

ВЫБОРОЧНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

1. *Теоретические основы выборочного наблюдения.*
2. *Ошибки выборочного наблюдения.*
3. *Определение объема выборки.*

1. Теоретические основы выборочного наблюдения

Статистическая методология массовых исследований различает два способа наблюдения: сплошное и несплошное. Разновидностью несплошного наблюдения является выборочное. Оно применяется в тех случаях, когда проведение сплошного наблюдения невозможно (некоторые совокупности настолько велики, что физически невозможно собрать данные в отношении каждого из их членов) или экономически нецелесообразно.

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

Если описывают большую совокупность объектов, которая называется *генеральной*, но ее объекты труднодоступны или имеются другие причины, не позволяющие изучить все единицы, прибегают к изучению какой-то части объектов. Эта выбранная для полного исследования часть называется *выборкой* (выборочной совокупностью).

Качество результатов выборочного наблюдения зависит от того, насколько состав выборки представляет генеральную совокупность, т. е. насколько выборка *репрезентативна*. Для обеспечения репрезентативности выборки необходимо соблюдение принципа случайности отбора единиц.

Проведение выборочного наблюдения зависит от вида отбора, метода и способа формирования выборочной совокупности.

Различают следующие *виды отбора*: индивидуальный, групповой и комбинированный. При *индивидуальном отборе* в выборочную совокупность отбираются отдельные единицы генеральной совокупности; при *групповом отборе* – качественно однородные группы или серии изучаемых единиц; *комбинированный отбор* предполагает сочетание первого и второго видов отбора.

Методы отбора единиц в выборочную совокупность подразделяют на повторный и бесповторный.

При *повторном отборе* общая численность единиц генеральной совокупности в процессе отбора остается неизменной. Каждая попавшая в выборку единица возвращается в генеральную совокупность и имеет шанс вторично попасть в выборку. При этом вероятность попадания в выборочную совокупность для всех единиц генеральной совокупности остается одинаковой.

При *бесповторном отборе* каждая отобранная единица не возвращается в генеральную совокупность и не может подвергнуться вторичной регистрации, поэтому для остальных единиц вероятность попадания в выборку увеличивается.

При формировании выборочной совокупности используют следующие *способы отбора*: простой случайный, механический, серийный, типичный, моментный отбор.

Случайный отбор производится с помощью жеребьевки либо по таблице случайных чисел. В первом случае всем элементам генеральной совокупности присваивается порядковый номер и на каждый элемент заводится жребий в виде пронумерованных шаров или карточек-фишек, которые перемешиваются и помещаются в ящик. Затем производится отбор «наудачу». Во втором случае из специальных таблиц производится выбор случайных чисел, которые образуют порядковые номера для отбора.

При *механическом способе* формирования выборки отбирается каждый (n/N) -й элемент генеральной совокупности, т. е. в выборочную совокупность из генеральной, разбитой по нейтральному признаку на равные интервалы, отбирается только одна единица из каждой группы, находящаяся в середине.

При *серийном способе* в порядке случайного или механического отбора отбирают не единицы, а определенные группы (серии), внутри которых проводится сплошное наблюдение.

Типичным способом производится отбор единиц из неоднородной совокупности. Для этого генеральную совокупность с помощью типологической группировки разбивают на однородные группы, а затем из каждой группы случайным или механическим способом отбирают единицы в выборочную совокупность. При этом единицы разных групп включаются в выборку пропорционально их численности в генеральной совокупности.

Моментный способ применяется для определения структуры затрат рабочего времени и характеристики использования оборудования. Он заключается в периодической фиксации состояния наблюдаемых единиц в заранее установленные или случайно выбранные моменты времени. При этом заранее составляется перечень всех возможных состояний процесса или видов затрат времени, а по окончании наблюдения подсчитывается доля отметок о каждом состоянии или виде затрат времени в общем числе наблюдений.

2. Ошибки выборочного наблюдения

В процессе проведения выборочного наблюдения возможны ошибки, возникающие вследствие влияния человеческого фактора или в силу того, что выборочная совокупность не полностью воспроизводит генеральную. Разность между показателями выборочной и генеральной совокупностей называется **ошибкой выборки** и обозначается μ_x .

Ошибки выборки являются случайными величинами и могут принимать различные значения. Поэтому определяют среднюю из возможных ошибок – *среднюю ошибку выборки*.

В условиях большой выборки ($n \geq 30$) средняя ошибка выборки определяется по формулам теории вероятностей:

- *при случайной повторной выборке:*

- для средней количественного признака:

$$\mu_x = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}};$$

- для доли (альтернативного признака):

$$\mu_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}},$$

где p – доля единиц, обладающих альтернативным признаком; определяется отношением числа единиц, обладающих изучаемым признаком m , к общему числу единиц выборочной совокупности N ;

- *при случайной бесповторной выборке:*

- для средней количественного признака:

$$\mu_x = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)};$$

– для доли (альтернативного признака):

$$\mu_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)},$$

где N – объем генеральной совокупности.

Так как величины σ^2 и p по генеральной совокупности часто неизвестны, то их в условиях большой выборки обычно заменяют выборочными значениями: S^2 – выборочная дисперсия и w – выборочная доля.

Помимо средней ошибки выборки рассчитывают предельную ошибку выборки (Δ_x , Δ_p).

Предельная ошибка выборки – максимально возможное расхождение средних, т. е. максимум ошибок при заданной вероятности, с которой гарантируется предельная ошибка.

Формулы для расчета ошибок выборки сведены в табл. 3.

Таблица 3

Формулы для расчета ошибок выборки

Метод отбора	Показатель	Формулы для расчета ошибок выборки при определении	
		средней величины количественного признака	доли (альтернативного признака)
Повторный	Средняя ошибка выборки	$\mu_x = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$	$\mu_w = \sqrt{\frac{w(1-w)}{n}}$
	Предельная ошибка выборки	$\Delta_x = t \cdot \sqrt{\frac{S^2}{n}}$	$\Delta_w = t \cdot \sqrt{\frac{w(1-w)}{n}}$
Бесповторный	Средняя ошибка выборки	$\mu_x = \sqrt{\frac{S^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$	$\Delta_w = \sqrt{\frac{w(1-w)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$
	Предельная ошибка выборки	$\Delta_x = t \cdot \sqrt{\frac{S^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$	$\Delta_w = t \cdot \sqrt{\frac{w(1-w)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$

Примечание. t – коэффициент доверия (нормированное отклонение), зависящий от доверительной вероятности P , с которой гарантируется величина предельной ошибки; определяется по специальной таблице.

Формулы для расчета предельной ошибки позволяют решать задачи двух видов:

- 1-я задача: определение пределов генеральных характеристик с заданной степенью надежности (доверительной вероятностью) на основе показателей, полученных по данным выборки;

- 2-я задача: определение доверительной вероятности того, что генеральная характеристика может отличаться от выборочной не более чем на определенную заданную величину.

3. Определение объема выборки

Определение объема выборки производится в зависимости от метода отбора. Для расчета объема выборки необходимо иметь следующие данные:

- 1) доверительная вероятность P либо коэффициент доверия t ;
- 2) дисперсия изучаемого признака S^2 или $w(1-w)$;
- 3) величина максимально допустимой ошибки Δ_x или Δ_p ;
- 4) объем генеральной совокупности N .

Формулы для расчета численности выборки представлены в табл. 4.

Таблица 4

Формулы для расчета численности выборки

Признак	Формулы для расчета численности выборки при методе отбора единиц	
	повторном	бесповторном
Для средней (для количественного признака)	$n = \frac{t^2 \cdot S^2}{\Delta_x^2}$	$n = \frac{t^2 \cdot S^2 \cdot N}{\Delta_x^2 \cdot N + t^2 \cdot S^2}$
Для доли (для альтернативного признака)	$n = \frac{t^2 \cdot w(1-w)}{\Delta_p^2}$	$n = \frac{t^2 \cdot w(1-w) \cdot N}{\Delta_p^2 \cdot N + t^2 \cdot w(1-w)}$

В случаях, когда частность w даже приблизительно неизвестна, в расчет вводят максимальную величину дисперсии доли, т. е. 0,25 (при $w = 0,5$).

Для расчета объема выборки нужно знать дисперсию. Если данных по ней нет, то для определения дисперсии надо провести специальное выборочное обследование небольшого объема.

Контрольные вопросы

1. Какое наблюдение называется выборочным?
2. В чем преимущества выборочного наблюдения над сплошным?
3. Каковы основные этапы проведения выборочного наблюдения?
4. Какие виды ошибок существуют? Что представляет собой ошибка выборки?
5. Каким образом может быть вычислена средняя ошибка выборки при случайном повторном и бесповторном отборе?

Лекция 7

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

1. *Понятие корреляционной зависимости.*
2. *Методы изучения стохастических связей.*
3. *Многофакторный корреляционный и регрессионный анализ в экономико-статистических исследованиях.*

1. Понятие корреляционной зависимости

Один из наиболее общих законов объективного мира – закон существования всеобщей связи и зависимости между явлениями. Естественно, что, исследуя явления в самых различных областях, статистика неизбежно сталкивается с зависимостями как между количественными, так и между качественными показателями, признаками. Ее задача – обнаружить такие зависимости и дать им количественную характеристику.

Среди взаимосвязанных признаков (показателей) одни могут рассматриваться как определенные факторы, влияющие на изменение других (*факторные*), а вторые (*результативные*) – как следствие, результат влияния первых. Вследствие этого существуют 2 вида связи между отдельными признаками: функциональная и стохастическая (статистическая), частным случаем которой является корреляционная [3].

Связь между двумя переменными x и y называется *функциональной*, если определенному значению переменной x строго соответствует одно или несколько значений переменной y и с изменением значения x значение y меняется строго определенно.

Там, где взаимодействует множество факторов, в том числе и случайных, выявить зависимости, рассматривая единичный случай, невозможно. Их можно обнаружить только при массовом наблюдении как статистические закономерности. Выявленная таким образом связь именуется *стохастической*.

Корреляционная связь – это связь, проявляющаяся при большом числе наблюдений в виде определенной зависимости между средним значением результативного признака и признаками-фактора-

ми. Другими словами, корреляционную связь условно можно рассматривать как своего рода функциональную связь средней величины одного признака (результативного) со значением другого (или других). Если рассматривается связь средней величины результативного показателя y с одним признаком-фактором x , корреляция называется *парной*, а если факторных признаков 2 и более (x_1, x_2, \dots, x_m) – *множественной*.

По характеру изменений x и y в парной корреляции различают прямую и обратную связь. При прямой связи значения обоих признаков изменяются в одном направлении, т. е. с увеличением (уменьшением) значений x увеличиваются (уменьшаются) и значения y . При обратной связи значения факторного и результативного признаков изменяются в разных направлениях.

Изучение корреляционных связей сводится в основном к решению следующих задач:

1) выявление наличия (отсутствия) корреляционной связи между изучаемыми признаками;

2) измерение тесноты связи между двумя (и более) признаками с помощью специальных коэффициентов (эта часть исследования именуется *корреляционным анализом*);

3) определение уравнения регрессии – математической модели, в которой среднее значение результативного признака y рассматривается как функция одной или нескольких переменных – факторных признаков (эта часть исследования именуется *регрессионным анализом*).

Термин «*корреляционно-регрессионный анализ*» подразумевает всестороннее исследование корреляционных связей, т. е. решение всех трех задач. Корреляционно-регрессионный анализ находит широкое применение в статистике [2].

2. Методы изучения стохастических связей

Для выявления наличия и характера корреляционной связи между двумя признаками в статистике используется ряд методов.

1. *Рассмотрение параллельных данных* (значений x и y в каждой из n единиц). Единицы наблюдения необходимо расположить по возрастанию значений факторного признака x и затем сравнить с ним (визуально) поведение результативного признака y .

2. *Графический метод* – графическое изображение корреляционной зависимости. Имея n взаимосвязанных пар значений x и y и пользуясь прямоугольной системой координат, каждую такую пару изображают в виде точки на плоскости с координатами x и y . Совокупность полученных точек представляет собой *корреляционное поле*. Соединяя последовательно нанесенные точки отрезками, получают ломаную линию, именуемую *эмпирической линией регрессии*. Визуально анализируя график, можно предположить характер зависимости между признаками x и y .

3. *Метод аналитических группировок*. При использовании этого метода производят группировку единиц совокупности по факторному признаку и для каждой группы вычисляют среднее или относительное значение результативного признака.

4. *Выбор уравнения регрессии*. Уравнение регрессии представляет собой математическое описание изменения взаимно коррелируемых величин по эмпирическим (фактическим) данным. Оно позволяет определить, каким будет среднее значение результативного признака y при том или ином значении факторного признака x , если остальные факторы, влияющие на y и не связанные с x , не учитывать, т. е. абстрагироваться от них. Другими словами, уравнение регрессии можно рассматривать как вероятностную гипотетическую функциональную связь величины результативного признака y со значениями факторного признака x .

Уравнение регрессии можно также назвать *теоретической линией регрессии*. Рассчитанные по уравнению регрессии значения результативного признака называются *теоретическими*. Они обычно обозначаются \hat{y}_x или \bar{y}_x и рассматриваются как функция от x , т. е. $\hat{y}_x = f(x)$.

Уравнение однофакторной (парной) линейной корреляционной связи имеет вид

$$\hat{y}_x = a_0 + a_1 x,$$

где \hat{y}_x – теоретические значения результативного признака, полученные по уравнению регрессии;

a_0, a_1 – коэффициенты (параметры) уравнения регрессии.

Существует несколько методов нахождения параметров (a_0, a_1) уравнения регрессии. Наиболее часто используется *метод наимень-*

ших квадратов. Его суть заключается в следующем требовании: искомые теоретические значения результативного признака \hat{y}_x должны быть такими, чтобы обеспечивалась минимальная сумма квадратов их отклонений от эмпирических значений, т. е.

$$S = \sum (y - \hat{y}_x)^2 = (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2 \rightarrow \min.$$

Для нахождения минимума данной функции приравнивают к нулю ее частные производные и получают систему двух линейных уравнений, которая называется *системой нормальных уравнений*:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum x = \sum y, \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 = \sum xy. \end{cases}$$

Определив значения a_0 , a_1 и подставив их в уравнение связи $\hat{y}_x = a_0 + a_1 x$, находят значения \hat{y}_x , зависящие только от заданного значения.

5. Использование линейного коэффициента корреляции – самого популярного измерителя тесноты линейной связи между двумя количественными признаками x и y . Данный метод основан на предположении о том, что при *полной независимости признаков* x и y отклонения значений факторного признака от средней ($x - \bar{x}$) носят случайный характер и должны случайно сочетаться с различными отклонениями ($y - \bar{y}$). При наличии значительного перевеса совпадений или несовпадений таких отклонений делается предположение о наличии связи между x и y .

Линейный коэффициент корреляции r представляет собой среднюю величину из произведений нормированных отклонений для x и y и определяется по формуле

$$r = \frac{\sum xy - \sum x \frac{\sum y}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right]}}$$

или

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}.$$

Линейный коэффициент корреляции может принимать значения от -1 до $+1$.

Существует эмпирическое правило (шкала Чэддока) для оценки тесноты связи (табл. 5).

Таблица 5

Шкала Чэддока

$ r $	Теснота связи
Менее 0,1	Отсутствует линейная связь
0,1 ÷ 0,3	Слабая
0,3 ÷ 0,5	Умеренная
0,5 ÷ 0,7	Заметная
Более 0,7	Сильная (тесная)

Таким образом, коэффициент корреляции при линейной зависимости служит как мерой тесноты связи, так и показателем, характеризующим степень приближения корреляционной зависимости между x и y к линейной. Поэтому близость значения r к 0 в одних случаях может означать отсутствие связи между x и y , а в других свидетельствовать о том, что зависимость нелинейная.

3. Многофакторный корреляционный и регрессионный анализ в экономико-статистических исследованиях

Социально-экономические процессы и явления изменяются под влиянием не одного, а целого ряда факторов. Возникает необходимость оценить меру влияния на исследуемый результативный показатель каждого из включенных в уравнение факторов при фиксированном положении остальных факторов. Делается это с помощью многофакторного корреляционного и регрессионного анализа.

Суть анализа заключается в следующем: находят аналитическое выражение, которое отражает установленную в ходе теоретического анализа связь независимых признаков с результативным, затем строят уравнение множественной регрессии и находят его неизвестные параметры, после осуществляют проверку адекватности полученной модели.

Для измерения тесноты связи между двумя из рассматриваемых переменных без учета их взаимодействия с другими переменными применяют *парный коэффициент корреляции*.

Если переменная y испытывает влияние двух переменных — x и z , то коэффициент множественной корреляции может быть определен по формуле

$$r_{yz} = \sqrt{\frac{r_{yz}^2 \div r_{yz}^2 - 2r_{yz} \cdot r_{yz} r_{xz}}{1 - r_{xz}^2}},$$

где r_{yx} , r_{yz} , r_{xz} — простые коэффициенты линейной парной корреляции (подстрочные индексы показывают, между какими признаками они исчисляются).

Его значения находятся в пределах от -1 до $+1$.

Если известны средние квадратические отклонения анализируемых величин, то парные коэффициенты корреляции рассчитываются по формулам

$$r_{yx_1} = \frac{\overline{x_1 y - \bar{x}_1 \bar{y}}}{\sigma_{x_1} \sigma_y};$$

$$r_{yx_2} = \frac{\overline{x_2 y - \bar{x}_2 \bar{y}}}{\sigma_{x_2} \sigma_y};$$

$$r_{x_1 x_2} = \frac{\overline{x_1 x_2 - \bar{x}_1 \bar{x}_2}}{\sigma_{x_1} \sigma_{x_2}}.$$

Иногда представляет интерес измерение частных зависимостей (между y и x_j) при условии, что воздействие других факторов, принимаемых во внимание, устранено. В качестве соответствующих измерителей приняты *частные коэффициенты корреляции*.

В зависимости от количества переменных (влияние которых исключается) частные коэффициенты корреляции могут быть различного порядка: первого порядка — при исключении влияния одной переменной; второго порядка — при исключении влияния двух переменных и т. д.

Частные коэффициенты первого порядка между признаками x_1 и y при исключении признака x_2 вычисляются по формуле

$$r_{yx_1(x_2)} = \frac{r_{yx_1} - r_{yx_2} r_{x_1 x_2}}{(1 - r_{yx_2}^2)(1 - r_{x_1 x_2}^2)}.$$

Зависимость y от x_2 при исключенном влиянии x_1 рассчитывают по формуле

$$r_{y x_2(x_1)} = \frac{r_{y x_2} - r_{y x_1} r_{x_1 x_2}}{(1 - r_{y x_1}^2)(1 - r_{x_1 x_2}^2)}.$$

Если устранить влияние результирующего признака, то взаимосвязь факторных признаков будет рассчитывается следующим образом:

$$r_{x_1 x_2(y)} = \frac{r_{x_1 x_2} - r_{y x_1} r_{y x_2}}{\sqrt{(1 - r_{y x_1}^2)(1 - r_{y x_2}^2)}}.$$

Изучение парных и частных коэффициентов корреляции позволяет отобрать наиболее существенные, значимые факторы.

Контрольные вопросы

1. Какие виды связей существуют и что они собой представляют?
2. Какие методы изучения стохастических связей существуют?
3. Каковы цели и задачи применения метода корреляционно-регрессионного анализа?
4. В чем значимость коэффициентов простой линейной корреляции?
5. Для чего может быть использован многофакторный корреляционный и регрессионный анализ в экономико-статистических исследованиях?
6. Какие виды коэффициентов корреляции вам известны?

Лекция 8

ДИНАМИЧЕСКИЕ РЯДЫ

1. Понятие и виды рядов динамики.
2. Показатели изменения уровней ряда динамики.
3. Способы обработки рядов динамики.
4. Анализ сезонных колебаний.
5. Прогнозирование в рядах динамики.

1. Понятие и виды рядов динамики

Среди основных задач статистики видное место занимает описание изменений показателей во времени, изучение динамики развития социально-экономических процессов.

Рядом динамики (динамическим рядом, временным рядом) в статистике называется последовательность значений статистического показателя (признака), упорядоченная в хронологическом порядке возрастания временного периода.

Каждый ряд динамики состоит из двух элементов:

- 1) уровень изучаемого явления (y);
- 2) период времени, к которому относится уровень ряда (t).

В качестве показателя времени в рядах динамики могут указываться либо определенные моменты времени (даты), либо отдельные периоды (сутки, месяцы, кварталы, полугодия, годы и т. д.).

Ряды динамики классифицируются следующим образом:

1. В зависимости от способа выражения уровней ряды динамики подразделяются на *ряды абсолютных, относительных и средних величин*.

2. В зависимости от того, как уровни ряда выражают состояние явления в определенные моменты времени, различают *моментные и интервальные ряды динамики*.

Недостатком моментных рядов является то, что они содержат элементы повторного счета, поэтому суммирование моментных рядов динамики обычно не производят.

3. В зависимости от расстояний между уровнями ряды динамики подразделяются на *ряды с равностоящими и неравностоящими уровнями* ряда во времени.

При построении рядов динамики обязательным условием является соблюдение принципа сопоставимости их уровней. Статистические данные должны быть сопоставимы по территории, кругу охватываемых объектов, единицам измерения, времени регистрации, ценам и методологии расчета.

Территориальную, объемную и методологическую сопоставимость можно обеспечить:

- 1) методом «смыкания рядов динамики»;
- 2) методом приведения к одному основанию.

Суть *метода «смыкания рядов динамики»* состоит в объединении рядов абсолютных величин в один ряд с помощью коэффициента, рассчитанного по году, в котором произошло изменение условий расчета или методики расчета, с последующей корректировкой на него ряда с уровнями, полученными при использовании старой методики или условий расчета.

Метод приведения к одному основанию используется чаще всего из-за несопоставимости цен. Поэтому абсолютные уровни рядов динамики выражают в относительных (изменение единиц измерения или единиц счета) величинах.

Если ряды динамики не сопоставимы по числу охватываемых объектов, то устранить различие можно расчетом не относительных, а средних величин.

2. Показатели изменения уровней ряда динамики

К показателям, характеризующим изменения уровней ряда динамики, относят:

- 1) абсолютный прирост;
- 2) темпы роста;
- 3) темпы прироста;
- 4) абсолютное значение 1 % прироста;
- 5) средний темп роста;
- 6) средний темп прироста;
- 7) средний абсолютный прирост;
- 8) средний уровень ряда динамики.

Абсолютный прирост, темп роста и темп прироста могут быть рассчитаны с переменной или с постоянной базой сравнения. Если производится сравнение каждого уровня с предшествующим уровнем, то показатели называют *цепными*. Если за базу сравнения принимается начальный уровень, то показатели называются *базисными*.

При расчете показателей динамики приняты следующие обозначения:

y_i – уровень любого периода, кроме 1-го (текущий уровень);

y_{i-1} – уровень периода, предшествующего текущему;

y_0 – уровень ряда, выбранный в качестве базового (как правило, начальный).

Абсолютный прирост (Δy) показывает, на сколько единиц в абсолютном выражении уровень текущего периода больше (или меньше) предшествующего или базисного. Рассчитывается по формулам:

- цепной:

$$\Delta y^{\text{цеп}} = y_i - y_{i-1};$$

- базисный:

$$\Delta y^{\text{баз}} = y_i - y_0.$$

Показатель роста характеризует интенсивность изменения уровня ряда динамики и показывает, во сколько раз сравниваемый уровень больше уровня, с которым производится сравнение (если этот коэффициент больше единицы), или какую часть уровня, с которым производится сравнение, составляет сравниваемый уровень (если он меньше единицы).

Если показатель роста выражается в виде коэффициента и измеряется в долях единицы, он называется *коэффициентом роста*. Рассчитывается с переменной и постоянной базами сравнения по следующим формулам:

- цепной:

$$K_p^{\text{цеп}} = \frac{y_i}{y_{i-1}};$$

- базисный:

$$K_p^{\text{баз}} = \frac{y_i}{y_0}.$$

Если показатель роста измеряется в процентах, он называется *темпом роста*. Рассчитывается по формулам:

- цепной:

$$T_p^{\text{цеп}} = \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdot 100;$$

- базисный:

$$T_p^{\text{баз}} = \frac{y_i}{y_0} \cdot 100.$$

Темп роста – величина всегда положительная.

Темп прироста ($T_{\text{пр}}$) показывает, на сколько процентов сравниваемый уровень больше или меньше уровня, принятого за базу сравнения. Показатель характеризует относительную скорость изменения уровня ряда в единицу времени. Рассчитывается по следующим формулам:

- цепной:

$$T_{\text{пр}}^{\text{цеп}} = \frac{\Delta y^{\text{цеп}}}{y_{i-1}} \cdot 100\% = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} \cdot 100\% = T_p^{\text{цеп}} - 100\%;$$

- базисный:

$$T_{\text{пр}}^{\text{баз}} = \frac{\Delta y^{\text{баз}}}{y_0} = \frac{y_i - y_0}{y_0} \cdot 100\% = T_p^{\text{баз}} - 100\%.$$

$$T_{\text{пр}} = T_p - 100, \text{ или } K_{\text{пр}} = K_p - 1.$$

$T_{\text{пр}}$ может быть больше нуля, меньше нуля либо равен нулю. Выражается он в процентах и долях (коэффициенты прироста).

Сравнение абсолютного прироста и темпа прироста за одни и те же периоды времени показывает, что в реальных процессах замедление темпа прироста не всегда сопровождается уменьшением абсолютного прироста. Поэтому проводят сопоставление этих показателей через расчет абсолютного значения одного процента прироста.

Абсолютное значение 1 % прироста (A) показывает, какая величина абсолютного прироста приходится на каждый процент прироста. Расчет этого показателя имеет смысл только на цепной осно-

ве. Определяется абсолютное значение 1 % прироста по следующей формуле:

$$A = \frac{\Delta y}{T_{\text{пр}}} = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} \cdot 100 = \frac{y_{i-1}}{100} = 0,01y_{i-1}.$$

Для получения обобщающих показателей динамики развития исследуемого явления определяют средние показатели.

Средний уровень ряда динамики – обобщающая характеристика изменения (развития) ряда динамики. Средний уровень *интервально-го равностоящего ряда* рассчитывается по формуле средней арифметической простой, а средний уровень *интервального неравностоящего ряда* – по формуле средней арифметической взвешенной. Средний уровень *моментного ряда с равными интервалами* рассчитывается по формуле средней хронологической.

Средний абсолютный прирост ($\bar{\Delta y}$) – обобщающая характеристика скорости изменения исследуемого показателя во времени. Показатель определяется по формуле

$$\bar{\Delta y} = \frac{\sum (y_i - y_{i-1})}{n-1} = \frac{y_n - y_1}{n-1},$$

где y_n – последнее значение уровня ряда динамики;

y_1 – первое значение уровня ряда;

n – число уровней ряда.

Средний коэффициент роста (средний темп роста) показывает, во сколько раз в среднем за единицу времени изменится уровень ряда динамики:

$$\bar{k}_p = \sqrt[n-1]{k_{p_1} \cdot k_{p_2} \cdot \dots \cdot k_{p_{n-1}}} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}; \bar{T}_p = k_p \cdot 100\%.$$

Средний темп прироста ($\bar{T}_{\text{пр}}$) характеризует среднюю интенсивность изменения уровней ряда динамики:

$$\bar{T}_{\text{пр}} = \bar{T}_p - 100\% = (k_p - 1) \cdot 100\%.$$

Данный показатель является сводной характеристикой развития явления.

Недостатком средних показателей динамики является то, что они не учитывают влияние промежуточных уровней.

3. Способы обработки рядов динамики

Одна из главных задач изучения рядов динамики – выявить основную тенденцию (закономерность) в изменении уровней ряда, именуемую *трендом*. На основании выделенного тренда можно экстраполировать (прогнозировать) развитие явления в будущем. Чтобы сделать правильные выводы о закономерностях развития того или иного показателя, надо суметь отделить тренд от колебаний, вызванных случайными кратковременными причинами. С этой целью ряды динамики подвергают *обработке*. Существует несколько методов обработки рядов динамики, помогающих выявить основную тенденцию изменения уровней ряда, а именно:

- 1) метод укрупнения интервалов;
- 2) метод скользящей средней;
- 3) метод аналитического выравнивания.

Метод укрупнения интервалов заключается в том, что периоды времени укрупняют, т. е. переходят от коротких к более длительным. Этот метод особенно эффективен, если первоначальные уровни ряда относятся к коротким промежуткам времени. В ряду с укрупненными интервалами времени закономерность изменения уровней будет более наглядной.

Метод скользящей средней по своей сути похож на метод укрупнения интервалов, но фактические уровни заменяются средними уровнями, рассчитанными для последовательно подвижных (скользящих) укрупненных интервалов, охватывающих m уровней ряда. Например, если принять $m = 3$, то сначала рассчитывается средняя величина из первых трех уровней, затем находится средняя величина из 2, 3 и 4-го уровней, потом из 3, 4 и 5-го и т. д., т. е. каждый раз в сумме трех уровней появляется новый уровень, а два остаются прежними, что и обуславливает взаимопогашение случайных колебаний в средних уровнях. Рассчитанные из m членов скользящие средние относятся к середине (центру) каждого рассматриваемого интервала.

Наиболее совершенным методом обработки рядов динамики в целях устранения случайных колебаний и выявления тренда является **выравнивание уровней ряда по аналитическим формулам** (или **аналитическое выравнивание**). Суть аналитического выравнивания заключается в замене эмпирических (фактических, исходных) уровней y ; теоретическими \hat{y} , которые рассчитаны по определенной

функции, выбранной в предположении, что она наилучшим образом описывает эмпирические данные. Расчет параметров функции производится с помощью метода наименьших квадратов.

Выбор той или иной функции для выравнивания ряда динамики осуществляется на основании графического изображения эмпирических данных.

Тенденцию развития социально-экономических явлений обычно изображают в виде кривой, параболы, гиперболы и прямой линии. Выравнивание по прямой используется в тех случаях, когда абсолютные приросты практически постоянны. Выравнивание по показательной функции применяется в случаях, когда ряд отражает развитие в геометрической прогрессии.

При выравнивании ряда динамики по прямой, уравнение которой $\bar{y} = a_0 + a_1 \cdot t$, параметры a_0 и a_1 согласно методу наименьших квадратов находятся путем решения системы нормальных уравнений:

$$\begin{aligned} \sum y_t &= a_0 \cdot n + a_1 \cdot \sum t, \\ \sum y_t \cdot t &= a_0 \sum t + a_1 \sum t^2, \end{aligned}$$

где t – условное обозначение времени;

y – фактические уровни ряда.

Сумма уравнений упрощается, если t подобрать так, чтобы их сумма равнялась 0, т. е. начало отсчета времени перенести в середину рассматриваемого периода. После переноса начала координат в середину ряда оценка параметров дает следующие выражения:

$$a_0 = \frac{\sum y_t}{n}, \quad a_1 = \frac{\sum y_t t}{t^2}.$$

Мерой точности выбранного уравнения может служить остаточная дисперсия, остаточное среднее квадратичное отклонение или средняя ошибка аппроксимации (приближения). При этом следует иметь в виду, что сумма линейных отклонений ($\Delta_i = \sum |y_t - \bar{y}_t|$) должна стремиться к минимуму ($\sum_{i=1}^n |\Delta_i| \rightarrow \min$) или $\sum (y_t - a_0 - a_1 \cdot t)^2 = \sum \Delta_i^2$, для остаточных сумм квадратов (Δ_i^2) $\sum_{i=1}^n (y_t - a_0 - a_1 \cdot t)^2 = \sum \Delta_i^2$.

Средняя ошибка аппроксимации рассчитывается по формуле

$$\overline{E}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{|y_i - \bar{y}_i|}{y_i} \right) \cdot 100.$$

Нормативное значение средней ошибки аппроксимации равно $\overline{E}_1 \leq 12 - 15\%$.

Проводя сравнительную оценку моделей тренда, можно использовать лишь одну из характеристик: остаточную дисперсию (Δ) или ошибку аппроксимации (E).

4. Анализ сезонных колебаний

Если в анализируемой временной последовательности наблюдаются устойчивые отклонения от тенденции, то можно предположить наличие в ряду динамики некоторых колебательных процессов. Это особенно заметно, когда изучаемые явления имеют сезонный характер, т. е. возрастание или убывание уровней повторяется регулярно с интервалом в год.

Таким образом, *сезонными* называют периодические колебания, возникающие под влиянием смены времени года. Например, имеет место сезонная продажа товаров, производство сельхозпродукции, потребление топлива и электроэнергии для бытовых нужд и т. д.

Уровень сезонности оценивается с помощью индексов сезонности или посредством гармонического анализа.

Индексы сезонности показывают, во сколько раз фактический уровень ряда в момент или интервал времени t больше (меньше) среднего уровня либо уровня, вычисленного по уравнению тренда.

Способы определения индексов сезонности зависят от наличия или отсутствия основной тенденции.

Если *тренда нет или он незначителен*, то для каждого месяца (квартала) индекс сезонности находят по формуле

$$i_t^{\text{сез}} = \frac{y_t}{y_{\text{ср}}},$$

где y_t – уровень показателя за месяц t ;

$y_{\text{ср}}$ – среднее значение уровня за период.

Этой формулой обычно пользуются при расчете индексов сезонности за 1 год.

При наличии информации за ряд лет индекс сезонности рассчитывают по формуле

$$i_t^{\text{сез}} = \frac{\bar{y}_t}{y_{\text{ср}}},$$

где \bar{y}_t – средний уровень показателя по одноименным месяцам за ряд лет;

$y_{\text{ср}}$ – среднемесячное значение за весь период в целом.

При наличии тренда индекс сезонности определяется на основе методов, исключая влияние тенденции. Расчет выполняют в следующем порядке:

1) для каждого уровня определяют выровненные значения по тренду $f(t)$;

2) рассчитывают отношения $i_t = \frac{y_t}{f(t)}$;

3) при необходимости находят среднее из этих отношений для одноименных месяцев (кварталов):

$$i_t^{\text{сез}} = \frac{i_t^1 + i_t^2 + \dots + i_t^T}{T},$$

где T – число лет.

После определения индексов сезонности строится график, который называется *графиком сезонной волны* (значения индексов откладываются на серединах периодов).

5. Прогнозирование в рядах динамики

Определение основной тенденции развития явления дает основание для прогнозирования, а также позволяет выполнить расчеты для периодов, в отношении которых нет исходных данных.

Нахождение по имеющимся данным за определенный период времени некоторых недостающих значений признака внутри анализируемого периода называется *интерполяцией*, а за пределами этого периода – *экстраполяцией*.

Применение экстраполяции для прогнозирования предполагает, что закономерность развития, действующая в прошлом, сохранится и в будущем.

Выделяют следующие методы экстраполяции: 1) среднего абсолютного прироста; 2) среднего темпа роста; 3) на основе аналитического выравнивания ряда (тренда).

Метод среднего абсолютного прироста основан на предположении о равномерном изменении уровня ряда динамики, что предусматривает стабильные абсолютные приросты. Экстраполяция выполняется по следующей формуле:

$$\bar{y}_{i+t} = y_i + \bar{\Delta y} \cdot t,$$

где y_{i+t} – прогнозируемый уровень ряда в $(i + t)$ -м периоде;

\bar{y}_i – уровень ряда, предшествующий прогнозу;

$\bar{\Delta y}$ – средний абсолютный прирост;

t – срок прогноза.

Метод среднего темпа роста используется в случае, когда есть основание считать, что общая тенденция ряда характеризуется экспоненциальной кривой:

$$y_{i+t} = y_i \cdot \bar{k}_p^t,$$

где \bar{k}_p – средний коэффициент роста;

t – срок прогноза.

Наиболее распространенным методом прогнозирования считают *метод аналитического выравнивания ряда (тренда)*. При этом для выхода за границы исследуемого периода достаточно продолжить значения независимой переменной времени (t).

Недостатком рассмотренных методов прогнозирования является их приближенность. Это связано с предположением о формировании уровня ряда только под воздействием фактора времени ($y = f(t)$), хотя фактически он формируется под влиянием множества факторов.

Кроме того, выявленная в прошлом тенденция характеризует лишь движение среднего уровня, а те уровни, которые от него отклонялись, будут и в дальнейшем сохранять эту отрицательную динамику. Поэтому методы экстраполяции используются для прогнозирования в коротком временном интервале (квартал, полугодие, год).

Контрольные вопросы

1. Что называется рядом динамики?
2. Какие виды рядов динамики вам известны?
3. Каким образом могут быть представлены уровни в динамическом ряду?
4. Что такое смыкание рядов динамики и для чего оно необходимо?
5. Что является основными показателями динамики? Как они рассчитываются?
6. Что такое средний уровень ряда?
7. Какими методами осуществляется изучение основной тенденции развития в рядах динамики?
8. Что такое экстраполяция рядов динамики?

Лекция 9

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНДЕКСЫ

1. Понятие экономических индексов.
2. Агрегатная форма сводных индексов.
3. Средние формы сводных индексов.
4. Основные сводные индексы.
5. Взаимосвязь индексов.

1. Понятие экономических индексов

Индекс – относительный показатель, выражающий соотношение величин какого-либо явления во времени и пространстве или сравнение фактических данных с любым эталоном (планом, нормативом и т. д.).

В переводе с латинского слово «*index*» означает «показатель».

В международной практике индексы принято обозначать *символами*:

- 1) *i* – индивидуальные (частные) индексы;
- 2) *J* – общие (сводные) индексы;

Знак внизу справа от символа обозначает период сравнения: 0 – базисный, 1 – отчетный.

Для обозначения *индексируемых показателей* используют следующие символы:

q – количество (объем) какого-либо товара в натуральном выражении;

p – цена единицы товара;

pq – стоимость продукции или объем товарооборота;

z – себестоимость единицы продукции;

t – затраты времени на производство единицы продукции;

T – общие затраты времени (*tq*) на производство продукции;

ч – численность рабочих (через трудоемкость: $\sum tq / \sum q$);

zq – общие издержки на производство и реализацию продукции;

w – выработка продукции в стоимостном выражении в расчете на одного рабочего;

v – выработка продукции в натуральном выражении в расчете на одного рабочего.

В общем виде индекс записывается следующим образом:

$$i = \frac{q_1}{q_0}.$$

Показатель, изменение которого определяется в индексе, называется *индексируемым*.

В статистическом анализе приходится сталкиваться с простыми и сложными (несопоставимыми) явлениями. Для их характеристики используются разные индексы.

Показатели, характеризующие изменение более или менее однородных явлений или объектов, входящих в состав сложного явления, называются *индивидуальными индексами* (i).

При изучении изменения уровня цен, затрат, объема продукции в текущем периоде по сравнению с базисным по одному конкретному продукту рассчитываются индивидуальные индексы цен, себестоимости, объема:

$$i_p = \frac{P_1}{P_0}; \quad i_q = \frac{q_1}{q_0}; \quad i_z = \frac{z_1}{z_0}.$$

Показатели, характеризующие изменение уровней сложного явления или объекта, составные части которого несоизмеримы, называются *сводными (общими) индексами* (J), например изменение физического объема продукции, включающей разноименные товары (в случае многономенклатурного производства). Получить общую картину изменения объема, измеряемого в разных натуральных единицах, путем прямого суммирования показателя в текущем и базисном периодах невозможно. Поэтому на практике с целью сопоставления сложных явлений прибегают к особому показателю – весам.

Показатели, с помощью которых непосредственно несопоставимые явления приводятся в сопоставимый вид, называются *весами*.

$$J = \frac{\sum q_1 P_0}{\sum q_0 P_0},$$

где p_0 – веса.

При построении общих индексов необходимо придерживаться следующих правил: при индексировании *количественного показателя* (объем выпуска) *весами являются качественные показатели*, которые берутся на базисном уровне; при индексировании *качественных величин* (себестоимость единицы продукции, производительность, трудоемкость, материалоемкость) *весами являются количественные показатели*, которые берутся на отчетном уровне. К качественным относятся показатели, рассчитываемые на единицу количественных.

2. Агрегатная форма сводных индексов

В зависимости от формы построения сводных индексов различают агрегатные, средние арифметические и средние гармонические индексы.

Основной формой индексов является агрегатная.

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

Наиболее важными сводными индексами являются индексы цены, объема, товарооборота. Агрегатная форма этих индексов и их характеристика приводятся ниже.

Индекс физического объема продукции (в стоимостном выражении):

$$J_q = \frac{\sum q_1 P_0}{\sum q_0 P_0}.$$

Индекс показывает, во сколько раз увеличивается или уменьшается стоимость продукции из-за изменения объема продукции.

Агрегатный индекс цен:

$$J_p = \frac{\sum P_1 q_1}{\sum P_0 q_1}.$$

Индекс показывает, во сколько раз увеличивается или уменьшается стоимость продукции из-за изменения цен.

Агрегатный индекс цен с отчетными весами впервые был предложен немецким экономистом Г. Паше и носит его имя.

Агрегатный индекс товарооборота:

$$J_{pq} = \frac{\sum P_1 q_1}{\sum P_0 q_0}.$$

Индекс показывает, во сколько раз возросла или уменьшилась стоимость продукции или товарооборота отчетного периода по сравнению с базисным периодом.

Агрегатный индекс товарооборота характеризует относительное его изменение по группе товаров или по стоимости продукции. Однако если числитель сравнить со знаменателем по абсолютному отклонению, можно получить разностную абсолютную характеристику, т. е. количество рублей, на которое увеличилась (уменьшилась) стоимость продукции текущего года по сравнению с базисной:

$$\sum P_1 q_1 - \sum P_0 q_0.$$

Между показателями цены, объема и товарооборота существует тесная взаимосвязь, которая имеет место и между индексами.

Выполним следующие преобразования.

Стоимость продукции представляется как произведение количества товара на его цену ($q \times p$):

$$J_{pq} = J_q \cdot J_p \text{ или } \frac{\sum P_1 q_1}{\sum P_0 q_0} = \frac{\sum q_1 P_0}{\sum q_0 P_0} \cdot \frac{\sum P_1 q_1}{\sum P_0 q_1}.$$

Разность числителя и знаменателя каждого индекса в правой части выражает *изменение общей абсолютной величины под влиянием изменения одного фактора*.

Общее изменение:

$$\underbrace{\sum P_1 q_1 - \sum P_0 q_0}_{\Delta_{qp}} = (\sum q_1 P_0 - \sum q_0 P_0) + (\sum P_1 q_1 - \sum P_0 q_1).$$

Изменение товарооборота за счет цен: $\Delta_p = \sum P_1 q_1 - \sum P_0 q_1.$

Изменение товарооборота за счет объема: $\Delta_q = \sum P_0 q_1 - \sum P_0 q_0.$

3. Средние формы сводных индексов

Средний индекс – это индекс, вычисленный как средняя величина из индивидуальных индексов.

Средний арифметический индекс используют в том случае, если отсутствует информация об уровне индексируемого показателя в отчетном периоде, но имеются данные по базисному уровню и известны индивидуальные индексы. Средний индекс в этом случае можно рассчитать, используя формулы агрегатного и индивидуального индексов:

$$i_q = \frac{q_1}{q_0}, \text{ или } q_1 = i_q \cdot q_0, \text{ тогда } J_q = \frac{\sum q_1 P_0}{\sum q_0 P_0} = \frac{\sum i_q q_0 P_0}{\sum q_0 P_0}.$$

Если нет исходной информации об уровне индексируемого показателя в базисном периоде, но есть отчетные уровни и индивидуальные индексы этого показателя, то сводный индекс рассчитывается как *средний гармонический*.

Воспользуемся формулой агрегатного и индивидуального индексов и получим выражение

$$q_0 = \frac{q_1}{i_q}, \text{ тогда } J_q = \frac{\sum q_1 P_0}{\sum \frac{q_1}{i_q} P_0}.$$

Агрегатный, средний арифметический и средний гармонический индексы тождественны по смыслу.

На динамику качественных показателей, уровни которых выражены средними величинами, оказывает влияние изменение структуры изучаемого явления, т. е. на изменение среднего значения показателя могут оказывать воздействие одновременно два фактора: изменение значений осредняемого показателя и изменение структуры явления.

Задача состоит в определении степени влияния этих двух факторов на общую динамику средней. Эта задача решается с помощью *индексного метода*, т. е. путем построения системы взаимосвязанных индексов, в которую включаются три индекса: переменного состава, постоянного состава и структурных сдвигов.

Изучение совместного действия указанных двух факторов на общую динамику среднего уровня осуществляется с помощью индекса переменного состава.

Индекс переменного состава представляет собой отношение двух взвешенных средних с изменяющимися весами, показывающее изменение индексируемой средней величины.

Для любых качественных показателей x индекс переменного состава можно записать в общем виде:

$$J_x^{\text{пер}} = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_0} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum x_0 f_0} \cdot \frac{\sum f_1}{\sum f_0},$$

где x_0, x_1 – уровни осредняемого показателя в базисном и отчетном периодах;

f_0, f_1 – веса (частоты) осредняемого показателя в базисном и отчетном периодах.

Если исключить влияние структуры на динамику средней величины, то получим индекс, называемый *индексом постоянного (фиксированного) состава*:

$$J_x^n = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum x_0 f_1}.$$

После сокращения на $\sum f_1$ формула принимает вид формулы агрегатного индекса качественного показателя:

$$J_x^n = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum x_0 f_1}.$$

Индекс постоянного состава показывает, как в отчетном периоде по сравнению с базисным изменилось среднее значение показателя по какой-либо однородной совокупности за счет изменения только самой индексируемой величины, т. е. когда влияние структурного фактора устранено.

Индекс, характеризующий влияние изменения структуры изучаемого явления, называется *индексом структурных сдвигов*:

$$J_x^{\text{стр}} = \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} = \frac{\sum x_0 f_1}{\sum x_0 f_0} \cdot \frac{\sum f_1}{\sum f_0}.$$

Между индексами структурных сдвигов, переменного и постоянного состава существует следующая взаимосвязь:

$$J_x^{\text{пер}} = J_x^{\text{пост}} J_x^{\text{стр}},$$

т. е. индекс переменного состава выступает как произведение двух индексов: индекса постоянного состава и индекса структурных сдвигов.

4. Основные сводные индексы

Кроме рассмотренных индексов физического объема, цен и товарооборота используются и другие важнейшие индексы.

1. Индекс себестоимости продукции:

- индивидуальный индекс:

$$i_z = \frac{z_1}{z_0};$$

- агрегатная форма:

$$J_z = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_1}.$$

Характеристика показывает, во сколько раз изменились издержки производства продукции в результате изменения себестоимости единицы продукции. Себестоимость единицы продукции – качественный показатель, рассчитываемый на единицу количественного.

2. *Индекс издержек производства.* Характеристика показывает, во сколько раз (или на сколько процентов) возросли или уменьшились издержки производства в отчетном году по сравнению с базисным.

$$J_{zq} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_0}.$$

3. *Индекс производительности труда.* Производительность труда может быть измерена тремя способами: 1) количеством продукции, производимой в единицу времени (v); 2) затратами рабочего времени на выполнение всей производственной программы (T) или на производство единицы продукции (t); 3) количеством производимой продукции в стоимостном выражении.

Индивидуальный и агрегатный индексы производительности труда (выработки), измеряемые в натуральных единицах, могут быть записаны следующим образом:

$$i_v = \frac{v_1}{v_0} = \frac{q_1}{T_1} \cdot \frac{q_0}{T_0}; \quad I_v = \frac{\sum q_1}{\sum T_1} \cdot \frac{\sum q_0}{\sum T_0}.$$

Однако такая форма индекса используется очень редко – при производстве одного товара либо нескольких товаров с одинаковыми единицами измерения.

Между затратами рабочего времени на производство единицы продукции и количеством продукции, произведенной в единицу времени работником (или бригадой), существует обратно пропорциональная зависимость:

$$v = \frac{q}{T} = \frac{q}{tq} = \frac{1}{t}.$$

Исходя из этого *индивидуальный индекс* производительности труда в трудовом выражении рассчитывается по формуле

$$i_t = \frac{1}{t_1} : \frac{1}{t_0} = \frac{t_0}{t_1},$$

агрегатный – по формуле

$$J_{1/t} = \frac{\sum t_0 q_1}{\sum t_1 q_1},$$

где t_1, t_0 – затраты времени на производство единицы продукции соответственно в текущем и базисном периодах.

4. *Индекс суммы затрат времени на производство продукции.*

Рассчитывается следующим образом:

$$J_{tq} = \frac{\sum t_1 q_1}{\sum t_0 q_0}.$$

Индекс характеризует изменение общих затрат времени на производство заданного объема изделий в текущем периоде по сравнению с базисным.

5. *Индекс производительности труда в стоимостном измерении.* Рассчитывается по формуле

$$J_w = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum \text{ч}_1} : \frac{\sum q_0 p_0}{\sum \text{ч}_0} = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} : \frac{\sum \text{ч}_1}{\sum \text{ч}_0},$$

где ч – численность работников.

5. Взаимосвязь индексов

Между важнейшими индексами существуют взаимосвязи, позволяющие на основе одних индексов получать другие. Кроме того, на основе взаимосвязи можно выявить влияние различных факторов на изменение изучаемого явления, например связь между индексом стоимости продукции, физического объема продукции и цен. Аналогичные связи существуют и между другими индексами. Рассмотрим некоторые из них.

1. *Индекс издержек производства* может быть записан через взаимосвязь индексов:

$$J_{zq} = J_z J_q,$$

где J_z – индекс себестоимости продукции.

Характеризует изменение количественного показателя.

То же выражение, записанное через расчетные формулы индексов, имеет вид

$$\frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_0} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_1} \cdot \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_0 z_0}.$$

2. *Индекс затрат времени на производство продукции* (общая трудоемкость изделия) может быть получен ($t \times q$) как

$$J_{tq} = J_q \cdot J_t,$$

или через формулы индексов:

$$\frac{\sum t_1 q_1}{\sum t_0 q_0} = \frac{\sum t_0 q_1}{\sum t_0 q_0} \cdot \frac{\sum t_1 q_1}{\sum t_0 q_1}.$$

3. *Индекс производительности труда* в стоимостном выражении:

$$J_w = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum q_0 p_0}{\sum q_0} = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} \cdot \frac{\sum q_1}{\sum q_0} = I_q : I_c;$$

$$J_q = J_w J_c = \frac{\sum r_1}{\sum r_0} \left(\frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum q_0 p_0}{\sum q_0} \right).$$

Количественный показатель: $J_q = J_p J_q \Rightarrow J_q = J_{pq} / J_p$.

Взаимосвязь индексов при определении изменения качественных показателей:

- цены:

$$J_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1};$$

- себестоимости единицы продукции:

$$J_z = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_1}.$$

При изменении качественных показателей в системе взаимосвязанных индексов рассчитываются три индекса: переменного состава, постоянного состава и структурных сдвигов.

Контрольные вопросы

1. Что называется индексом в статистике?
2. Какие задачи могут быть решены с помощью индексов?
3. Какие виды индексов по содержанию изучаемых величин существуют?
4. Какие виды индексов по степени охвата элементов совокупности существуют?
5. Какие виды индексов по методам расчета вам известны?
6. Перечислите основные агрегатные индексы.
7. Можно ли сводный индекс физического объема реализации представить в средней гармонической форме?
8. Что представляет собой индекс потребительских цен и какую роль он играет в экономике?
9. Что представляют собой индексы постоянного, переменного составов?
10. В чем сущность индекса структурных сдвигов?
11. Чем характеризуются базисные и цепные индексы?

Практическая часть

«СТАТИСТИКА»

Составители:

В.В. Павлова, к.э.н., доцент кафедры «Экономика и логистика»

Ю.А. Копко, старший преподаватель кафедры «Экономика и логистика»

Минск 2024

Тема 1

ПРЕДМЕТ И МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКОЙ НАУКИ

Тест 1

1. Предметом статистики как науки является ...
 - а) метод статистики;
 - б) группировка и классификация;
 - в) количественная сторона массовых социально-экономических явлений;
 - г) статистические признаки.
2. Статистическая совокупность – это ...
 - а) математическое множество;
 - б) любое множество явлений природы и общества;
 - в) множество разнородных элементов;
 - г) множество объективно существующих элементов, связанных общими существенными признаками и общностью процессов развития.
3. Укажите черты, присущие статистической закономерности:
 - а) проявляется лишь в массе явлений;
 - б) проявляется в каждом отдельном взятом явлении;
 - в) носит объективный характер;
 - г) причинно обусловлена.
4. Укажите черты, присущие динамической закономерности:
 - а) проявляется лишь в массе явлений;
 - б) проявляется в каждом отдельном взятом явлении;
 - в) носит объективный характер;
 - г) причинно обусловлена.
5. Укажите верное утверждение:
 - а) ЗБЧ определяет сущность статистической закономерности;
 - б) ЗБЧ представляет собой форму проявления статистической закономерности.
6. Является ли верным утверждение, что значительное изменение условий существования и развития данной статистической совокупности окажет воздействие на статистическую закономерность?
 - а) да;
 - б) нет.
7. Единица статистической совокупности – это ...
 - а) признак совокупности;
 - б) элемент математического множества;
 - в) элемент таблицы Менделеева;
 - г) носитель значений признаков.
8. Какие из перечисленных признаков являются статистическими:
 - а) цена одного килограмма товара;
 - б) курс доллара;
 - в) количество атомов в молекуле воды;
 - г) температура кипения воды?

9. Какие из перечисленных признаков являются дискретными:
- а) количество этажей в здании;
 - б) вес человека;
 - в) рост человека;
 - г) количество членов семьи?
10. Признаки единиц статистической совокупности бывают ...
- а) только количественные;
 - б) количественные и качественные;
 - в) только качественные;
 - г) только неименованные.
11. Вариация признака – это ...
- а) изменение массовых явлений во времени;
 - б) изменение состава совокупности;
 - в) изменение структуры совокупности в пространстве;
 - г) изменение значений признака у единиц совокупности.
12. Укажите, какой из показателей является характеристикой совокупности работников предприятия:
- а) заработная плата экономиста Иванова И.И. в январе 2020 г. составила 1 214 тыс. руб.;
 - б) средняя месячная заработная плата одного работника предприятия составила в январе 2020 г. 1 153 тыс. руб.
13. Все ли атрибуты статистического показателя содержит показатель «Среднегодовая выработка одного среднесписочного работника составила 114, 6 млн руб.»?
- а) да;
 - б) нет.

Задания по теме

1. Какие совокупности можно выделить в высшем учебном заведении для статистического изучения?
2. Какие совокупности могут быть выделены среди торговых предприятий города?
3. Какие совокупности могут быть выделены в жилом фонде города?
4. Какими наиболее существенными признаками можно охарактеризовать следующие единицы:
 - а) промышленные предприятия;
 - б) торговое предприятие;
 - в) город;
 - г) вуз;
 - д) семья.
5. Выберите по своему усмотрению единицу статистического наблюдения и перечислите основные ее признаки, выделив среди них количественные и атрибутивные.
6. Назовите основные факторные признаки, определяющие вариацию успеваемости студентов.
7. Назовите основные факторные признаки, влияющие на уровень

производительности труда рабочих.

8. Приведите примеры статистических совокупностей, используя периодические издания за текущий год и материалы сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь. Укажите признаки, характеризующие совокупность.

Тема 2

СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Тест 2

1. Статистическое наблюдение ...

- а) является заключительным этапом статистического исследования;
- б) не является этапом статистического исследования;
- в) является первым этапом статистического исследования.

2. Укажите, что характерно для статистического наблюдения:

- а) научно-организованный сбор данных;
- б) спонтанный сбор данных.

3. Проектирование статистического наблюдения предполагает ...

- а) разработку программно-методологического обеспечения;
- б) проведение статистической сводки;
- в) решение организационных вопросов наблюдения;
- г) контроль материалов статистического наблюдения.

4. Объект статистического наблюдения – это ...

- а) единица наблюдения;
- б) статистическая совокупность;
- в) отчетная единица.

5. Перечень признаков единицы наблюдения, подлежащих регистрации в процессе наблюдения называется ...

- а) статистическим формуляром;
- б) списком;
- в) программой наблюдения;
- г) статистическим инструментарием.

6. Статистический формуляр содержит ...

- а) описание процесса статистического наблюдения;
- б) программу статистического наблюдения;
- в) программу и результаты статистического наблюдения.

7. Критический момент (дата) статистического наблюдения устанавливается с целью ...

- а) получения сопоставимых данных;
- б) планирования загрузки статистиков;
- в) учета особенностей наблюдаемых совокупностей.

8. Срок наблюдения – это ...

- а) период, в течение которого происходит заполнение формуляров;
- б) момент, по состоянию на который должна быть проведена регистрация признаков по каждой единице наблюдения.

9. Статистическая отчетность – это ...
- а) вид статистического наблюдения;
 - б) организационная форма статистического наблюдения;
 - в) способ статистического наблюдения.
10. Статистическое наблюдение, которое основано на использовании в качестве источника информации данных различных документов идентифицируется как ...
- а) непосредственное наблюдение;
 - б) документальное наблюдение;
 - в) мониторинг.
11. Метод основного массива – это ...
- а) организационная форма статистического наблюдения;
 - б) вид статистического наблюдения;
 - в) способ статистического наблюдения.
12. Перепись населения страны – это ...
- а) единовременное, специально организованное, сплошное наблюдение;
 - б) периодическое, специально организованное, сплошное наблюдение;
 - в) периодическое, регистровое, несплошное наблюдение.
13. Величина расхождения между результатом наблюдения и истинным значением признака называется ...
- а) ошибкой репрезентативности;
 - б) ошибкой наблюдения;
 - в) расчетной ошибкой;
 - г) случайной ошибкой.
14. Ошибки регистрации возникают ...
- а) только при сплошном наблюдении;
 - б) только при выборочном наблюдении;
 - в) при сплошном и несплошном наблюдении.

Задания по теме

Задание 2.1

Какие бы вы наметили признаки, которые следовало зарегистрировать при проведении:

- а) обследования промышленного предприятия с целью изучения текучести кадров;
- б) обследования работы городского транспорта с целью изучения роли различных его видов в перевозках пассажиров;
- в) обследования студентов университета с целью изучения бюджета времени?

Задание 2.2

Определите цель, объект, единицу наблюдения и разработайте программу:

- а) статистического обследования автозаправочных станций;
- б) статистического обследования школ города;

в) статистического обследования студентов (одного из курсов, факультета, одной из специальностей).

Задание 2.3

Составьте анкету опроса студентов в целях выяснения:

- а) их состава по полу, возрасту, семейному положению, успеваемости, научным интересам;
- б) их оценки качества преподавания отдельных дисциплин;
- в) их бытовых условий и материального положения;
- г) бюджета их времени и использования свободного времени.

Задание 2.4

Торговая сеть магазинов «Дионис» поручает вам разработать анкету опроса покупателей с целью изучения покупательского спроса и качества обслуживания. Укажите, к какому виду относится данное наблюдение по времени, охвату единиц и способу получения данных.

Задание 2.5

На оптовую торговую базу поступила партия товара. Для проверки его качества была отобрана в случайном порядке десятая часть партии, и путем тщательного осмотра каждой единицы товара определялось и фиксировалось его качество. К какому виду наблюдения можно отнести это обследование?

Задание 2.6

Производится статистическое наблюдение. Ответы на вопросы формуляра записываются на основании документов, содержащих необходимые сведения. Укажите способ проведения данного статистического наблюдения.

Задание 2.7

С помощью логического контроля проверьте следующие ответы на вопросы переписного листа переписи населения:

- а) фамилия, имя, отчество – Иванова Ирина Петровна;
- б) пол – мужской;
- в) возраст – 5 лет;
- г) состоит ли в браке в настоящее время – да;
- д) образование – среднее специальное;
- е) место работы – детский сад;
- ж) занятие по этому месту работы – медицинская сестра.

В ответах на какие вопросы вероятнее всего произведены ошибочные записи?

Тема 3

СВОДКА И ГРУППИРОВКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ

Тест 3

1. Статистическая сводка – это ...
 - а) завершающий этап статистического исследования;
 - б) первый этап статистического исследования;
 - в) этап, следующий за статистическим наблюдением;
 - г) этап, предшествующий статистическому наблюдению.
2. Целью статистической сводки является ...
 - а) систематизация первичных статистических данных;
 - б) получение объективной и полной информации об объекте наблюдения;
 - в) контроль данных статистического наблюдения;
 - г) публикация статистических данных.
3. По глубине обработки статистических данных сводка может быть ...
 - а) простой и сложной;
 - б) децентрализованной и централизованной;
 - в) ручной и компьютерной.
4. По форме обработки данных сводка может быть ...
 - а) простой и сложной;
 - б) централизованной и децентрализованной;
 - в) компьютерной и ручной.
5. При проведении сложной статистической сводки применяют ...
 - а) метод статистической группировки;
 - б) метод массового статистического наблюдения;
 - в) индексный анализ.
6. В качестве группированного признака может выступать ...
 - а) только качественный признак;
 - б) только количественный признак;
 - в) как атрибутивный, так и количественный признак.
7. Основанием аналитической группировки является ...
 - а) результативный признак;
 - б) факторный признак.
8. Укажите, что характерно для типологической группировки:
 - а) разделение разнородной совокупности на однородные группы;
 - б) изучение наличия и направленности связи между анализируемыми признаками;
 - в) изучение структуры совокупности.
9. Укажите отличительные черты классификации:
 - а) в основе лежит количественный признак;
 - б) в основе лежит качественный признак;
 - в) она едина для всех пользователей;

- г) она относительно устойчива.
10. Если величина интервала равна 0,5, то совокупность разбивается на ...
- а) 6 групп;
 - б) 9 групп;
 - в) 12 групп.
11. Если две группировки несопоставимы по величине интервалов и числу выделенных групп, их приводят к сопоставимому виду ...
- а) с помощью метода вторичной группировки;
 - б) путем построения сложной группировки.
12. Статистическая таблица представляет собой ...
- а) форму рационального изложения и обобщения статистических данных при помощи цифр, расположенных в определенном порядке;
 - б) числовые характеристики, расположенные в колонках таблицы;
 - в) систему показателей, которые характеризуют объект изучения.
13. К статистическим таблицам можно отнести ...
- а) таблицу умножения;
 - б) таблицу, характеризующую структуру населения по полу и возрасту;
 - в) опросный лист социологического обследования.
14. По характеру разработки подлежащего различают статистические таблицы:
- а) простые;
 - б) групповые;
 - в) перечневые;
 - г) комбинационные.
15. По характеру разработки сказуемого различают статистические таблицы:
- а) монографические;
 - б) перечневые;
 - в) простые;
 - г) сложные.
16. Сказуемым статистической таблицы является ...
- а) исследуемый объект;
 - б) показатели, характеризующие исследуемый объект;
 - в) сведения, расположенные в заголовках таблицы.
17. Монографическая статистическая таблица характеризует ...
- а) совокупность всех единиц изучаемого объекта;
 - б) группу единиц совокупности, выделенных по определенному признаку;
 - в) каждую единицу совокупности.

Задания и задачи по теме

Задание 3.1

Укажите, какие из указанных ниже группировок, являются типологическими:

- 1) группировка населения по полу;
- 2) группировка населения, занятого в экономике по регионам;
- 3) группировка предприятий промышленности по объему производства продукции (работ, услуг);
- 4) группировка студентов по полученным ими на экзамене баллам;
- 5) группировка предприятий торговли по формам собственности.

Задание 3.2

Пользуясь формулой Стерджесса, определите, сколько групп должно быть создано при проведении группировки, а также величину интервала, если принято решение о формировании равных интервалов.

Исходные данные: исследуется совокупность из 20 сотрудников одного из филиалов организации. Наименьшая величина заработной платы в этой совокупности составляет 1 050 тыс. руб., максимальная – 3 250 тыс. руб.

Задание 3.3

Определите, к какому виду группировки относится статистическая табл. 3.20, представляющая группировку промышленных предприятий по размеру основных производственных средств. Укажите:

- 1) группировочный признак, дайте его характеристику на основе классификации;
- 2) подлежащее и сказуемое таблицы;
- 3) вид статистической таблицы, представляющей результаты группировки.

Таблица 3.20 Группировка предприятий по размеру основных производственных средств

Группы предприятий по размеру основных производственных средств	Число предприятий	Объем продукции, млн руб.		Среднесписочная численность работников, чел.	
		Всего	В среднем на одном предприятии	Всего	В среднем на одном предприятии
Малые	20	1 500	75	2 000	100
Средние	20	2 000	100	3 000	150
Крупные	10	4 500	450	5 000	500
Итого	50	8 000	160	10 000	200

Задача 3.4

Имеются следующие данные о стаже работы и месячной выработке рабочих производственного участка:

Таблица 3.21 Данные о стаже и месячной выработке рабочих

Табельный номер рабочего	Стаж работы рабочего, лет	Месячная выработка рабочего, шт. изделий
1	2	326
2	4	368
3	5	360
4	3	340
5	2	310
6	1	320
7	6	380
8	3	350
9	8	370
10	9	380
11	4	360
12	6	368
13	7	370
14	2	320
15	3	335
16	5	364
17	6	374
18	1	324
19	8	390
20	9	386

Для выявления зависимости уровня производительности труда рабочих от стажа их работы проведите аналитическую группировку. С этой целью сформируйте четыре группы рабочих по стажу работы с равными интервалами. По каждой группе и совокупности в целом укажите численность рабочих, средний стаж работы, а также среднюю месячную выработку. Результаты работы представьте в табличной форме и сформулируйте выводы.

Задача 3.5

Имеются следующие данные о распределении промышленных предприятий двух регионов по среднесписочной численности промышленно-производственного персонала (ППП) (табл. 3.22).

Проведите вторичную группировку данных о распределении промышленных предприятий, пересчитав данные региона II в соответствии с группировкой региона I.

Таблица 3.22 Группировка предприятий регионов по среднесписочной численности ППП

Регион I			Регион II		
Группы предприятий по среднесписочной численности ППП	Удельный вес числа предприятий %	Удельный вес среднесписочной численности рабочих %	Группы предприятий по среднесписочной численности ППП	Удельный вес числа предприятий %	Удельный вес среднесписочной численности рабочих %
До 100	32,0	1,0	До 300	34,0	1,0
100 – 500	38,0	4,0	300 – 600	28,0	6,0
500 – 1 000	17,0	10,0	600 – 1 000	20,0	10,0
1 000 – 2 000	9,0	15,0	1 000 – 2 000	13,0	15,0
2 000 – 5 000	3,0	32,0	2 000 – 4 000	4,0	43,0
5 000 и более	1,0	38,0	4 000 и более	1,0	25,0
Итого	100,0	100,0	Итого	100,0	100,0

Задание 3.6

Используя данные табл. 3.22, проведите вторичную группировку промышленных предприятий по среднесписочной численности ППП, пересчитав данные региона I в соответствии с группировкой региона II.

Задание 3.7

Используя данные табл. 3.22, проведите вторичную группировку промышленных предприятий по среднесписочной численности ППП, пересчитав данные регионов I и II таким образом, чтобы образовать следующие группы промышленных предприятий по среднесписочной численности ППП: до 500; 500 – 1 000; 1 000 – 2 000; 2 000 – 3 000; 3 000 – 4 000; 4 000 – 5 000; 5 000 и более.

Задание 3.8

Назовите подлежащее и сказуемое табл. 3.23, укажите ее вид по характеру разработки подлежащего и сказуемого.

Задание 3.9

По данным периодических изданий за текущий год, материалам сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь подберите примеры следующих видов статистических таблиц:

а) монографической; б) перечневой; в) групповой; комбинационной.

По каждой таблице укажите подлежащее и сказуемое.

Таблица 3.23 Характеристика основных сегментов рынка бизнес-услуг в Республике Беларусь

Сегмент рынка бизнес-услуг	Емкость сегментов, тыс. долл. США	Прогнозируемый удельный вес в общем объеме рынка на 2020 год	Ожидаемая доля сегментов в 2020 году тыс.долл. США
Аудитинг	750	4,53	923,790
Юридический консалтинг	1 150	9,45	1 927,04
Маркетинг и PR	2 100	16,86	3 439,51
IT-консалтинг	1 050	7,27	1 482,95
Управленческое консультирование	2 250	20,36	4 153,32
Инвестиционный консалтинг	1 650	13,14	2 680,72
Кадровый консалтинг	1 350	11,06	2 255,66
Обучение	2 100	16,61	3 388,29
Другое	2 400	0,73	148,72
Итого	14 800	100,00	20 400,00

Задание 3.10

По данным периодических изданий за текущий год, материалам сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь подберите примеры перечневых статистических таблиц, в которых разработка подлежащего была бы произведена по а) видовому; б) территориальному; в) временному принципам.

Задание 3.11

По данным периодических изданий за текущий год, материалам сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь

подберите примеры статистических таблиц а) с простой разработкой сказуемого; б) со сложной разработкой сказуемого.

Задание 3.12

Составьте макет таблицы, характеризующей зависимость успеваемости студентов вашей группы от посещаемости учебных занятий. Сформулируйте название таблицы. Укажите, к какому виду таблиц относится макет. Назовите подлежащее и сказуемое.

Задание 3.13

Составьте макет таблицы, характеризующей распределение работников предприятия по уровню образования за период, равный трем годам. Укажите вид таблицы, ее подлежащее и сказуемое.

Задание 3.14

Имеются следующие данные об объеме производства продукции предприятия по годам (в млрд руб.): 2017 г. – 123,0; 2018 г. – 142,5; 2019 г. – 164,7; 2020 г. – 176,0. Из общего объема продукции было предназначено на экспорт (млрд руб.): 2017 г. – 41,5; 2018 г. – 53,0; 2019 г. – 57,6; 2020 г. – 64,1.

Представьте приведенные данные в табличной форме. Укажите вид таблицы.

Тема 4

СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Тест 4

К какому виду относится каждая из названных ниже абсолютных величин:

- а) заработная плата рабочего Сидорова И.И. в мае 2020 г.;
- б) фонд заработной платы работников предприятия за май 2020 г.;
- в) фонд заработной платы работников одного из цехов данного предприятия за май 2020 г.

1. Укажите, какие единицы измерения объема продукции (работ, услуг) более универсальны: а) натуральные; б) денежные.

Ответ объясните.

2. Укажите причины несопоставимости следующих абсолютных величин:

- а) объем производства продукции предприятия А составил в 2020 г. 15 млрд. руб.;

б) объем производства продукции того же предприятия составил в январе 2020 г. – 10 000 т.

4. Относительные величины выражают соотношение ...

- а) только между одноименными величинами;
- б) как между одноименными, так и между разноименными величинами;
- в) только между разноименными.

5. Для определения удельного веса рабочих в общей численности работников используют ...

- а) относительные величины структуры;
- б) относительные величины сравнения;
- в) относительные величины координации.

6. Число уволившихся по собственному желанию в 2020 г. составило на предприятии А – 80 человек, на предприятии Б – 160 человек. Можно ли сказать, что текучесть кадров на первом предприятии в 2 раза меньше? Почему?

7. Имеются следующие значения относительных величин:

- а) 132 промилле;
- б) 90 процентов;
- в) 16 продецимилле.

Запишите показатели в виде коэффициентов.

8. Какой вид относительных величин используется для оценки

- а) изменения явления во времени;
- б) соотношения частей одного целого.

9. Относительная величина выполнения плана по производству продукции в анализируемом периоде составила 110 %, при этом объем производства продукции в данном периоде по сравнению с предшествующим периодом вырос на 5 %. Что предусматривал план:

- а) снижение объема производства продукции;
- б) рост объема производства продукции.

10. Укажите, чему равен коэффициент изменения производительности труда, если в анализируемом периоде по сравнению с предшествующим периодом произошло снижение этого показателя на 17 %:

- а) 0,17; б) 1,17; в) 0,83; г) $0,17^2$.

11. Сумма относительных величин структуры, выраженных в процентах и рассчитанных по одной совокупности, должна быть ...

- а) равна 100 %;
- б) меньше 100 %;
- в) больше 100 %;
- г) больше или равна 100 %.

Задачи по теме

Задача 4.1

По данным таблицы определите:

- общее потребление топлива по плану и фактически;
- процент выполнения плана по общему расходу топлива;
- структуру расхода топлива по плану и фактически.

Вид топлива	Ед. изм.	Расход	
		по плану	фактически
Нефть	т	500	520
Уголь	т	320	280

Теплота сгорания нефти – 45 МДж/кг; угля – 26,8 МДж/кг; условного топлива – 29,3 МДж/кг.

Задача 4.2

По данным табл. 4.5 определите:

- 1) удельный вес рабочих, руководителей, специалистов и других служащих в общей численности персонала;
- 2) удельный вес работников с высшим образованием, средним специальным, профессионально-техническим, общим средним и базовым образованием в общей численности работников предприятия.

Результаты расчетов оформите в таблице и проиллюстрируйте графически. Укажите вид использованных относительных величин.

Таблица 4.5 Состав персонала предприятия по категориям, уровню образования и полу

Наименование показателя	В том числе чел.год	В том числе				
		служащие	из них			рабочие
			руководители	специалисты	служащие	
1. Всего работников:	6 700	1 520	510	960	50	5 180
высшее	1 590	990	375	603	12	600
среднее специальное	1 600	440	110	329	13	1 150
профессионально-техническое	2 160	35	12	8	10	2 190
общее среднее	1 250	54	13	20	14	1 158
базовое	100	1	–	–	1	82
Из строки 1 женщины	2 300	790	110	635	45	1 510

Задача 4.3

По данным табл. 4.5 определите:

- 1) удельный вес руководителей с высшим образованием в общей численности руководителей;
- 2) долю женщин в общей численности рабочих.

Укажите вид используемой относительной величины.

Задача 4.4

По данным табл. 4.5 определите:

- 1) соотношение численности рабочих и служащих;
- 2) соотношение численности рабочих и руководителей;
- 3) соотношение численности мужчин и женщин на предприятии.

Укажите вид используемой относительной величины.

Задача 4.5

Имеются следующие данные об объеме производства продукции на предприятии:

	2006	2007	2008	2009	2010
Объем производства продукции в сопоставимых ценах, млрд руб.	14,3	16,2	15,0	16,8	17,2

Рассчитайте относительные величины динамики с постоянной базой.

Задача 4.6

По данным предыдущей задачи рассчитайте относительные величины динамики с переменной базой сравнения.

Задача 4.7

Предприятие планировало в 2020 г. по сравнению с 2019 г. увеличить объем продаж на 12,5 %. В 2020 г. уровень выполнения плана по продажам составил 107,4 %. Определите относительный показатель динамики объема продаж.

Задача 4.8

Молочный комбинат в мае 2020 г. превысил плановое задание по объему производства продукции на 7,5 %, произведя продукции на 14,6 млн руб. продукции сверх плана. Определите общий объем производства продукции за май месяц.

Задача 4.9

Предприятие планировало снизить себестоимость продукции в 2020 г. по сравнению с 2019 г. на 3 %. Фактическая себестоимость в 2020г. составила 96 % от прошлогоднего уровня. Определите относительную величину выполнения плана.

Задача 4.10

Определите относительную величину динамики доли продукции на экспорт в общем объеме производства, если известно, что в анализируемом периоде рост общего объема производства составил 113,7 %, а объем производства продукции на экспорт увеличился на 5,8%.

Задача 4.11

В прошлом году объем грузооборота по грузовом автотранспортному предприятию составил 240 млн т-км. Планом текущего года было предусмотрено довести грузооборот до 250,5 млн т-км. Фактический объем грузооборота в текущем году составил 269,3 млн. т-км.

Определите: 1) относительную величину планового задания по росту грузооборота; 2) относительную величину выполнения плана по грузообороту; 3) относительную величину динамики грузооборота.

Задача 4.12

В анализируемом году потребление электроэнергии по каждому из двух регионов составило: I регион – 7,3 млрд кВт-ч.; II регион – 9,79 млрд кВт-ч. Численность населения по регионам была равна: по первому региону на начало года – 1,52 млн чел., на конец года 1,46 млн чел.; по второму региону на начало года 1,86 млн чел.; на конец года – 1,91 млн. чел.

Определите:

- 1) относительные показатели уровня экономического развития (по производству электроэнергии на душу населения) по регионам;
- 2) относительные показатели сравнения уровней экономического развития регионов (по производству электроэнергии на душу населения).

Задача 4.13

По двум промышленным предприятиям за отчетный год имеются следующие отчетные данные:

Предприятие	Объем производства продукции, млрд руб.	Среднесписочная численность ППП, чел.
Предприятие А	34,50	1 200
Предприятие Б	64, 03	1 900

Определите: 1) среднегодовую выработку одного работника ППП на каждом предприятии; 2) относительную величину сравнения среднегодовой выработки одного работника ППП по анализируемым предприятиям.

Тема 5 СРЕДНИЕ ВЕЛИЧИНЫ В СТАТИСТИКЕ

Тест 5

1. Средняя величина осредняет значения ...
 - а) только количественных признаков;
 - б) только качественных признаков;
 - в) количественных и качественных признаков.
2. Средняя величина определяется на основе значений признака
 - а) у всех единиц изучаемой статистической совокупности;
 - б) только части единиц изучаемой статистической совокупности.
3. Средняя величина ... единицу измерения осредняемого признака. а) сохраняет; б) не сохраняет.
4. В статистической совокупности ... будут единицы, имеющие значение признака, равное средней величине.
 - а) обязательно;
 - б) не обязательно.
5. Типичность среднего значения признака свидетельствует ...
 - а) об однородности статистической совокупности;
 - б) о неоднородности совокупности.
6. Формулу средней арифметической взвешенной используют, если ...
 - а) значения признака не сгруппированы;
 - б) каждое значение признака встречается в совокупности один раз;
 - в) значения признака сгруппированы.
7. Если частоты осредняемого признака выразить в промилле, чему будет равен знаменатель при расчете средней арифметической?
 - а) 100;
 - б) 1 000;

в) 10 000.

8. Если все веса средней арифметической увеличить в одно и то же количество раз, то средняя арифметическая ... а) не изменится;

б) уменьшится;

в) увеличится незначительно;

г) увеличится во столько же раз.

9. Если каждое значение признака уменьшить на некоторое постоянное число, то средняя арифметическая величина ... а) останется неизменной;

б) уменьшится на эту постоянную величину.

10. Среднюю гармоническую величину используют, если ...

а) известны значения осредняемого признака у единиц совокупности и их численность;

б) известны значения осредняемого признака и объем осредняемого признака по группам и совокупности в целом.

11. Мода – это ...

а) значение признака, которое имеет наибольшую частоту;

б) наибольшее значение частоты в ряду распределения;

в) наибольшее значение признака в совокупности.

12. Медиана – это ...

а) значение признака у той единицы совокупности, которая стоит в середине ранжированного ряда;

б) порядковый номер единицы, которая стоит в середине ранжированного ряда распределения;

в) значение признака, имеющего наименьшую частоту.

13. Укажите соотношение между показателями центра распределения, которое характеризует правостороннюю асимметрию:

а) $\bar{X} > Me > M_0$;

б) $\bar{X} < Me < M_0$;

в) $\bar{X} = Me = M_0$.

14. Левосторонняя асимметрия в распределении предприятий отрасли по уровню рентабельности свидетельствует ... тенденциях в распределении предприятий.

а) о благоприятных;

б) о неблагоприятных тенденциях.

15. Правосторонняя асимметрия в распределении студентов группы по уровню успеваемости свидетельствует ...

а) о благоприятной ситуации с успеваемостью.

б) о проблемах с успеваемостью в группе.

Задания и задачи по теме

Задача 5.1

По данным табл. 5.7 определите средний стаж работы рабочих анализируемого участка. Укажите, что в данном случае является осредняемым признаком. Выбор вида средней величины, а также расчетной формулы обоснуйте.

Таблица 5.7

Распределение рабочих участка по стажу работы

Группы рабочих по стажу работы, лет	До 5 лет	5 – 10	10 – 15	15 и более
Численность рабочих, чел.	2	6	15	7

Задача 5.2

По данным за два месяца по трем цехам предприятия имеются следующие данные:

№ цеха	сентябрь		октябрь	
	Среднесписочная численность работников, чел.	Средняя месячная заработная плата, тыс. руб.	Средняя месячная заработная плата, тыс. руб.	Фонд заработной платы, млн руб.
Цех № 1	140	712	762	99,06
Цех № 2	200	654	710	149,10
Цех № 3	260	850	900	243,00

Определите:

- 1) среднемесячную заработную плату одного среднесписочного работника по трем цехам вместе в сентябре месяце;
- 2) среднемесячную заработную плату одного среднесписочного работника по трем цехам вместе в октябре месяце;
- 3) среднемесячную заработную плату одного среднесписочного работника по трем цехам вместе за два месяца;
- 4) относительную величину динамики средней месячной заработной платы одного среднесписочного работника по трем цехам в октябре по сравнению с сентябрем.

В каждом случае укажите вид используемой средней величины и обоснуйте ее выбор.

Задача 5.3

Имеются следующие данные об экспорте продукции металлургического комбината:

Вид продукции	Удельный вес продукции на экспорт, %	Стоимость продукции на экспорт, млн руб.
Сталь арматурная	40,0	32 100
Прокат листовой	32,0	42 500

Определите средний удельный вес продукции на экспорт по комбинату.

Задача 5.4

Определите среднюю себестоимость изделия по группе предприятий. Расчет выполните, используя два вида средних величин: среднюю арифметическую и среднюю гармоническую. Исходные данные представлены в таблице.

Группы предприятий по себестоимости одного изделия, тыс. руб.	Объем производства продукции, %	Затраты на производство продукции, %
110 – 115	9,0	8,2
115 – 120	18,0	17,2
120 – 125	24,0	23,9
125 и выше	49,0	50,7
Итого	100,0	100,0

Задача 5.5

По двум цехам имеются следующие данные о распределении рабочих по уровню месячной заработной платы за отчетный месяц:

Группы рабочих по уровню месячной заработной платы, тыс. руб.	Среднесписочная численность рабочих, чел.	
	Цех № 1	Цех № 2
500 – 550	32	17
550 – 600	36	40
600 – 650	150	220
650 – 700	70	110
700 – 750	32	83
Итого	320	470

Определите среднюю заработную плату по каждому из цехов и двум цехам вместе.

Задача 5.6

Работа автокомбината за месяц характеризуется следующими данными:

Номер автоколонны	Общие затраты на перевозку грузов, млн руб.	Средний месячный грузооборот автомашины, ткм	Себестоимость одного ткм, тыс. руб.
1	202,8	4 600	6,3
2	476,3	5 400	9,8
3	178,2	4 400	8,1

Определите:

- 1) среднюю себестоимость одного ткм;
- 2) среднее число автомашин в автоколонне;
- 3) средний месячный грузооборот автомашины по автокомбинату.

Задача 5.7

По трем предприятиям, вырабатывающим один и тот же вид изделий, известны следующие данные за отчетный месяц:

Предприятие	Среднесписочная численность рабочих, чел.	Средняя месячная выработка одного рабочего, шт.	Себестоимость одного изделия, тыс. руб.
№ 1	120	500	30,0
№ 2	150	800	25,0
№ 3	300	850	20,8

Определите:

- 1) среднесписочную численность рабочих на одно предприятие;
- 2) среднюю выработку на одного рабочего по трем предприятиям;
- 3) среднюю себестоимость одного изделия по трем предприятиям.

Задача 5.8

На основе данных о возрастной структуре производственного оборудования предприятия определите его средний возраст:

Группы оборудования по возрасту, лет	Удельный вес каждой группы, % к итогу
До 5	4,1
5 – 10	20,1
10 – 15	25,6
15 – 20	18,6
20 и более	31,6
Итого	100,0

Задание 5.9

По периодическим изданиям за текущий год, материалам сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь приведите примеры использования средних величин в статистике населения, уровня жизни населения, образования, здравоохранения, правонарушений, промышленности, сельского хозяйства, цен, строительства.

Задание 5.10

По результатам сдачи последнего экзамена по высшей математике в вашей группе определите средний балл.

Задача 5.11

Используя данные нижеприведенной таблицы, определите средний размер семьи, а также моду и медиану.

Число членов семьи, чел.	2	3	4	5	6	7	Итого
Число семей, % к итогу	15	34	25	16	8	2	100

Задача 5.12

По данным нижеприведенной таблицы рассчитайте показатели центра распределения и квантили:

Группы групп торфа по влажности, %	Количество проб
20 – 22	18
22 – 24	26
24 – 26	34
26 – 28	20
28 – 30	12
30 – 32	16
Итого	116

Сделайте выводы о характере распределения на основе анализа соотношения среднего значения признака, его модального и медианного значений.

Тема 6

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВАРИАЦИИ

Тест 6.1

1. Ряд распределения характеризует ...
 - а) взаимосвязь между значениями признаков;
 - б) изменение значений признака во времени;
 - в) взаимосвязь между значениями признака и частотой их проявления.
2. Ряд распределения, построенный по количественному признаку, называется ...
 - а) вариационным;
 - б) атрибутивным;
 - в) динамическим.
3. При непрерывной вариации количественного признака строят ... ряд распределения:
 - а) дискретный вариационный;
 - б) интервальный вариационный;
 - в) атрибутивный.
4. Плотность распределения – это ...
 - а) число единиц совокупности, приходящееся на единицу ширины интервала;
 - б) размер признака на единицу совокупности;
 - в) наибольшее значение частоты признака.
5. При дискретной вариации количественного признака вариационный ряд распределения строят ...
 - а) только как дискретный;
 - б) только как интервальный;
 - в) возможны оба из указанных выше вариантов.
6. Кумулятивная частота показывает, ...
 - а) сколько единиц совокупности имеют значение признака не более средней его величины;
 - б) сколько единиц совокупности имеют значение не более данной величины;
 - в) сколько единиц совокупности имеют значение большее, чем медиана.
7. Для графического представления дискретного вариационного ряда используют ...
 - а) гистограмму;
 - б) полигон;
 - в) структурную диаграмму.
8. Накопленные частоты используют при построении ...
 - а) кумуляты;
 - б) гистограммы;

в) полигона.

9. Кривая Лоренца характеризует ...

- а) динамику явлений;
- б) процессы концентрации;
- в) асимметрию в распределении.

10. Какие статистические показатели не относят к показателям центра распределения: а) мода;

- б) коэффициент эксцесса;
- в) медиана;
- г) среднее значение признака.

11. Какие из абсолютных показателей вариации сохраняют единицу измерения признака: а) размах вариации;

- б) среднее линейное отклонение;
- в) дисперсия;
- г) среднее квадратическое отклонение.

Тест 6.2

1. Дисперсия представляет собой ...

- а) средний размер отклонений индивидуальных значений признака от средней;
- б) средний квадрат этих отклонений;
- в) средний размер отклонений индивидуальных значений от произвольной постоянной величины.

2. Для сравнения вариации двух различных признаков необходимо использовать ...

- а) среднее линейное отклонение;
- б) среднее квадратическое отклонение;
- в) размах вариации;
- г) коэффициент вариации.

3. Для оценки степени однородности совокупности по величине анализируемого признака используют ... а) дисперсию;

- б) коэффициент вариации;
- в) моду;
- г) коэффициент эксцесса.

4. Если каждое значение признака увеличить на одну и ту же величину, то дисперсия ... а) не изменится;

- б) уменьшится на эту величину;
- в) увеличится на эту величину.

5. Если каждое значение признака увеличить в два раза, то дисперсия ... а) не изменится;

- б) увеличится в два раза;
- в) увеличится в четыре раза.

6. Средний стаж рабочих завода составляет 15 лет при дисперсии 9. Среднемесячная заработная плата рабочих составляет 650 тыс. руб., а среднее квадратическое отклонение равно 65 тыс. руб. Исходя из этих условий, выберите правильный вывод:

- а) вариация стажа больше вариации заработной платы рабочих;
- б) вариация стажа меньше вариации заработной платы;
- в) вариация заработной платы и стажа одинакова;
- г) сравнить вариацию указанных показателей невозможно.

7. Коэффициент вариации позволяет ...

- а) проверить типичность средней величины;
- б) сравнить вариацию разных признаков в данной совокупности;
- в) определить характер асимметрии;
- г) сравнить вариацию одного и того же признака в разных совокупностях.

8. Правило сложения дисперсий состоит в том, что ...

- а) общая дисперсия равна сумме групповых дисперсий;
- б) общая дисперсия равна сумме межгрупповой и средней из внутригрупповых дисперсий;
- в) средняя из внутригрупповых дисперсий равна общей дисперсии минус межгрупповая дисперсия.

9. Чему равен эмпирический коэффициент детерминации, если средняя из внутригрупповых дисперсий равна нулю:

- а) единице;
- б) нулю;
- в) колеблется от нуля до единицы.

10. Эмпирический коэффициент детерминации измеряет ...

- а) степень тесноты связи между анализируемыми признаками;
- б) вариацию, обусловленную влиянием всех факторов;
- в) долю вариации результативного признака, обусловленную влиянием изучаемого факторного признака.

Задания и задачи по теме

Задача 6.1

Имеются следующие данные о величине межремонтного пробега автомобилей:

Величина межремонтного пробега, тыс. км	80 – 100	100 – 120	120 – 140	140 – 160	160 – 180
Количество автомобилей	10	60	100	26	14

Представьте данный вариационный ряд распределения графически в виде гистограммы и кумуляты. Используя графики, определите численное значение моды и медианы.

Задание 6.2

По результатам сдачи экзамена по высшей математике в зимнюю сессию постройте дискретный ряд распределения студентов вашей группы по полученным баллам. Дайте его графическое представление с помощью полигона распределения. Определите средний балл, моду и медиану.

Задача 6.3

Акционерные общества области по среднесписочной численности работающих в отчетном году распределились следующим образом:

Группы ОАО по среднесписочной численности работающих, чел.	40	400	600	800	1000	1200	1400	1600	Итого
	До	-	-	-	-	-	-	-	
Количество ОАО	11	23	36	42	28	17	9	4	170

Определите:

- среднее линейное отклонение;
- дисперсию двумя методами;
- среднее квадратическое отклонение;
- коэффициент вариации.

Сделайте выводы об однородности ОАО по среднесписочной численности работающих.

Задача 6.4

Имеется следующее распределение рабочих двух производственных участков по стажу работы:

Группы рабочих по стажу работы, лет	Численность рабочих, чел.	
	Участок № 1	Участок № 2
0 – 5	2	7
5 – 10	15	25
10 – 15	20	12
15 – 20	3	8

Определите, на каком производственном участке состав рабочих по стажу работы более однороден.

Задача 6.5

Средняя величина признака в совокупности равна 19, а средний квадрат индивидуальных значений этого признака – 397. Определите коэффициент вариации.

Задача 6.6

Дисперсия признака равна 9, средний квадрат индивидуальных его значений – 130. Чему равно среднее значение признака?

Задача 6.7

Средняя величина признака в совокупности равна 16, среднее квадратическое отклонение – 8. Определите средний квадрат индивидуальных значений этого признака.

Задача 6.8

Удельный вес основных рабочих в общей численности рабочих в каждом из трех цехов составил: 80, 75 и 90 % соответственно. Определите дисперсию и среднее квадратическое отклонение доли основных рабочих по предприятию в целом, если численность всех рабочих составила: в первом цехе – 100 чел., во втором – 200 чел., в третьем – 150 чел.

Задача 6.9

В таблице представлены данные об объеме производства продукции в поквартальном разрезе за год (млрд руб.):

Наименование показателя	Квартал			
	I	II	III	IV
Объем производства продукции, всего	150	120	160	180
В т.ч. продукция на экспорт	85	60	128	130

Определите за год дисперсию удельного веса продукции на экспорт.

Задача 6.10

При изучении влияния стажа работы рабочих на производительность труда в цехе были получены данные, представленные в таблице:

Группы рабочих по стажу, лет	Численность рабочих в группах, чел.	Средняя часовая выработка рабочих в группах, изд.	Дисперсия выработки в каждой группе
До 5	30	20,0	3,0
5 и более	40	23,0	2,0

Определите:

- 1) среднюю из внутригрупповых дисперсий, межгрупповую и общую дисперсии;
- 2) эмпирический коэффициент детерминации и эмпирическое корреляционное отношение;
- 3) расчетное значение F -критерия. Сделайте выводы о существенности влияния стажа рабочих на уровень выработки.

Тема 7

ВЫБОРОЧНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Тест 7.1

1. При выборочном наблюдении имеют место ...

- а) только ошибки регистрации;
- б) только ошибки репрезентативности;
- в) ошибки регистрации и репрезентативности;
- г) ошибки отсутствуют.

2. Какая категория шире?

- а) сплошное наблюдение;
- б) выборочное наблюдение.

3. Ошибки репрезентативности могут быть ...

- а) только систематическими;
- б) только случайными;
- в) систематическими и случайными.

4. Ошибки репрезентативности возникают в силу того, что ...

- а) выборочная совокупность не совсем точно воспроизводит свойства генеральной совокупности;
- б) производится регистрация неточных сведений;
- в) при заполнении формуляров возможны описки.

5. Применение теории выборочного метода позволяет измерить

...

- а) случайные ошибки репрезентативности;
- б) систематические ошибки репрезентативности;
- в) ошибки регистрации.

6. При формировании выборочной совокупности соблюдение принципа случайности отбора ...

- а) желательно;
- б) обязательно;
- в) необязательно.

7. При проведении отбора рабочих для обследования причин потерь рабочего времени на предприятии были заведомо исключены рабочие с сокращенным рабочим днем. Результаты выборочного наблюдения будут содержать ...

- а) систематические ошибки регистрации;
- б) систематические ошибки репрезентативности;
- в) случайные ошибки регистрации.

8. Укажите, при каких условиях целесообразно использовать собственно случайную выборку:

- а) совокупность неоднородна;
- б) совокупность однородна;
- в) известен исчерпывающий состав генеральной совокупности;
- г) не известен полный состав генеральной совокупности.

9. Какая выборка может быть проведена только на основе бесповторного отбора?

- а) собственно-случайная;
- б) типическая;
- в) механическая;
- г) серийная.

10. Между величиной ошибки выборки и объемом выборочной совокупности ...

- а) существует прямая зависимость;
- б) имеет место обратная зависимость;
- в) отсутствует какая-либо связь.

Тест 7.2

1. Если генеральная совокупность неоднородна по величине анализируемого признака и в ней могут быть выделены однородные группы, то используют ...

- а) механическую выборку;
- б) типическую выборку;
- в) серийную выборку;
- г) собственно-случайную выборку.

2. Бесповторный отбор единиц из генеральной совокупности по сравнению с повторным ... а) не имеет преимуществ;

- б) дает менее точные результаты;
- в) дает более точные результаты.

3. Увеличение доверительной вероятности ...

- а) уменьшает предельную ошибку выборки;
- б) увеличивает предельную ошибку выборки;
- в) не влияет на предельную ошибку выборки.

4. Какой отбор при прочих равных условиях обеспечивает меньшую численность выборочной совокупности? а) повторный;

- б) бесповторный.

5. Средняя ошибка типической выборки при обоснованной типизации генеральной совокупности ...

- а) меньше средней ошибки собственно-случайной выборки;
- б) равна средней ошибке собственно-случайной выборки;
- в) больше средней ошибки собственно-случайной выборки.

6. Способ организации выборочной совокупности влияет на порядок определения ...

- а) средней ошибки выборки;
- б) предельной ошибки выборки.

7. Предельная ошибка выборки при уровне вероятности 0,75 ...

- а) меньше средней ошибки выборки;
- б) больше средней ошибки выборки;
- в) равна средней ошибке выборки.

8. Для каких способов организации выборочной совокупности необходимый объем выборки определяется по одним и тем же формулам? а) собственно-случайного бесповторного и механического;

- б) собственно-случайного и типического;
- в) типического и механического;
- г) собственно-случайного и серийного.

9. Для малых выборок коэффициент доверия определяется на основе ...

- а) t -распределения Стьюдента;
- б) значений функции Лапласа;
- в) распределения Фишера.

10. При серийной выборке в отобранных сериях обследуют ...

- а) все единицы;
- б) отобранные собственно-случайным бесповторным методом;
- в) отобранные механическим способом.

Задания и задачи

Задание 7.1

Объясните, почему следующие методы отбора данных могли бы привести к ошибкам репрезентативности в обследованиях, проводимых с целью:

- 1) получить представление о взглядах общества на смертную казнь с помощью опроса через журнал «Юрист»;
- 2) получить представление о реакции общества на закон о подоходном налоге проведением опроса при посещении домов в дневное время.

Задание 7.2

Из приведенных выборочных обследований определите данные, которые содержат систематическую ошибку регистрации, а также данные, имеющие систематическую ошибку репрезентативности, в следующих случаях:

- 1) при изучении производительности труда из совокупности заведомо были исключены рабочие со стажем менее одного года;
- 2) при обследовании состояния животноводства в фермерских хозяйствах из-за недобросовестности счетчиков в некоторых хозяйствах не полностью был учтен молодняк скота;
- 3) при выборочном обследовании бюджета времени работающих, как оказалось в последствии, затраты времени на прачечную и химчистку вместо статьи «Покупка товаров и получение услуг» были включены в статью «Работа на дому».

Задача 7.3

Из партии готовой продукции в порядке механической выборки проверено 400 изделий и установлено, что 80 % из них соответствует первому сорту.

С вероятностью 0,954 определите долю продукции первого сорта во всей партии.

Задача 7.4

В городе проживает 250 тыс. семей. Для определения среднего числа детей в семье была организована 2%-ная случайная бесповторная выборка семей. По ее результатам было получено следующее распределение семей по числу детей:

Число детей в семье, чел.	0	1	2	3	4	5
Количество семей	1 000	2 000	1 200	400	200	200

С вероятностью 0,95 найдите пределы, в которых будет находиться среднее число детей в генеральной совокупности.

Задача 7.5

Городским отделом статистики для изучения общественного мнения о работе РЭУ в порядке механического отбора было опрошено 6 400 человек или 1 % общей численности взрослого городского населения. Из числа опрошенных 3 840 человек положительно оценили работу РЭУ. С вероятностью 0,997 определите пределы, в которых находится доля лиц, положительно оценивающих работу РЭУ.

Задача 7.6

На предприятии выборочно проверен стаж у 120 мужчин и 80 женщин. Результаты наблюдения представлены в табл. 7.4.

Таблица 7.4

Группы рабочих по полу	Численность работников, чел.	Средний стаж работы, лет	Среднеквадратическое отклонение стажа, лет
Мужчины	120	14	3
Женщины	80	11	2

Определите:

- 1) общий средний стаж работы для рабочих по выборочным данным;
- 2) с вероятностью 0,954 доверительные пределы среднего стажа работы рабочих в генеральной совокупности.

Задача 7.7

Операция шлифования при обработке детали № 312 производится в цехе на трех станках. Для определения процента брака для всей партии

продукции, выработанной за день, проведена типическая 10 %-ная выборка. Отбор деталей из выработки каждого станка – случайный бесповторный; объем выборки пропорционален размеру выпуска. На первом станке было обработано 1 700 деталей, на втором – 2 000, на третьем – 1 800. Число забракованных деталей в выборке: по первому станку – 2, по второму – 3, по третьему – 3.

Определить:

- 1) доверительные интервалы, в которых с вероятностью 0,95 заключен процент брака для всей партии продукции;
- 2) вероятность того, что процент брака для всей продукции отличается от полученного по выборке не более чем на 6 %.

Задача 7.8

Для изучения текучести кадров на предприятиях города в течение года по специальной программе было выборочно опрошено 400 человек, или 20 % уволившихся по собственному желанию. Результаты наблюдения представлены в табл. 7.5.

Из числа опрошенных 176 человек были неудовлетворены жилищными условиями. Определите с вероятностью 0,997:

- 1) доверительные интервалы среднего стажа работников, уволившихся по собственному желанию;
- 2) доверительные интервалы удельного веса работников, уволившихся по причине неудовлетворенности жилищными условиями.

Таблица 7.5 Группировка уволившихся по стажу работы на предприятии

Группы уволившихся по стажу работы, лет	Численность уволившихся, чел.
До 3	30
3 – 5	198
5 – 7	22
7 – 9	60
9 и более	20
Итого	400

Задача 7.9

В 100 туристических агентствах города предполагается провести обследование среднемесячного количества реализованных путевок методом механического отбора. Какова должна быть численность выборки, чтобы с вероятностью 0,683 предельная ошибка выборки не превышала 3 путевок, если по данным пробного обследования дисперсия составляет 225?

Задача 7.10

Какой должна быть необходимая численность выборочной совокупности при механическом отборе, если наблюдение проводится в целях определения доли единиц в генеральной совокупности, обладающих тем или иным значением альтернативного признака, чтобы с вероятностью 0,954 можно было гарантировать ошибку доли не более 3 %. Дисперсия доли неизвестна.

Результат определите для следующих условий:

- 1) объем генеральной совокупности составляет 1 000 единиц;
- 2) объем генеральной совокупности составляет 10 000 единиц;
- 3) объем генеральной совокупности неизвестен.

Задача 7.11

На основе тщательного изучения выборки объемом 868, извлеченной из 11 013 хранящихся на складе контейнеров, было установлено, что 3,6 % контейнеров не готовы к отгрузке. Отбор контейнеров проводился на основе механической выборки. Определите предельную ошибку выборки для доли. Доверительную вероятность установите самостоятельно.

Были бы Вы удивлены, узнав, что в действительности 4 % из 11 013 контейнеров не готовы к отгрузке? Почему?

Были бы Вы удивлены, узнав, что в действительности 10 % из 11 013 контейнеров не готовы к отгрузке? Почему?

Тема 8

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Тест 8.1

Уровни ряда динамики могут быть представлены ...

- а) абсолютными величинами;
- б) средними величинами;
- в) относительными величинами;
- г) атрибутивными признаками.

1. Ряд динамики характеризует ...

- а) структуру совокупности по какому-либо признаку;
- б) изменение значений признака в пространстве;
- в) изменение значений признаков во времени.

2. Уровни интервального динамического ряда выражают ...

- а) размер явлений за определенный период;
- б) размер явлений на определенную дату.

3. Моментным рядом динамики является ряд, представленный ...

- а) показателями производства велосипедов за каждый квартал отчетного года;
- б) показателями валютных запасов Республики на конец каждого квартала отчетного года;
- в) показателями объема капитальных вложений в экономику страны по годам.

4. Интервальным рядом динамики является ряд, представленный

- а) показателями парка автобусов в автотранспортном предприятии на конец каждого кварталотчетного года;
- б) показателями производства картофеля в районе за каждый год в период 2017 – 2020 гг.;
- в) ежегодный выпуск специалистов университета в период 2017 - 2020г.

6. При цепной системе расчета показателей интенсивности изменения уровней ряда динамики анализируемый уровень ряда сравнивается ...

- а) с предыдущим уровнем ряда;
- б) с начальным уровнем ряда.

7. Согласны ли Вы с утверждением, что базисные показатели динамики характеризуют интенсивность изменения уровней от периода к периоду в пределах изучаемого интервала времени?

- а) да;
- б) нет.

8. Если все уровни ряда динамики сравниваются с одним и тем же уровнем, показатели динамики называются ...

- а) цепными;
- б) базисными.

9. Абсолютный прирост – это ...

- а) величина только положительная;
- б) величина только отрицательная;
- в) может быть положительной и отрицательной.

10. Коэффициент роста – это ...

- а) разность двух уровней ряда динамики;
- б) отношение двух уровней ряда динамики;
- в) отношение абсолютного прироста к уровню, принятому за базу сравнения.

Тест 8.2

1. При каких значениях темпа роста делают вывод:
 - а) об увеличении уровней динамического ряда;
 - б) об уменьшении уровней динамического ряда;
 - в) о неизменности уровней динамического ряда?
2. Чему равен темп роста, если темп прироста составляет ... ?
 - а) 4,5 %;
 - б) (-9,8 %);
 - в) 0 %.
3. Абсолютный прирост исчисляется как ...
 - а) как отношение двух уровней ряда динамики;
 - б) как разность двух уровней ряда динамики;
 - в) как произведение двух уровней ряда динамики.
4. В 2020 г. по сравнению с 2019 г. численность работающих в организации увеличилась на 5 %. Абсолютное значение 1 % прироста составило 10 человек. Исходя из этого численность работающих в организации в 2020 г. составила:
 - а) 105 человек;
 - б) 1 050 человек;
 - в) 1 000 человек.
5. Для выявления основной тенденции развития используют ...
 - а) аналитическую группировку;
 - б) метод укрупнения интервалов;
 - в) метод скользящей средней;
 - г) метод аналитического выравнивания.
6. Точность прогноза при увеличении периода упреждения
 - а) увеличивается;
 - б) уменьшается.
7. Сезонность – это динамика явлений, которая выявляется в пределах ...
 - а) года;
 - б) квартала;
 - в) полугодия.
8. Сумма месячных индексов сезонности за год составляет ...
 - а) 12;
 - б) 1;
 - в) 0.
9. Скорость роста оценивают с помощью ...
 - а) базисных коэффициентов роста;

- б) цепных абсолютных приростов;
- в) базисных абсолютных приростов;
- г) вторых разностей.

10. Показатель абсолютного ускорения применяют ...

- а) только в цепном варианте расчета;
- б) только в базисном варианте расчета;
- в) как в цепном, так и в базисном варианте.

Задания и задачи по теме

Задача 8.1

Используя взаимосвязь показателей динамики, определите уровни ряда динамики и недостающие в таблице базисные показатели динамики по следующим данным о производстве часов в регионе за 2012-2020 гг.:

Год	Производство часов, млн шт.	Базисные показатели динамики		
		абсолютный прирост, млн шт.	темп роста, %	темп прироста, %
2002	55,1	–	100,0	–
2003		2,8		
2004			110,3	
2005				14,9
2006				17,1
2007			121,1	
2008		13,5		
2009				25,4
2010		14,0		

Задача 8.2

Используя взаимосвязь показателей динамики, определите уровни ряда динамики и недостающие в таблице цепные показатели динамики по следующим данным о производстве продукции предприятиями объединения (в сопоставимых ценах):

Год	Производство продукции, млн руб.	По сравнению с предыдущим годом			
		абсолютный прирост, млн руб.	темп роста, %	темп прироста, %	абсолютное значение 1 % прироста, млн руб.
2005	92,5				
2006		4,8			
2007			104,0		

2008				5,8	
2009					
2010		7,0			1,15

Задача 8.3

Имеются следующие данные об объеме пассажирооборота по автобусным предприятиям города:

Год	Пассажирооборот, млрд пасс.-км	Цепные показатели динамики			
		абсолютный прирост, млрд пасс.-км	коэффициент роста	темпы прироста, %	абсолютное значение 1 % прироста, млрд пасс.-км
2005	127,0	–	–	–	–
2006			1,102		
2007				7,1	
2008	164,60				
2009					
2010				9,9	1,75

Задача 8.4

Имеются следующие данные по предприятию о производстве промышленной продукции за 2015 – 2020 гг. (в сопоставимых ценах), млрд руб.:

2015	2016	2017	2018	2019	2020
67,7	73,2	75,6	77,9	82,0	84,4

Определите:

- 1) цепные и базисные абсолютные приросты;
- 2) цепные и базисные темпы роста и темпы прироста;
- 3) для каждого года абсолютное значение 1 % прироста.

Результаты расчетов представьте в табличной форме. Сделайте выводы.

Задача 8.5

По данным предыдущей задачи определите:

- 1) средний уровень ряда динамики;
- 2) среднегодовой абсолютный прирост;
- 3) среднегодовой темп роста и прироста.

Задача 8.6

Динамика выпуска продукции в ОАО «Альфа» характеризовалась следующими данными:

	2016	2017	2018	2019	2020
Объем производства продукции в сопоставимых ценах, млрд руб.	21,2	22,4	24,9	28,6	31,6

Определите:

- 1) цепные и базисные абсолютные приросты;
- 2) цепные и базисные темпы роста и темпы прироста;
- 3) для каждого года абсолютное значение 1% прироста;
- 4) среднегодовой темп роста и прироста;
- 5) среднегодовой абсолютный прирост.

Результаты расчетов представьте в табличной форме. Сделайте выводы.

Задача 8.7

В таблице представлены данные об активах предприятия на начало каждого квартала за 2017 – 2019 гг.

Определить абсолютное и относительное изменение активов предприятия в 2019 г. по сравнению с 2018 и 2017 гг.

Год	Активы предприятия, млрд руб.			
	1.01	1.04	1.07	1.10
2017	62	65	70	68
2018	68	70	75	78
2019	80	84	88	90
2020	95	–	–	–

Задача 8.8

Имеются следующие данные о поголовье коров в хозяйствах всех категорий области, тыс. голов:

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
На 1 января	37,6	38,1	40,1	42,5	–	–	–	–
На 1 июля	–	–	–	44,7	44,8	45,0	46,0	46,1

Укажите причину несопоставимости уровней ряда динамики. Приведите уровни ряда к сопоставимому виду, применив метод смыкания рядов динамики.

Задача 8.9

Имеются следующие данные о производстве продукта А в республике за 2014 – 2020 гг.:

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Производство продукции, млн.т	32,0	33,5	35,0	37,0	38,5	40,0	42,0

Выявите основную тенденцию производства продукта А за анализируемый период методом аналитического выравнивания ряда динамики. Выбор вида уравнения тренда обоснуйте. Определите ошибку уравнения тренда. С вероятностью 0,95 определите интервал, в котором можно ожидать объем производства продукта в 2021 г. Укажите условия, при которых прогноз может быть получен методом экстраполяции.

Задача 8.10

Ежегодный объем производства продукта в регионе характеризуется следующими данными, тыс. т:

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
20	22	23	25	28	26	27	27	30	29	32

Для изучения основной тенденции производства продукции произведите:

- 1) сглаживание уровней ряда динамики с помощью трехчленной скользящей средней;
- 2) аналитическое выравнивание.

На графике представьте фактические уровни ряда динамики, а также значения, полученные на основе выравнивания методом скользящей средней и методом аналитического выравнивания.

Задача 8.11

По станциям технического обслуживания легковых автомобилей города имеются следующие данные:

Месяцы	Число заявок, тыс. шт.		Индексы сезонности годовые		Индексы сезонности за 2 года
	2019	2020	2019	2020	
Январь	10,3	13,6			
Февраль	11,3	14,3			
Март	11,5	14,4			
Апрель	12,0	14,6			
Май	12,6	15,6			
Июнь	16,0	17,1			
Июль	15,9	16,9			
Август	16,2	17,0			
Сентябрь	16,4	16,5			
Октябрь	15,2	16,0			
Ноябрь	15,0	14,9			
Декабрь	12,8	13,8			
Итого:	165,0	184,7			

На основе приведенных данных выполните следующее:

- 1) определите индексы сезонности в 2019 и 2020 гг.;
- 2) определите индексы сезонности за два года вместе;
- 3) рассчитайте средние квадратические отклонения индексов сезонности для каждого года и сделайте выводы об изменении сезонной неравномерности по годам.

Задание 8.12

По периодическим изданиям, данным статистических сборников, сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь найдите примеры рядов динамики различных видов и рассчитайте для них показатели интенсивности изменения уровней ряда динамики, а также средние показатели ряда динамики.

Задание 8.13

По периодическим изданиям, данным статистических сборников, сайта Национального статистического комитета Республики Беларусь найдите ряд динамики с целью выявления основной тенденции развития известными вам методами.

\

Тема 9

ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД В СТАТИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Тест 9.1

1. В зависимости от степени охвата единиц совокупности различают:
- а) агрегатные индексы;
 - б) индивидуальные индексы;
 - в) общие индексы;
 - г) средние из индивидуальных.

2. К индексам качественных показателей относят ...

- а) индекс себестоимости продукции;
- б) индекс физического объема продукции;
- в) индекс цены.

3. Общий индекс стоимости продукции исчисляется по формуле ...

а) $\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$;

б) $\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0}$;

в) $\frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_1}$.

4. Данная формула $\frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1}$ представляет ...

- а) индекс переменного состава;
- б) индекс постоянного состава;
- в) индекс структурных сдвигов.

5. Индекс цен Ласпейреса определяется по формуле ...

а) $\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$;

б) $\frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}$;

6. Индекс количества продукции, произведенной в единицу времени, рассчитывается по формуле ...

Если себестоимость снизилась на 10 %, а количество продукции увеличилось на 5 %, то индекс затрат на производство будет равен ... а) 105 %;

б) 94,5 %;

в) 95,0 %.

7. Если индекс переменного состава равен 125 %, а индекс структурных сдвигов 110 %, то индекс фиксированного состава равен ...

а) 100 %;

б) 119 %;

в) 115 %.

Задания и задачи по теме

Задача 9.1

Имеются следующие данные за два периода о ценах и объемах реализации трех видов товаров по одному из торговых предприятий:

Вид товара	Базисный период		Отчетный период	
	Цена, тыс. руб. p_0	Продано товаров, шт. q_0	Цена, тыс. руб. p_1	Продано товаров, шт. q_1
А	45	2500	63	1700
Б	27	830	35	2300
В	12	610	14	1000

Определите:

- 1) индивидуальные индексы цен;
- 2) индивидуальные индексы физического объема реализации товаров;
- 3) общий индекс цен;
- 4) общий индекс физического объема реализации товаров;
- 5) общий индекс товарооборота (стоимости товаров).

Задача 9.2

Имеются следующие данные об изменении физического объема розничного товарооборота в регионе:

Группа товаров	Индекс физического объема товарооборота по группам товаров в 2020 г. по сравнению с 2019 г., %	Структура товарооборота в 2019 г., %
Продовольственные	102,3	42
Непродовольственные	104,1	58

Определите общий индекс физического объема розничного товарооборота в регионе в 2020 г. по сравнению с 2019 г.

Задача 9.3

Динамика физического объема производства промышленной продукции на предприятии характеризуется следующими данными:

Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Цепной индекс физического объема производства, %	94,7	101,6	102,1	102,8	103,2	104,4

Определите:

- 1) индекс физического объема промышленного производства в 2020 г. по сравнению с 2015 г.;
- 2) среднегодовой темп изменения физического объема производства за указанный период.

Задача 9.4

Имеются данные об общем индексе цен на продукцию промышленного предприятия за период 2017 – 2020 гг.:

Год	2017	2018	2019	2020
Цепной индекс цен, %	107,8	108,2	106,5	108,6

Определите изменение цен на продукцию предприятия за весь период и их среднегодовое изменение.

Задача 9.5

Имеются следующие данные по предприятию за два года:

Вид продукции	2019		2020	
	Себестоимость единицы продукции, тыс. руб.	Количество произведенной продукции, тыс. шт.	Себестоимость единицы продукции, тыс. руб.	Количество произведенной продукции, тыс. шт.
<i>A</i>	3,0	22	3,5	25
<i>B</i>	7,0	13	8,3	10
<i>B</i>	9,0	42	8,6	48

Определите:

- 1) общий индекс себестоимости продукции;
- 2) общий индекс изменения затрат на производство;
- 3) абсолютное изменение затрат на производство общее и в том числе, обусловленное изменением себестоимости единицы продукции отдельных видов и изменением физического объема произведенной продукции.

Задача 9.6

Имеются следующие данные по промышленному предприятию:

Изделие	Общие затраты на производство в 2020 г., млн руб.	Темп прироста себестоимости изделия в 2020 г. по сравнению с 2019 г., %
А	691,2	+8,0
Б	1267,2	+5,6
В	2214,0	-2,5

Определите:

- 1) общий индекс себестоимости продукции в 2020 г. по сравнению с 2019 г.,
- 2) размер экономии или дополнительных затрат, вызванных изменением себестоимости продукции.

Задача 9.7

Деятельность торгового предприятия за два месяца 2020 г. характеризуется следующими данными:

Товар	Товарооборот, тыс. руб.	
	март	апрель
Кофе растворимый	340	305
Кофе молотый	1650	1710
Чай	970	1054
Какао	800	840

Определите общий индекс физического объема реализации с учетом того, что в апреле предприятие повысило все цены в среднем на 8 %.

Задача 9.8

Имеются следующие данные о реализации товара А на рынках города:

Рынок	Январь		Февраль	
	Цена за кг, тыс. руб.	Продано, тыс. кг	Цена за кг, тыс. руб.	Продано, тыс. кг
1	8,5	2,45	8,9	2,52
2	9,0	1,87	9,0	1,92
3	8,9	2,36	9,2	2,36

Определите:

- 1) общий индекс цен переменного состава;
- 2) общий индекс цен фиксированного состава;
- 3) общий индекс цен структурных сдвигов.

По результатам расчетов сделайте выводы, объяснив значение каждого индекса и связи между ними.

Задача 9.9

Строительно-производственная деятельность двух строительных предприятий города характеризуется следующими данными:

Домостроительное предприятие	Построено жилья, тыс. м ²		Себестоимость 1 м ² , млн руб.	
	в базисном периоде	в отчетном периоде	в базисном периоде	в отчетном периоде
Предприятие 1	53	68	4,34	4,71
Предприятие 2	102	84	3,52	3,96

Определите:

- 1) общий индекс себестоимости переменного состава;
- 2) общий индекс себестоимости постоянного состава;
- 3) общий индекс себестоимости структурных сдвигов.

По результатам расчетов сделайте выводы.

Задача 9.10

На основе данных, представленных в нижеследующей таблице, выполните следующие расчеты:

- 1) определите общий индекс физического объема продукции;
- 2) индивидуальный индекс производительности труда по каждому виду продукции;
- 3) общий индекс производительности труда по предприятию в целом;
- 4) общее абсолютное изменение затрат рабочего времени на производство продукции и в т.ч. за счет изменения:
а) производительности труда; б) физического объема продукции.

Вид продукции	Выпуск продукции, тыс. ед.		Затраты времени на единицу продукции, чел.-час.	
	базисный период	отчетный период	базисный период	отчетный период
А	50	56	4,2	4,0
Б	200	150	3,0	3,0
В	100	80	2,0	1,9

Задание 9.11

По данным периодической печати приведите примеры экономических индексов. Укажите, какие из них являются индексами качественных и количественных показателей.

Задание 9.12

Сформируйте месячную потребительскую корзину для вашей семьи, указав наименование товаров и услуг, объем потребления по каждому виду товаров и услуг, цену товаров на начало и конец месяца. Рассчитайте индивидуальные индексы цен товаров и услуг, а также общий индекс цен. Сделайте выводы.

Тема 10

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Тест 10.1

1. Укажите, какие утверждения относятся к корреляционной связи:

- а) значению факторного признака соответствует строго определенное значение результативного;
- б) связь проявляется в каждом единичном случае;
- в) факторный признак полностью определяет значение результативного;
- г) значению факторного признака соответствует распределение значений результативного.

2. Параллельное сопоставление рядов, не сгруппированных значений факторного и результативного признаков, позволяет ... а) измерить степень тесноты корреляционной связи;

- б) установить наличие корреляционной связи;
- в) определить направление корреляционной связи.

3. Укажите, какие характеристики относятся к функциональной связи:

- а) связь является полной;
- б) жестко детерминированная связь;
- в) стохастически детерминированная связь.

4. Аналитическое выражение корреляционной связи осуществляется на основе ...

- а) корреляционного анализа;
- б) регрессионного анализа;
- в) аналитической группировки.

5. Какой вид анализа (корреляционный, или регрессионный) применяется в каждой из описанных ниже ситуаций:

- а) установление наличия какой-либо взаимосвязи между расходами на рекламу и объемом продаж;
- б) создание инструмента формирования сметы, позволяющего выражать затраты в зависимости от количества произведенных изделий;
- в) анализ данных с целью определения силы взаимосвязи между моральным состоянием работников и их производительностью.

6. Постройте поле корреляции, которое бы иллюстрировало каждую из указанных ниже ситуаций (для ответа необязательно использовать какие-либо данные, можно просто рисовать точки):

- а) взаимосвязь между x и y отсутствует;
- б) линейная взаимосвязь с сильной положительной корреляцией;
- в) линейная взаимосвязь со слабой отрицательной корреляцией.

7. Линейный коэффициент корреляции используют для оценки степени тесноты корреляционной связи между двумя количественными признаками ...

- а) только при линейной связи;
- б) только при нелинейной связи;
- в) независимо от типа связи.

8. Какой вывод о связи между признаками можно сделать, если линейный коэффициент корреляции:

- а) равен единице;
- б) равен нулю;
- в) равен (-0,85).

9. При наличии линейной корреляционной связи между двумя признаками линейный коэффициент корреляции составил 0,8. Укажите правильное значение коэффициента детерминации:

- а) -0,64;
- б) 0,64;
- в) 0,86.

10. Корреляционное отношение используют для оценки степени тесноты корреляционной связи ...

- а) только при криволинейной связи;
- б) только при линейной связи;
- в) при любом типе связей.

11. Укажите, в каких пределах изменяется корреляционное отношение:

- а) $-1 \leq \eta \leq +1$;
- б) $0 \leq \eta \leq +1$;
- в) $0 \leq \eta \leq +2$.

12. Для измерения степени тесноты связи между двумя качественными признаками с альтернативной вариацией используют ...

- а) коэффициент корреляции рангов Спирмена;
- б) коэффициент Фехнера;
- в) коэффициент ассоциации;
- г) коэффициент контингенции.

13. Оценка статистической значимости параметров уравнения регресс осуществляется на основе ...

- а) коэффициента корреляции;
- б) коэффициента эластичности;
- в) t -критерия Стьюдента.

14. Укажите, в каких случаях возможно применение коэффициента корреляции рангов Спирмена:

- а) анализируется связь между двумя количественными признаками;
- б) анализируется связь между двумя качественными признаками, каждый из которых измеряется в порядковой шкале;
- в) анализируется связь между количественным и качественным признаком, если последний измеряется в порядковой шкале;
- г) анализируется связь между двумя качественными признаками, если один из них измеряется в порядковой, а другой в номинальной шкале.

Задания и задачи по теме

Задача 10.1

По данным таблицы, полагая, что зависимость между x и y линейная, выполните следующее:

- 1) определите линейный коэффициент корреляции и проверьте его статистическую значимость;
- 2) определите параметры линейного уравнения регрессии;
- 3) рассчитайте среднюю квадратическую ошибку среднюю ошибку аппроксимации для уравнения регрессии;
- 4) проверьте статистическую значимость параметров уравнения регрессии;
- 5) рассчитайте коэффициент эластичности и коэффициент детерминации;
- б) сделайте выводы о надежности полученного уравнения регрессии.

Исходные данные для расчета

x	1	4	7	11	15	17	22
y	3	6	10	14	18	24	30

Задача 10.2

По следующим данным постройте линейное уравнение регрессии, вычислите линейный коэффициент корреляции:

$$\bar{x} = 10, \bar{y} = 8, \sigma_x^2 = 136, \sigma_y^2 = 100, r = 0,8.$$

Задача 10.3

Используя следующие данные, определите параметры линейного уравнения (a и b) регрессии: $\bar{x} = 20, \bar{y} = 10, \sigma_x = 0,8$.

Задача 10.4

Для оценки степени тесноты связи между уровнем выработки рабочих и стажем их работы было рассчитано корреляционное отношение, оказавшееся равным 0,9. Определите величину средней из внутригрупповых дисперсий, если известно, что общая дисперсия выработки рабочих составляет 6,6.

Задача 10.5

Компания «Garden Groceries» владеет 12 магазинами. Финансовый менеджер рассматривает целесообразность слияния ряда мелких магазинов для увеличения прибыли компании. Ему необходимо установить связь между прибылью и объемом продаж. Данные для расчета приведены в таблице:

Номер магазина	Годовая прибыль, тыс. фунт. ст.	Объем продаж за год, тыс. фунт.ст.
1	2	50
2	4	60
3	11	85
4	17	85
5	18	100
6	28	120
7	34	140
8	36	155
9	48	180
10	55	210

Лабораторные работы

«СТАТИСТИКА»

Составители:

В.В. Павлова, к.э.н., доцент кафедры «Экономика и логистика»

Ю.А. Копко, старший преподаватель кафедры «Экономика и логистика»

Минск 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. Сбор статистической информации. Использование статистических функций в табличном процессоре MS EXCEL	5
Лабораторная работа № 2. Сводка и группировка статистических данных	18
Лабораторная работа № 3. Обработка статистических данных на основе приложения MS EXCEL	29
Лабораторная работа № 4. Расчет средних величин, абсолютных и относительных показателей вариации признака	42
Лабораторная работа № 5. Однофакторный корреляционный и регрессионный анализ	52
Лабораторная работа № 6. Многофакторный корреляционно-регрессионный анализ в пакете Statistica	70
Лабораторная работа № 7. Выявление и характеристика основной тенденции развития в рядах динамики	96
Лабораторная работа № 8. Использование индексов в экономико-статистических исследованиях	117

Лабораторная работа № 1

Сбор статистической информации. Использование статистических функций в табличном процессоре MS EXCEL (4 часа)

Цель работы

1. Изучить основные положения и определения, классификацию, вид и тип показателей, используемых при статистических измерениях.
2. Освоить возможности применения электронных таблиц EXCEL для проведения статистического анализа данных на персональном компьютере.

Краткая теория

Статистическое наблюдение

Статистическое наблюдение – планомерный, научно-организованный, систематический сбор данных о явлениях и процессах общественной жизни путем регистрации заранее намеченных существенных признаков.

В **задачи статистического наблюдения** входят: получение достоверной исходной информации, обеспечение полноты информации, проведение стат. наблюдения в короткие сроки.

Объект статистического наблюдения – совокупность, о которой должны быть собраны сведения. Он состоит из отдельных *элементов, единиц*. Характеристика объекта может быть получена лишь посредством характеристики его единиц.

Единица наблюдения – составной элемент объекта наблюдения, который является носителем признаков, подлежащих регистрации. Неточное определение единицы наблюдения влечет за собой погрешности, которые отрицательно сказываются на всем статистическом исследовании. Единицы наблюдения обладают множеством различных свойств, качеств, которые называются **признаками**.

Признак – характерная черта, свойство объекта или явления, которое может быть наблюдаемо или измерено.

Программа статистического наблюдения – перечень признаков, регистрируемых в процессе наблюдения.

Для записи ответов на вопросы программы наблюдения используется *формуляр наблюдения*, который представляет собой разграфленный лист бумаги, содержащий перечень вопросов программы, свободные места для

записи ответов на них. Формуляр статистического наблюдения называют *формуляром, бланком, формой, опросным листом, анкетой*. То или иное название дается в зависимости от специфики организуемого наблюдения. К формуляру наблюдения обычно дается инструкция.

Инструкция – совокупность разъяснений и указаний по программе статистического наблюдения. Она может быть представлена в виде отдельного документа или изложена на формуляре наблюдения.

Таблица 1.1

Классификация признаков

По характеру выражения	По способу измерения	По отношению к характеризованному объекту	По характеру вариации	По отношению ко времени
Описательные (качественные), количественные	Первичные или учитываемые, вторичные или расчетные	Прямые (непосредственные), косвенные	Альтернативные, дискретные, непрерывные	Моментные, интервальные

Организация статистических работ

При организации статистических работ необходимо решить ряд вопросов: время проведения, продолжительность наблюдения, место наблюдения, установить критический момент наблюдения.

Критический момент – момент времени, по состоянию на который регистрируются данные.

Кроме того, при организации статистических работ необходим оргплан наблюдения.

Оргплан – документ, в котором зафиксированы все важные организационные мероприятия при проведении статистического наблюдения. В оргплане наблюдения указываются цель, объект, место, время, орган наблюдения, программа наблюдения, подготовительные мероприятия – подбор и обучение кадров, подготовка формуляров и пр. В ряде случаев, например, при переписях населения, проводится работа по разъяснению целей, задач, порядка проведения переписи.

Организационные формы

В отечественной статистике выделяют следующие формы:

– **отчетность** – форма, при которой сведения поступают в статистические органы от учреждений в виде отчетов об их деятельности; представляется в строго установленные сроки и является основным источником статистических сведений о народнохозяйственном и социальном развитии страны;

– **специально организованное наблюдение** – наблюдение, организованное со специальной целью на определенную дату для получения данных, которые не вошли в отчетность, или для уточнения данных отчетности;

– **регистры** – такая форма наблюдения, при которой факты состояния отдельных единиц совокупности непрерывно регистрируются. В регистре каждая единица наблюдения характеризуется совокупностью показателей.

Виды статистического наблюдения

Виды статистического наблюдения классифицируются по трем признакам:

а) охват наблюдением единиц совокупности, подлежащей статистическому исследованию;

б) систематичность наблюдения;

в) источник сведений, на основании которого устанавливаются факты, подлежащие регистрации.

В зависимости от степени охвата изучаемого объекта статистическое наблюдение делится на:

– **сплошное** наблюдение, при котором обследованию подвергаются все без исключения единицы наблюдения;

– **несплошное** наблюдение, при котором обследованию подвергается только часть единиц наблюдения; основными видами такого наблюдения являются;

– **выборочное** наблюдение, при котором исследуется не вся совокупность, а лишь часть ее, отобранная по определенным правилам выборки и обеспечивающая получение данных, характеризующих всю совокупность в целом.

Применение выборочного наблюдения в статистической практике обусловлено рядом причин:

- 1) выборочное наблюдение проводится быстрее сплошного;
- 2) при выборочном наблюдении можно провести более глубокое и всестороннее исследование по более обширной программе;
- 3) к выборочному наблюдению прибегают в тех случаях, когда сплошное наблюдение не может быть осуществлено или нет смысла его проводить (например, если это связано с уничтожением объекта: испытание ткани на разрыв).

– монографическое обследование – детальное изучение и описание характерных в каком-либо отношении отдельных единиц наблюдения; проводится для выявления тенденций в развитии явления или для изучения и распространения передового опыта отдельных предприятий;

– метод основного массива, при котором исследуются наиболее крупные единицы наблюдения.

По признаку систематичности наблюдение может быть:

- *текущим*, которое ведется систематически, непрерывно;
- *прерывным*, которое подразделяется на:
 - периодическое наблюдение, которое повторяется через определенные равные промежутки времени;
 - единовременное наблюдение, которое проводится по мере надобности, без соблюдения строгой последовательности.

По источнику сведений наблюдение может быть:

- *непосредственное*, когда факты, подлежащие регистрации, устанавливаются лицами, проводящими наблюдение;
- *документированное*, при котором необходимые сведения берутся из соответствующих документов;
- *опрос*, при котором сведения фиксируются со слов опрашиваемого.

Способы статистического наблюдения

В статистике применяют следующие способы наблюдения – опроса:

- *отчетный*, когда организации представляют статистические отчеты о своей деятельности в строго обязательном порядке;
- *экспедиционный*, когда специально обученные работники (счетчики) посещают каждую единицу наблюдения и сами заполняют формуляр наблюдения;
 - *саморегистрация*, когда формуляр наблюдения заполняют сами опрашиваемые, но счетчики инструктируют их, проверяют правильность заполнения формуляра;
 - *анкетный*, когда сбор статистических данных осуществляется с помощью анкет;

– *корреспондентский*, когда определенные лица ведут наблюдение за процессами и в установленные сроки сообщают результаты наблюдений статистическим органам.

Перечисленные виды, формы и способы статистического наблюдения применяются в зависимости от социально-экономических условий, существующих в стране; от особенностей объекта, который исследуется; от целей и задач, поставленных перед наблюдением; от программы наблюдения; от наличия кадров и средств, которыми располагают статистические органы; от срочности потребности в конкретных статистических данных.

Методические указания по работе со статистическими функциями в табличном процессоре microsoft excel [4]

Для проведения статистической обработки информации табличный процессор **Microsoft Excel** включает в себя программную надстройку «Пакет анализа» и библиотеку из 78 статистических функций.

Для вставки какой-либо функции, находясь в нужной ячейке, нажмите на пиктограмму f_x (рис. 1.1) в строке формул или ленте Формулы. Тем самым запускается 1 шаг **Мастера функций**. В нижней части окна появляется краткая справка о данной функции.

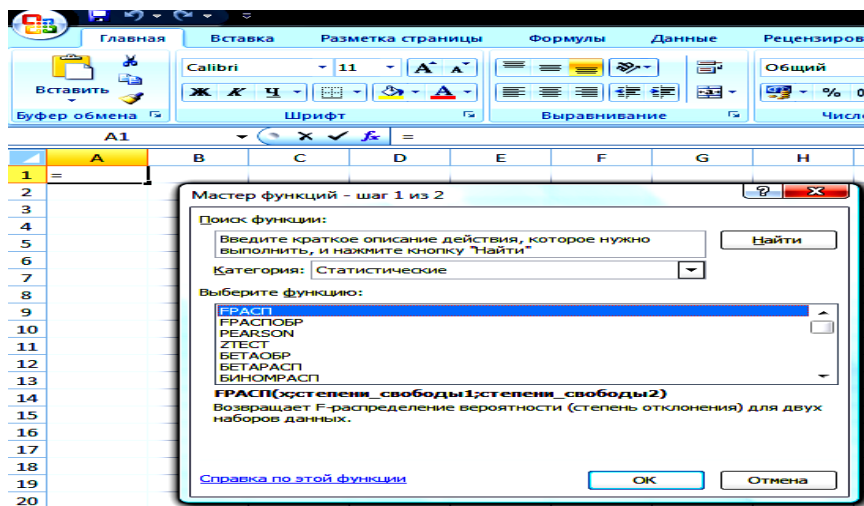


Рис. 1.1. Первый шаг Мастера функций

После выбора функции на 2-ом шаге появляется окно для заполнения аргументов функции (рис. 1.2). Если требуется дополнительная информация по этой функции с примерами ее использования, выберите в этом окне пункт **Справка по этой функции**.

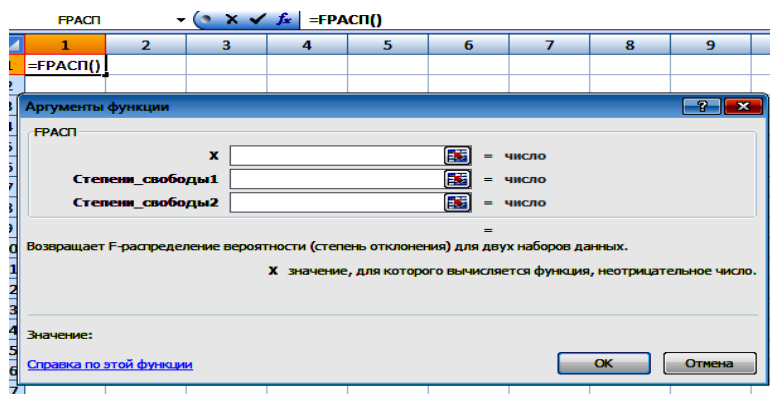


Рис. 1.2. Окно справки Мастера функций

В Excel существуют следующие **Статистические функции**:

- | | |
|-----------|---|
| СРОТКЛ | – Возвращает среднее абсолютных значений отклонений точек данных от среднего. |
| СРЗНАЧ | – Возвращает среднее арифметическое аргументов. |
| СРЗНАЧА | – Возвращает среднее арифметическое аргументов, включая числа, текст и логические значения. |
| БЕТАРАСП | – Возвращает интегральную функцию плотности бета-вероятности. |
| ХИ2РАСП | – Возвращает одностороннюю вероятность распределения хи-квадрат. |
| ХИ2ОБР | – Возвращает обратное значение односторонней вероятности распределения хи-квадрат. |
| ХИ2ТЕСТ | – Возвращает тест на независимость. |
| ДОВЕРИТ | – Возвращает доверительный интервал для среднего значения по генеральной совокупности. |
| КОРРЕЛ | – Возвращает коэффициент корреляции между двумя множествами данных. |
| КОВАР | – Возвращает ковариацию, то есть среднее произведений отклонений для каждой пары точек. |
| КВАДРОТКЛ | – Возвращает сумму квадратов отклонений. |
| ЭКСПРАСП | – Возвращает экспоненциальное распределение. |
| ФРАСП | – Возвращает F -распределение вероятности. |
| ФИШЕР | – Возвращает преобразование Фишера. |
| ПРЕДСКАЗ | – Возвращает значение линейного тренда. |
| ЧАСТОТА | – Возвращает распределение частот в виде вертикального массива. |
| ГАММАРАСП | – Возвращает гамма-распределение. |

СРГЕОМ	– Возвращает среднее геометрическое.
РОСТ	– Возвращает значения в соответствии с экспоненциальным трендом.
СРГАРМ	– Возвращает среднее гармоническое.
ГИПЕРГЕОМЕТ	– Возвращает гипергеометрическое распределение
ОТРЕЗОК	– Возвращает отрезок, отсекаемый на оси линией линейной регрессии.
ЭКСЦЕСС	– Возвращает эксцесс множества данных.
НАИБОЛЬШИЙ	– Возвращает k -ое наибольшее значение из множества данных.
ЛИНЕЙН	– Возвращает параметры линейного тренда.
ЛГРФПРИБЛ	– Возвращает параметры экспоненциального тренда.
ЛОГНОРМОБР	– Возвращает обратное логарифмическое нормальное распределение.
ЛОГНОРМРАСП	– Возвращает интегральное логарифмическое нормальное распределение.
МАКС	– Возвращает максимальное значение из списка аргументов.
МАКСА	– Возвращает максимальное значение из списка аргументов, включая числа, текст и логические значения.
МЕДИАНА	– Возвращает медиану заданных чисел.
МИН	– Возвращает минимальное значение из списка аргументов.
МИНА	– Возвращает минимальное значение из списка аргументов, включая числа, текст и логические значения.
МОДА	– Возвращает значение моды множества данных.
НОРМРАСП	– Возвращает нормальную функцию распределения.
НОРМСТРАСП	– Возвращает стандартное нормальное интегральное распределение.
ПИРСОН	– Возвращает коэффициент корреляции Пирсона.
ПЕРСЕНТИЛЬ	– Возвращает k -ую перцентиль для значений из интервала.
ПУАССОН	– Возвращает распределение Пуассона.
ВЕРОЯТНОСТЬ	– Возвращает вероятность того, что значение из диапазона находится внутри заданных пределов.
КВАРТИЛЬ	– Возвращает квартиль множества данных.
РАНГ	– Возвращает ранг числа в списке чисел.
КВПИРСОН	– Возвращает квадрат коэффициента корреляции Пирсона.
СКОС	– Возвращает асимметрию распределения.
НАКЛОН	– Возвращает наклон линии линейной регрессии.

НОРМАЛИЗАЦИЯ	– Возвращает нормализованное значение.
СТАНДОТКЛОН	– Оценивает стандартное отклонение по выборке.
СТАНДОТКЛОНА	– Оценивает стандартное отклонение по выборке, включая числа, текст и логические значения.
СТАНДОТКЛОНП	– Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности.
СТАНДОТКЛОНПА	– Вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности, включая числа, текст и логические значения.
СТОШУХ	– Возвращает стандартную ошибку предсказанных значений y для каждого значения x в регрессии.
СТЬЮДРАСП	– Возвращает t -распределение Стьюдента.
ТЕНДЕНЦИЯ	– Возвращает значения в соответствии с линейным трендом.
ТТЕСТ	– Возвращает вероятность, соответствующую критерию Стьюдента.
ДИСП	– Оценивает дисперсию по выборке.
ДИСПР	– Вычисляет дисперсию для генеральной совокупности.
ВЕЙБУЛЛ	– Возвращает распределение Вейбулла.

Пример использования функции ЧАСТОТА

Простейший способ создания распределения частот – использование функции ЧАСТОТА. Эта функция всегда возвращает массив, поэтому она используется в формулах массива, заполняющих диапазон ячеек. Она вычисляет частоту появления значений в интервале значений и возвращает массив чисел. Функцией ЧАСТОТА можно воспользоваться, например, для подсчета количества результатов тестирования, попадающих в интервалы результатов. Поскольку данная функция возвращает массив, она должна задаваться в качестве формулы массива.

Синтаксис

ЧАСТОТА(массив_данных;массив_интервалов)

Массив_данных – массив или ссылка на множество данных, для которых вычисляются частоты. Если аргумент «массив_данных» не содержит значений, функция ЧАСТОТА возвращает массив нулей.

Массив_интервалов – массив или ссылка на множество интервалов, в которые группируются значения аргумента «массив_данных». Если аргумент «массив_интервалов» не содержит значений, функция ЧАСТОТА возвращает количество элементов в аргументе «массив_данных».

Замечания

- Функция ЧАСТОТА вводится как формула массива после выделения интервала смежных ячеек, в которые требуется вернуть полученный массив распределения.

- Количество элементов в возвращаемом массиве на единицу больше числа элементов в массиве «массив_интервалов». Дополнительный элемент в возвращаемом массиве содержит количество значений, превышающих верхнюю границу интервала, содержащего наибольшие значения. Например, при подсчете трех диапазонов значений (интервалов), введенных в три ячейки, убедитесь в том, что функция ЧАСТОТА возвращает значения в четырех ячейках. Дополнительная ячейка возвращает число значений в аргументе «массив_данных», превышающих значение верхней границы третьего интервала.

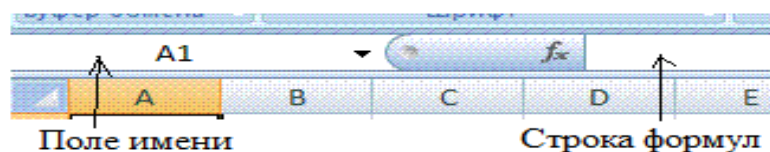
- Функция ЧАСТОТА игнорирует пустые ячейки и текст.

- Формулы, возвращающие массивы, должны быть введены как формулы массива.

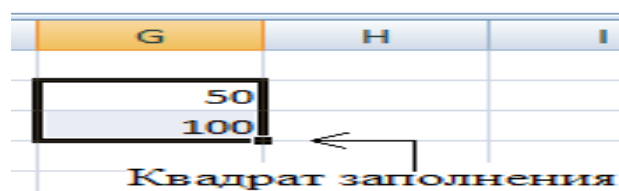
В интервал ячеек A1:E25 введите следующие данные:

55	316	223	185	124
124	93	163	213	314
211	41	231	241	212
118	113	400	205	254
262	1	201	12	101
167	479	205	337	118
489	15	89	362	148
179	248	125	197	177
456	153	269	49	127
289	500	198	317	300
126	114	303	314	270
151	279	347	314	170
250	175	93	209	61
166	113	356	124	242
152	384	157	233	99
277	195	436	6	240
147	80	173	211	244
386	93	330	400	141
332	173	129	323	188
338	263	444	84	220
221	402	498	98	2
201	400	3	190	105
35	225	12	265	329
43	302	125	301	444
56	9	135	500	398

Интервалу ячеек A1:E25 присваивается имя «ДАННЫЕ». Для этого выделите этот интервал и в поле ИМЕНИ (крайняя левая часть строки формул) введите это имя.



В интервал ячеек G2:G11 в режиме Автозаполнения вводятся верхние границы интервалов. Для этого в ячейку G2 введите 50, а в ячейку G3–100. Эти ячейки выделяются и за квадратик заполнения протягиваются до ячейки G11.



Выделите интервал ячеек H2:H11 и в строке формул введите формулу:

=ЧАСТОТА(ДАННЫЕ;G2:G11).

Так как эта формула является формулой массива, то ее ввод заканчивается одновременным нажатием трех клавиш Ctrl+Shift+Enter. В результате эта формула будет иметь следующий вид:

{=ЧАСТОТА(ДАННЫЕ;G2:G11)}.

Аналогично в интервале ячеек I2:I11 введите формулу массива для получения распределения частот в процентном формате:

{=ЧАСТОТА(ДАННЫЕ;G2:G11)/СЧЁТ(ДАННЫЕ)}.

Функция СЧЁТ подсчитывает количество ячеек, содержащих числа, и количество чисел в списке аргументов. Функция используется для получения количества числовых ячеек в диапазонах или массивах ячеек.

И, наконец, строится гистограмма распределения частот в процентном формате.

Для построения диаграммы выполните следующую последовательность шагов:

1. Выделите интервал ячеек I1:I11;
2. В ленте «Вставка» выберите «Гистограмма»;
3. Из предложенного набора выберите, например, левую из верхнего ряда;
4. Для того, чтобы уменьшить зазор между столбцами диаграммы щелкните правой кнопкой по области построения (по любому столбику) и в появившемся меню выберите «Формат рядов данных»;
5. В появившемся окне, в пункте «Боковой зазор» переместите бегунок влево примерно до 10 %;

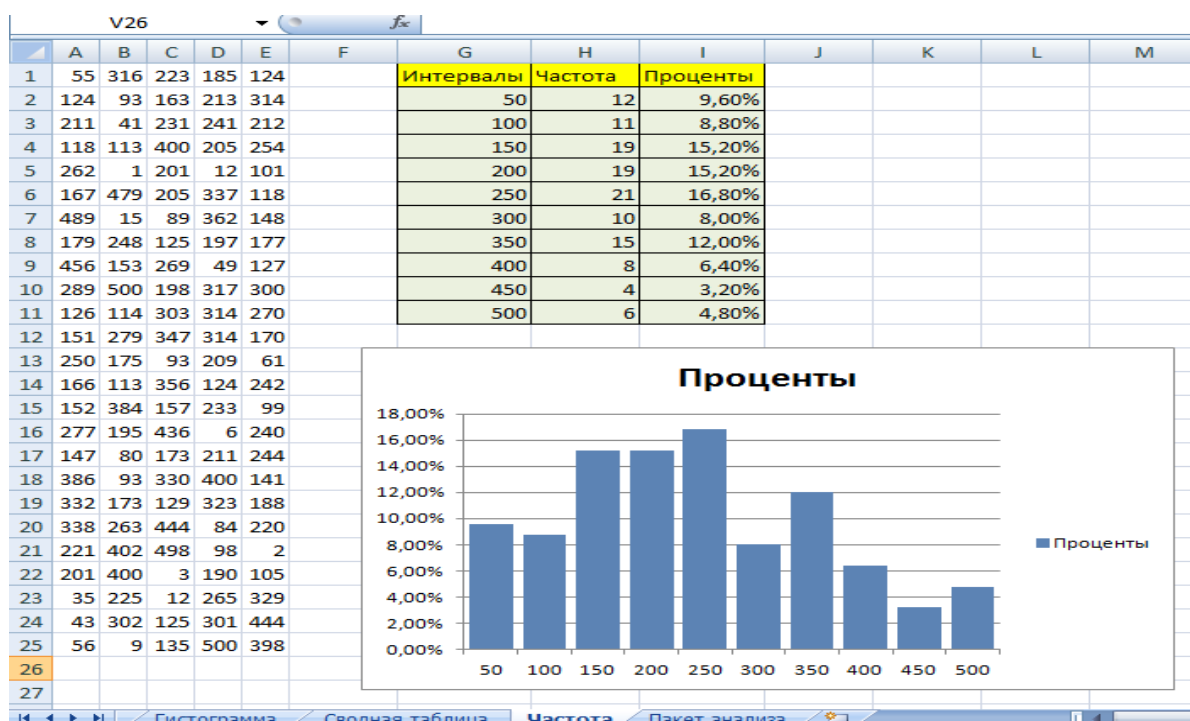


Рис. 1.3. Результат обработки статистических данных

6. Для того, чтобы изменить подписи на оси «X», щелкните правой кнопкой по области построения, выберите пункт меню «Выбрать данные». В окне выберите в пункте (справа) «Подписи горизонтальной оси (категории)» «Изменить», и в появившемся окне укажите мышью интервал ячеек G2:G11:

7. Легенду (проценты, справа) следует также убрать. Щелкните по ней правой кнопкой мыши и выберите УДАЛИТЬ.

То же самое распределение частот получаем с помощью надстройки Пакет анализа. Это надстройка находится в ленте Данные.

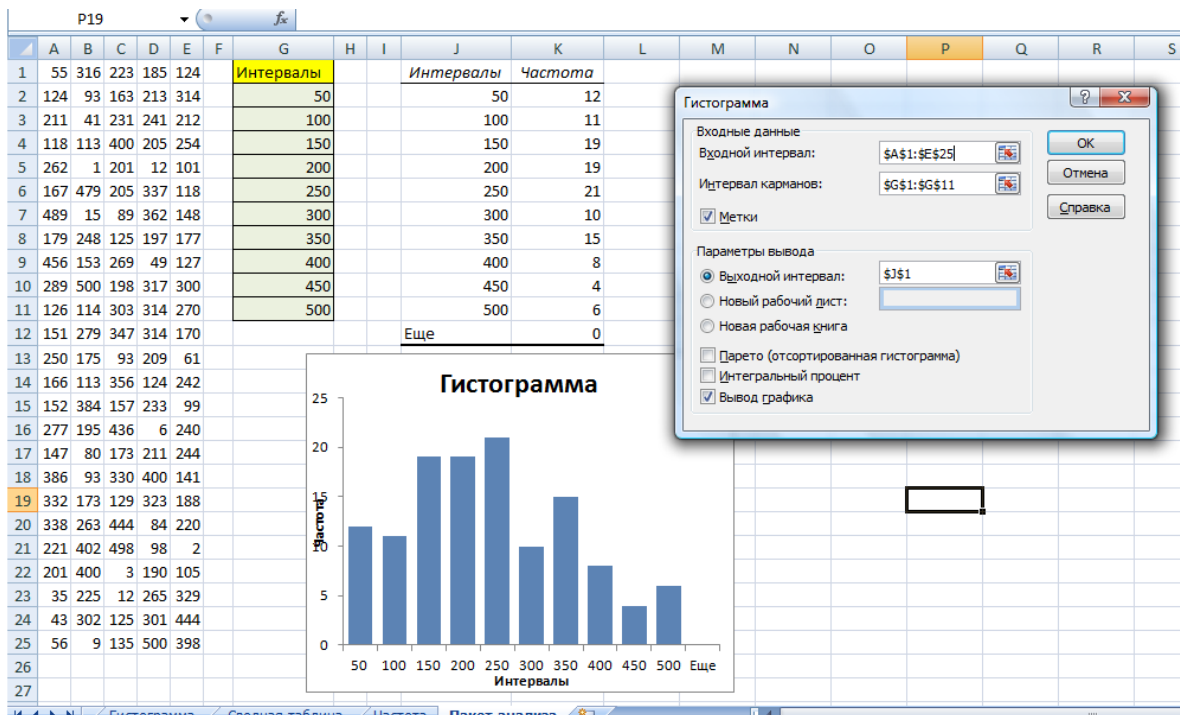


Рис. 1.4. Результат обработки статистических данных в надстройке. Пакет анализа

Необходимые действия, которые следует выполнить, приведены на рисунке.

Задание на выполнение работы

1. Проведите статистическое исследование, например, изучите мнение студентов об организации учебного процесса ВУЗа; проведите среди студентов контроль остаточных знаний по предметам, изучавшимся ими на предыдущих курсах (для студентов 2-го курса – за 1 год обучения, для студентов 3-го курса – за 1, 2 года и так далее). Для этого определите:

- 1) объект и единицу наблюдения;
- 2) признаки, подлежащие регистрации;
- 3) вид и способ наблюдения;
- 4) разработайте формуляр и напишите краткую инструкцию к его заполнению;
- 5) составьте оргплан обследования;
- 6) произведите наблюдение и результаты его представьте в виде статистических таблиц и графиков.

Оформление отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) результаты вычисления индивидуальных заданий;
- 3) анализ результатов с использованием статистической функции ЧАСТОТА табличного процессора MS EXCEL.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение статистического наблюдения. В чем его сущность?
2. Какие вопросы входят в план наблюдения?
3. Что является целью наблюдения?
4. Что такое «объект наблюдения» и как он определяется?
5. Что представляет собой единица наблюдения?
6. Что представляет собой программа наблюдения и как она оформляется?
7. В каких формах осуществляется наблюдение?
8. На какие виды подразделяется наблюдение по времени регистрации и по степени охвата единиц наблюдения?
9. Каким правилам должны удовлетворять вопросы программы статистического наблюдения?
10. Какие статистические функции имеются в табличном процессоре MS EXCEL?

Лабораторная работа № 2

Сводка и группировка статистических данных (4 часа)

Цель работы

1. Изучить основные положения и определения, используемые при проведении группировки статистических данных.
2. Изучить методику проведения структурной и вторичной группировки статистических данных.
3. Сформировать практические навыки проведения сводки и группировки статистических данных.
4. Построить структурную группировку по статистическим данным.

Краткая теория

Группировка статистических данных

Статистическая группировка – это распределение единиц наблюдения по группам, однородным по одному или нескольким признакам.

С помощью группировки решаются следующие задачи:

- 1) выделение социально-экономических типов (типологическая группировка);
- 2) изучение структуры явления и структурных сдвигов, происходящих в нем (структурные группировки);
- 3) выделение связи и зависимости между явлениями (аналитическая группировка).

Перед началом группировки выделяют *группировочный признак* или *основания группировки* – это существенный признак, по которому вся совокупность делится на группы. Выбор основания зависит от цели группировки и всего исследования в целом и от предварительного экономического анализа.

Основанием группировки могут служить следующие признаки: качественный (атрибутный), количественный, пространственный, временной.

Качественные признаки выражают свойства объекта или явления через их наименование без количественного выражения. Например, группировка предприятий по формам собственности – на муниципальную, федеральную, собственность субъектов Федерации и др.

Количественный признак определяет уровень признака. Например, разряд рабочих, уровень образования, возраст и т.д.

Пространственный признак определяет место расположения единицы наблюдения. Например, слесарь в Москве и Казани имеет разную заработную плату.

Временной признак определяет время протекания исследуемого процесса.

После того как определено основание группировки, следует решить вопрос о количестве групп, на которые надо разбить исследуемую совокупность.

При группировке по *качественному признаку* число групп определяется количеством соответствующих наименований, если число этих наименований невелико. Например, по полу – на две группы; по национальному составу – на столько групп, сколько имеется национальностей и т.д.

При группировке по *количественному признаку* число групп определяется в зависимости от характера изменения признака и задач исследования. Если количественный признак меняется *прерывно (дискретно)*, то есть может принимать только некоторые – чаще целые значения (например, тарифный разряд рабочих), то число групп должно соответствовать количеству значений признака.

При *непрерывном* изменении признак принимает любые значения (например, стаж работы или возраст рабочих), поэтому группы ограничиваются значениями признака в интервале «от – до».

Определение числа групп можно осуществить по *формуле Стерджесса*:

$$k = 1 + 3,322 \lg(n) = 1 + 1,4 \ln(n), \quad (2.1)$$

где n – число единиц (объем) совокупности.

После определения числа групп необходимо определить интервалы группировки. **Интервал** – это значение варьирующего признака, лежащее в определенных границах.

Величина интервала – это разность между максимальным x_{\max} и минимальным x_{\min} значениями признака в каждой группе.

На практике используются три вида интервалов: равные, неравные (постепенно увеличивающиеся или уменьшающиеся) и специализированные.

Группировки с **равными интервалами** целесообразны в тех случаях, когда вариация проявляется в сравнительно узких границах. Формула Стерджесса (2.1) для расчета числа групп применяется при равных интервалах в группах.

Величина равного интервала вычисляется по формуле:

$$b = \frac{R}{k} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}, \quad (2.2)$$

где x_{\max} , x_{\min} – соответственно наибольшее и наименьшее значение признака в изучаемой совокупности, k – число групп.

Если размах вариации признака велик и значения признака изменяются не равномерно, то необходимо использовать группировки с **неравными интервалами**. Неравные интервалы могут быть: прогрессивно-возрастающими или прогрессивно-убывающими в арифметической или геометрической прогрессии. Величина интервалов определяется как:

$$b_{i+1} = b_i + a, \quad - \text{ для арифметической прогрессии; } \quad (2.3)$$

$$b_{i+1} = b_i \cdot q, \quad - \text{ для геометрической прогрессии, } \quad (2.4)$$

где a – константа, имеющая для прогрессивно-возрастающих интервалов знак «+», а для прогрессивно-убывающих интервалов знак «-»; q – константа (для прогрессивно-убывающих интервалов $q < 1$; в другом случае – $q > 1$).

Специализированные интервалы – это интервалы, различные для разных отраслей и производств, группируемых по одному и тому же признаку, с учетом особенностей каждой отрасли или производства.

Например, группировка предприятий по числу рабочих в автомобильной промышленности будет иметь одни интервалы, в легкой – другие.

Интервалы группировок могут быть *закрытыми* и *открытыми*. **Закрытыми** называются интервалы, у которых имеются верхняя и нижняя границы. У **открытых** интервалов указана только одна граница.

Ряды распределения, построенные по количественному признаку, называются **вариационными**. Например, распределение населения по возрасту, рабочих – по стажу работы, заработной плате и т.д.

Вариационные ряды распределения состоят из двух элементов: **вариантов** и **частот**.

Варианты – упорядоченные значения количественного признака в ряду распределения. Они могут быть положительными и отрицательными, абсолютными (кг, м, руб.) и относительными (доли единицы, проценты). Так, при группировке предприятий по результатам хозяйственной

деятельности варианты могут быть положительными (прибыль) и отрицательными (убыток) числами.

Частоты (f_i) – это абсолютные числа, показывающие, сколько раз встречаются те или иные варианты в ряду распределения. Сумма всех частот называется **объемом** совокупности и определяет число элементов всей совокупности.

Частоты (p_i) – это частоты, выраженные в виде относительных величин. Сумма частостей равна единице или 100 %. Замена частот частостями позволяет сопоставлять вариационные ряды с разным числом наблюдений.

Для вариационных рядов существует еще два типа частотных характеристик: **накопленная частота** и **накопленная частость**. Накопленная частота показывает, какое число единиц имеет величину варианта, не большую данной. Она определяется путем суммирования значения признака по данной группе со всеми частотами предшествующих групп. Накопленная частость характеризует удельный вес единиц наблюдения, у которых значение признака не превосходит верхнюю границу данной группы.

Виды группировок

В статистике различают:

1. Типологические группировки.

Типологическая группировка – это разделение качественно разнородной исследуемой совокупности на однородные группы единиц в соответствии с социально-экономическими типами. Они разделяют исследуемые общественные явления на классы, социально-экономические типы, т.е. по атрибутивному признаку.

2. Структурные группировки.

Структурные группировки – это расчленение однородной в качественном отношении совокупности единиц на группы, которые характеризуют строение этой совокупности, ее структуры. Например, изучение состава населения по полу, возрасту и другим признакам, определение значения каждого вида транспорта в транспортном балансе страны, группировка предприятий по численности работников и т.д.

3. Аналитические группировки.

Они устанавливают связь между отдельными признаками изучаемого объекта и выявляют факторы, влияющие на эту связь. Под *факторами* в статистике понимают признаки, которые оказывают влияние на другие, зависимые признаки, называемые *результативными*.

4. Вторичные группировки.

Это 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*:

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

– *долевая перегруппировка*; осуществляется в соответствии с удельным весом каждой группы в общей совокупности.

5. Комбинированные группировки.

Это группировка, производимая не по одному, а по нескольким группировочным признакам. Поскольку при этом резко возрастает количество групп, то этот вид группировки применяют при большом количестве наблюдений.

Методические указания по проведению структурной группировки

По данным табл. 2.1 произведите группировку 20 коммерческих банков по сумме выданных кредитов (в млн руб.).

Таблица 2.1

Данные о сумме выданных кредитов банками

№ банка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сумма кредитов	20	40	50	50	60	60	130	60	60	70
№ банка	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Сумма кредитов	70	80	80	90	100	110	40	30	30	40

Проведите группировку коммерческих банков по сумме выданных кредитов.

Решение

1. Постройте ранжированный ряд, то есть, расположите все элементы выборки в порядке возрастания значений:

20, 30, 30, 40, 40, 40, 50, 50, 60, 60, 60, 60, 70, 70, 80, 80, 90, 100, 110, 130.

2. Определите размах варьирования прибыли:

$$R_x = x_{\max} - x_{\min} = 130 - 20 = 110 \text{ млн. руб.},$$

где x_{\max} , x_{\min} – соответственно наибольшее и наименьшее значение прибыли.

3. По формуле Стерджесса (2.1) определите число групп, на которое надо разбить исследуемую выборку из 20 банков:

$$k \approx 1 + 1,4 \cdot \ln(n) = 1 + 1,4 \cdot \ln(20) = 5,2 \approx 5,$$

где n – объем выборки.

Полученное значение k округлите до целого числа.

4. Зная число групп, определите величину интервала по формуле (2.2):

$$b = R_x / k = 110 / 5 = 22,0 \text{ млн. руб.}$$

5. Определите левые и правые границы отдельных групп:

$$x_1^{\text{лев}} = x_{\min}; \quad x_1^{\text{прав}} = x_1^{\text{лев}} + b;$$

$$x_2^{\text{лев}} = x_1^{\text{прав}}; \quad x_2^{\text{прав}} = x_2^{\text{лев}} + b$$

и т.д.

$$x_1^{\text{лев}} = x_{\min} = 20 \text{ млн руб.}; \quad x_1^{\text{прав}} = x_1^{\text{лев}} + b = 20 + 22,0 = 42,0 \text{ млн руб.};$$

$$x_2^{\text{лев}} = x_1^{\text{прав}} = 42,0 \text{ млн руб.}; \quad x_2^{\text{прав}} = x_2^{\text{лев}} + b = 42,0 + 22,0 = 64,0 \text{ млн руб.};$$

$$x_3^{\text{лев}} = x_2^{\text{прав}} = 64,0 \text{ млн руб.}; \quad x_3^{\text{прав}} = x_3^{\text{лев}} + b = 64,0 + 22,0 = 86,0 \text{ млн руб.}$$

$$x_4^{\text{лев}} = x_3^{\text{прав}} = 86,0 \text{ млн руб.}; \quad x_4^{\text{прав}} = x_4^{\text{лев}} + b = 86,0 + 22,0 = 108,0 \text{ млн руб.};$$

$$x_5^{\text{лев}} = x_4^{\text{прав}} = 108,0 \text{ млн руб.}; \quad x_5^{\text{прав}} = x_5^{\text{лев}} + b = 108,0 + 22,0 = 130,0 \text{ млн руб.}$$

6. Определите среднее значения кредитов в середине каждой группы:

$$x_j = (x_j^{\text{лев}} + x_j^{\text{прав}}) / 2,$$

где j – номер класса или группы ($1 \leq j \leq k$).

$$x_1 = (x_1^{\text{лев}} + x_1^{\text{прав}})/2 = (20 + 42,0)/2 = 31,0 \text{ млн руб.};$$

$$x_2 = (x_2^{\text{лев}} + x_2^{\text{прав}})/2 = (42,0 + 64,0)/2 = 53,0 \text{ млн руб.};$$

$$x_3 = (x_3^{\text{лев}} + x_3^{\text{прав}})/2 = (64,0 + 86,0)/2 = 75,0 \text{ млн руб.};$$

$$x_4 = (x_4^{\text{лев}} + x_4^{\text{прав}})/2 = (86,0 + 108,0)/2 = 97,0 \text{ млн руб.};$$

$$x_5 = (x_5^{\text{лев}} + x_5^{\text{прав}})/2 = (108,0 + 130,0)/2 = 119,0 \text{ млн руб.}$$

7. Определите частоту попадания f_j случайной величины в j -й класс. Для этого элементы ранжированного ряда сравните с границами j -го класса. Если элемент x_i ($1 \leq i \leq n$) вариационного ряда удовлетворяет условиям:

$$\left. \begin{array}{l} x_j^{\text{лев}} \leq x_i < x_j^{\text{прав}} \text{ при } j < k, \\ x_j^{\text{лев}} \leq x_i \leq x_j^{\text{прав}} \text{ при } j = k, \end{array} \right\}$$

тогда его отнесите к j -му ($1 \leq j \leq k$) классу, то есть f_j увеличите на 1.

В результате получите следующий интервальный ряд распределения коммерческих банков по сумме выданных кредитов:

$x_j \dots$	20–42,0	42,0–64,0	64,0–86,0	86,0–108,0	108,0–130,0
$f_j \dots$	5	7	4	2	2

8. Рассчитайте частоты $p_j = f_j/n$ случайной величины в j -м классе:

$$p_1 = \frac{f_1}{n} = \frac{5}{20} = 0,25;$$

$$p_2 = \frac{f_2}{n} = \frac{7}{20} = 0,35;$$

$$p_3 = \frac{f_3}{n} = \frac{4}{20} = 0,2;$$

$$p_4 = \frac{f_4}{n} = \frac{2}{20} = 0,1;$$

$$p_5 = \frac{f_5}{n} = \frac{2}{20} = 0,1.$$

9. Определите сумму накопленной частоты попадания в j -й класс

$$S_{\text{нак}} = \sum_{j=1}^k f_j.$$

Все расчеты представьте в табличной форме (см. табл. 2.2).

Таблица 2.2

Группировка банков по сумме выданных кредитов

Номер группы j	$x_j^{\text{лев}}$	$x_j^{\text{прав}}$	x_j	f_j	p_j	$S_{\text{нак}}$
1	20,0	42,0	31,0	5	0,25	5
2	42,0	64,0	53,0	7	0,35	12
3	64,0	86,0	75,0	4	0,2	16
4	86,0	108,0	97,0	2	0,1	18
5	108,0	130,0	119,0	2	0,1	20
Сумма:	–	–	–	20	1	–

Методические указания по проведению вторичной группировки

Рассмотрим приемы проведения вторичной группировки на примерах.

Пример 1. Произведите укрупнение интервалов на основе данных табл. 2.3.

Таблица 2.3

Группировка магазинов по размеру товарооборота

Группы магазинов по размеру товарооборота за IV квартал, тыс. руб.	Число магазинов	Товарооборот за IV квартал, тыс. руб.
До 10	15	93
10–15	8	112
15–20	13	200
20–30	3	68
30–50	9	378
50–60	7	385
60–70	3	180
70–100	8	600
100–200	22	2400
Свыше 200	12	3744
Итого	100	8160

Приведенная группировка недостаточно наглядна, потому что не показывает четкой и строгой закономерности в изменении товарооборота по группам.

Уплотните ряды распределения, образовав шесть групп. Новые группы образованы путем суммирования первоначальных групп (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Вторичная группировка магазинов по размеру товарооборота

Группы магазинов по размеру товарооборота за IV квартал, тыс. руб.	Число магазинов	Товарооборот за IV квартал, тыс. руб.	Товарооборот в среднем на 1 магазин, тыс. руб.
До 10	15	93	6,2
10–20	21	312	14,9
20–50	12	446	37,2
50–100	18	1165	64,7
100–200	22	2400	109,1
Свыше 200	12	3744	312,0
Итого	100	8160	

Пример 2. Имеются следующие данные о распределении фирм по количеству служащих по двум регионам (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Группировка фирм по количеству служащих

№ п/п	Группы фирм по количеству служащих	Удельный вес фирм, в % к итогу	Группы фирм по количеству служащих	Удельный вес фирм, в % к итогу
1	До 100	4,3	до 50	1,0
2	100–200	18,4	50–70	1,0
3	200–300	19,5	70–100	2,0
4	300–500	28,1	100–150	10,0
5	Свыше 500	29,7	150–250	18
6	–	–	250–400	21
7	–	–	400–500	23
8	–	–	свыше 500	24
	Итого	100	Итого	100

Эти данные не позволяют провести сравнение распределения фирм по количеству служащих в двух регионах, так как фирмы первого региона разбиты на 5 групп, а второго – на восемь. Необходимо ряды распределения привести к сопоставимому виду.

За основу сравнения возьмите распределение фирм в первом регионе. Следовательно, произведите перегруппировку фирм второго региона, чтобы образовать такое же число групп и с теми же интервалами, как и в первом регионе. Полученные данные сведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Вторичная группировка фирм по количеству служащих

Группы фирм по количеству служащих	Удельный вес фирм, в % к итогу		Расчеты
	I регион	II регион	
До 100	4,3	4,0	$1 + 1 + 2 = 4$
100–200	18,4	19,0	$10 + 9 = 19$
200–300	19,5	16,0	$9 + 7 = 16$
300–500	28,1	37,0	$21 - 7 = 14, 14 + 23 = 37$
Свыше 500	29,7	24,0	24
Итого	100,0	100,0	–

Для определения числа фирм, которые надо взять из пятой группы, условно примите, что это число фирм, должно быть пропорционально удельному весу отобранных служащих в группе.

Определите удельный вес 50 служащих в пятой группе:

$$(50 \cdot 18) / (250 - 150) = 9.$$

Определите удельный вес 50 служащих в шестой группе:

$$(50 \cdot 21) / (400 - 250) = 7 \text{ и т.д.}$$

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с методикой проведения группировки статистических данных и построения статистического вариационного ряда.

2. У преподавателя получите вариант индивидуального задания (приложение).

3. Проведите структурную и вторичную группировку статистических данных и постройте статистический вариационный ряд. Представьте полученный статистический вариационный ряд в табличной форме.

4. Сделайте выводы по работе и оформите отчет.

Оформление отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) алгоритм и результаты вычисления индивидуальных заданий;
- 3) анализ полученного статистического вариационного ряда в табличной форме.

Контрольные вопросы

1. Что называется статистической группировкой?
2. Какие группировочные признаки вы знаете?
3. Дайте характеристику типологических группировок.
4. Дайте характеристику структурных группировок.
5. Дайте характеристику аналитических группировок.
6. Как можно определить число групп и границ интервалов между ними?
7. Какие бывают интервалы группировок и как точно обозначить их границы? Приведите примеры.
8. Что называется вторичной группировкой, в каких случаях приходится прибегать к ней и как можно получить новые группы на основании уже имеющихся?
9. Что представляют собой статистические ряды распределения и по каким признакам они могут быть образованы?
10. Какова методика построения дискретных и интервальных рядов распределения? Приведите примеры.

Лабораторная работа № 3

Обработка статистических данных на основе табличного процессора MS EXCEL (4 часа)

Цель работы

1. Изучить методику построения интервального статистического ряда, гистограммы частот в **EXCEL**.
2. Сформировать практические навыки проведения расчета статистических характеристик в **EXCEL**.
3. Построить интервальный статистический ряд в **EXCEL**.
4. Построить гистограммы в **EXCEL**.

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Рассмотрим все этапы обработки статистических данных на примере.

Задание

Для случайной выборки объемом $n = 50$ с несовпадающими числами выполнить следующую последовательность действий:

1. Выведите на лист Excel исходные статистические данные.
2. Постройте вариационный ряд.
3. Вычислите статистические характеристики.
4. Постройте интервальный статистический ряд.
5. Постройте гистограмму частот.
6. Составьте статистическую функцию распределения статистического ряда.
7. Составьте и постройте статистическую функцию распределения группированного статистического ряда.
8. Сделайте выводы.

В качестве примера рассмотрите следующую выборку:

2,183	3,962	1,797	3,206	8,039	4,666	5,497	2,916	5,842	5,410
7,566	6,384	1,269	4,333	8,350	7,973	6,059	4,746	5,536	5,419
9,852	4,925	6,758	4,652	2,567	3,007	2,951	1,706	3,722	5,287
2,907	4,541	2,655	2,461	4,108	5,563	7,190	2,275	4,122	8,949
3,490	5,874	9,576	2,667	2,942	4,797	6,273	6,197	5,577	4,679

1. Ввод исходных статистических данных.

Вводите данные в первый столбец таблицы (рис. 3.1).

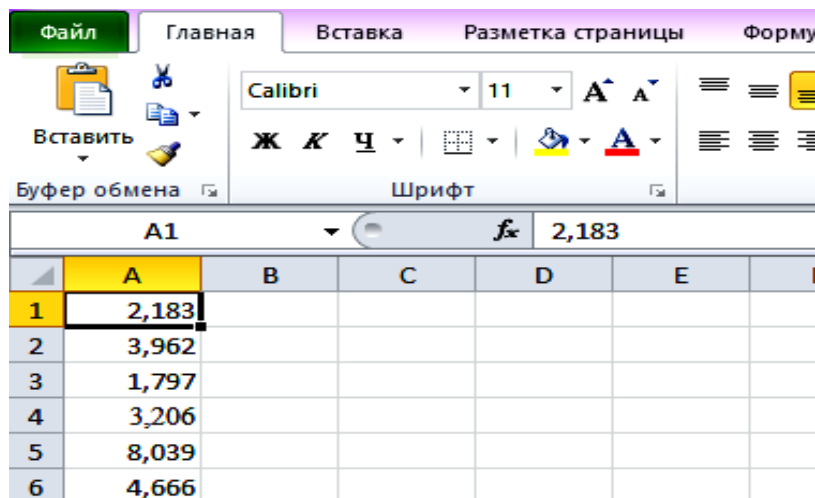


Рис. 3.1. Ввод исходных данных

2. Построение вариационного ряда.

Произведите сортировку данных в порядке возрастания. Для этого:

а) выделите первый столбец;

б) на ленте во вкладке «Данные» выберите «Сортировка и фильтр»

(рис. 3.2).

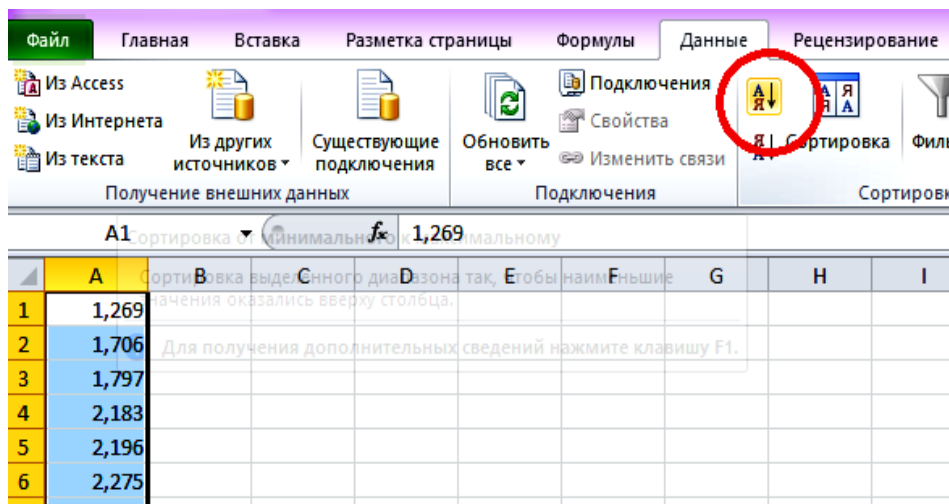


Рис. 3.2. Сортировка данных

3. Вычисление статистических характеристик.

На ленте во вкладке «Данные» выберите «Анализ данных» меню «Описательная статистика» нажмите ОК.

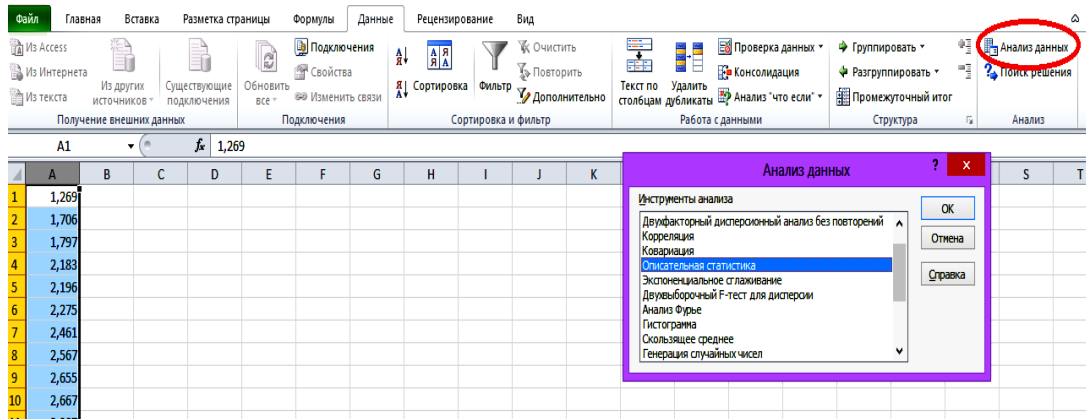


Рис. 3.3. Выбор надстройки «Анализ данных»

В пункте «Входной интервал» введите диапазон ячеек с исходными данными \$A\$1:\$A\$50, а в пункте «Выходной интервал» обозначьте первую ячейку для записи результатов \$C\$1. Поставьте флажок напротив пункта «Итоговая статистика» и нажмите ОК (рис. 3.4).

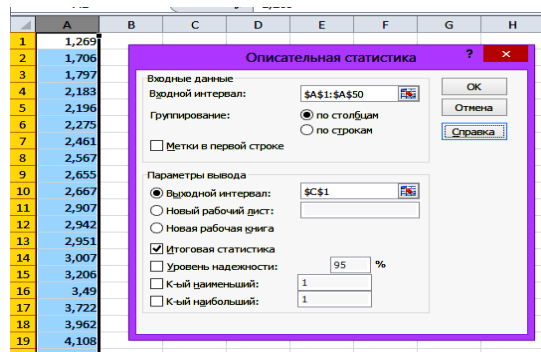


Рис. 3.4. Ввод данных в окно «Описательная статистика»

На рабочем листе появляется таблица с вычисленными значениями числовых характеристик выборки (рис. 3.5).

	A	B	C	D	E
1	1,269		<i>Столбец1</i>		
2	1,706				
3	1,797		Среднее	4,85406	
4	2,183		Стандартная ошибка	0,30046143	
5	2,196		Медиана	4,7125	
6	2,275		Мода	#Н/Д	
7	2,461		Стандартное отклонение	2,12458318	
8	2,567		Дисперсия выборки	4,51385369	
9	2,655		Экссесс	-0,3252774	
10	2,667		Асимметричность	0,47173201	
11	2,907		Интервал	8,583	
12	2,942		Минимум	1,269	
13	2,951		Максимум	9,852	
14	3,007		Сумма	242,703	
15	3,206		Счет	50	
16	3,49				

Рис. 3.5. Результат обработка статистического ряда

Здесь «Среднее» означает математическое ожидание выборки, а «Стандартная ошибка» – погрешность ее значения. «Дисперсия выборки» означает исправленную выборочную дисперсию, а «Стандартное отклонение» – исправленное среднее квадратичное отклонение. Положительное значение «Асимметричности» означает, что «длинная часть» кривой лежит правее моды. Отрицательное значение «Эксцесса» означает, что кривая имеет более низкую и «плоскую» вершину, чем нормальная кривая. «Интервал» равен разности $X_{\max} - X_{\min}$. «Сумма» дает результат суммирования всех элементов выборки. «Счет» задает общее число элементов выборки.

4. Построение интервального статистического ряда.

Длину интервала группировки определите по формуле (2.2 лаб. раб. № 2).

Необходимые данные имеются в таблице: X_{\max} – в ячейке D13, X_{\min} – в ячейке D12, число элементов выборки n – в ячейке D15.

В ячейку C16 введите слово «Интервал», в ячейку D16 введите формулу:

$$= (D13 - D12) / (1 + \text{LOG}(D15; 2)).$$

В ячейке D16 появится значение числа b . В ячейку C17 введите букву b . В ячейку D17 введите формулу:

$$= \text{ОКРУГЛ}(D16; 1).$$

В ячейке D17 получите округленное до одного знака после запятой значение интервала b .

Проведите формирование интервалов. Для этого от X_{\min} отступите влево примерно на $b/2$ и получите начальную точку отсчета. Последовательно прибавляйте к ней целое число отрезков b , получите все граничные точки интервалов.

В ячейку F1 введите формулу:

$$= \text{ОКРУГЛ}((D12 - D17 / 2); 1).$$

В этой ячейке появится значение начальной точки отсчета. В ячейку F2 введите формулу:

$$= F1 + \$D\$17.$$

В этой ячейке появится значение второй граничной точки первого интервала. Вернитесь в ячейку F2, поставьте курсор в правый нижний угол рамки и двигайте его вниз, не отпуская левую кнопку мыши. В результате такой процедуры (протяжка) столбец F заполнят граничные точки интервалов. Самый нижний интервал должен включать X_{\max} (рис. 3.6).

Проведите подсчет числа вариантов, попавших в каждый интервал, определите относительные частоты и серединные точки этих интервалов.

Для этого на ленте во вкладке «Данные» выберите «Анализ данных» меню «Гистограмма» (рис. 3.6).

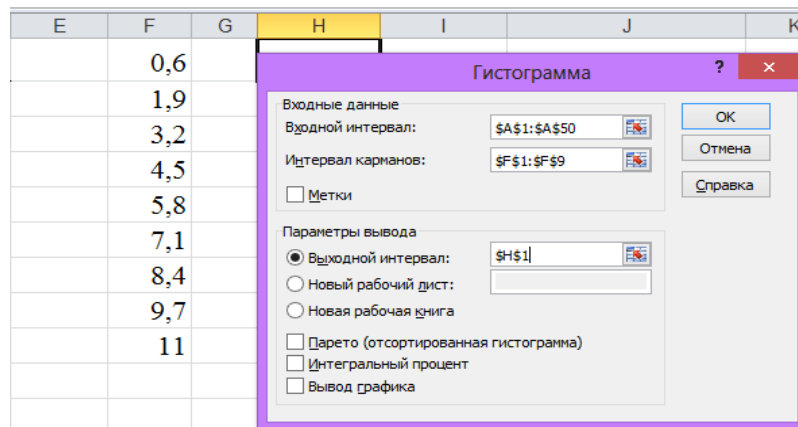


Рис. 3.6. Построение гистограммы

В пункт «Входной интервал» введите диапазон ячеек с исходными данными $\$A\$1:\$A\50 , в пункт «Интервал карманов» – диапазон ячеек с границами интервалов $\$F\$1:\$F\9 . Отметьте точкой пункт «Выходной интервал» и введите в него адрес первой ячейки для записи результатов $\$H\1 . Появится таблица из двух столбцов с обозначениями «Карман» и «Частота» (рис. 3.7).

Определите относительные частоты p_i^* , значения серединных точек интервалов:

$$x_i^* = \frac{x_{i-1} + x_i}{2},$$

и высоты прямоугольников:

$$y_i = p_i^* / b.$$

Для этого

- 1) в ячейку J1 введите заголовок «Относительная частота»;
- 2) в ячейку J3 введите формулу:

$$=I3/D\$15$$

и протяните её вниз до ячейки J10. В результате к таблице из двух столбцов добавится третий столбец (рис. 3.7). В этой таблице частота появления случайной величины в каждом интервале записана в одной строке с концом интервала;

- 3) в ячейку K1 введите заголовок столбца X^* ;
- 4) в ячейку K3 введите формулу:

$$=CPЗНАЧ(H2:H3).$$

Протяните эту формулу до ячейки K10. В результате в четвертом столбце таблицы (рис. 3.7) появятся значения серединных точек интервалов;

- 5) в ячейку L1 введите заголовок столбца Y_i ;
- 6) в ячейку L3 введите формулу:

$$=J3/4D\$17.$$

Протяните её вниз до ячейки L10.

В результате в пятом столбце таблицы (рис. 3.7) появятся значения Y_i .

Н	Г	Ж	К	Л
<i>Карман</i>	<i>Частота</i>	<i>Относит. частота</i>	x^*	y_i
0,6	0		0	
1,9	3	0,06	1,25	0,0462
3,2	11	0,22	2,55	0,1692
4,5	7	0,14	3,85	0,1077
5,8	14	0,28	5,15	0,2154
7,1	7	0,14	6,45	0,1077
8,4	5	0,1	7,75	0,0769
9,7	2	0,04	9,05	0,0308
11	1	0,02	10,35	0,0154
Еще	0			

Рис. 3.7. Определение относительной частоты распределения

5. Построение гистограммы частот.

Установите курсор на ячейку, где хотите расположить график и вверху в меню переключитесь на вкладку «Вставка». На ленте во вкладке «Вставка» выберите вид диаграммы «Гистограмма». Нажмите на знак «Вставка гистограммы», выберите «Гистограмма с группировкой». На ленте откроется вкладка работы с диаграммой. На листе Excel появится новый объект – чистый график. Когда он выделен, то верхняя панель с иконками действий имеет другой вид, специально для работы с графиками.

Чтобы заполнить график, нажмите на кнопку «Выбрать данные» (рис. 3.8).

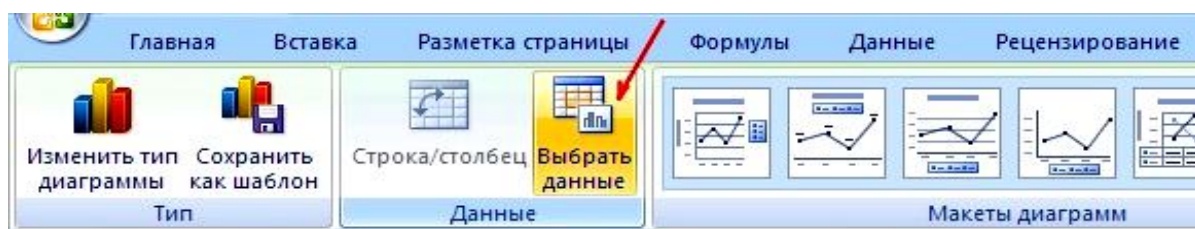


Рис. 3.8. Выбор данных

Отобразится окно выбора данных для графика. В нем имеется поле «Выбор данных для диаграммы». В конце поля нажмите на кнопку выбора диапазона (рис. 3.9).

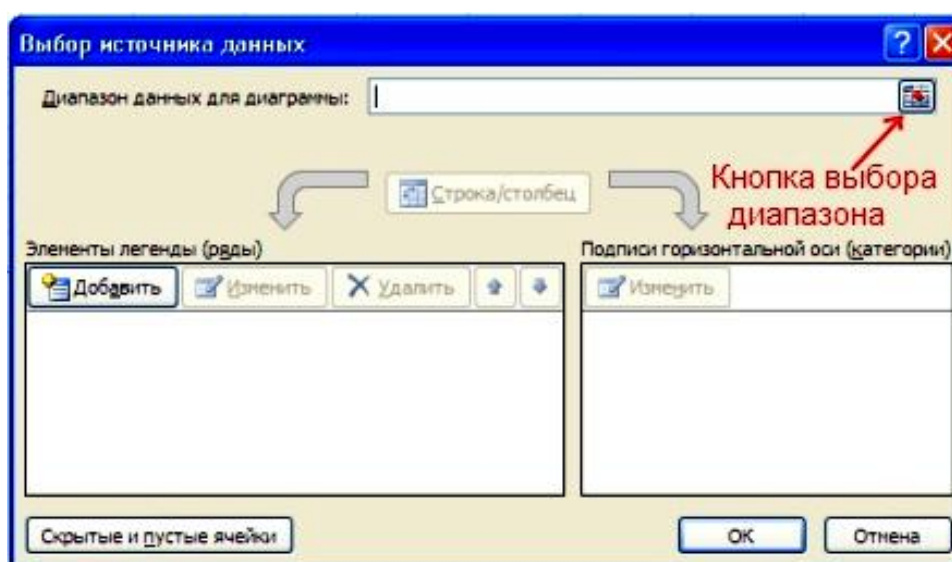


Рис. 3.9. Выбор диапазона данных

В появившееся окно введите диапазон ячеек со значениями относительной частоты (рис. 3.10).

= Лист1!\$J\$3:\$J\$10.

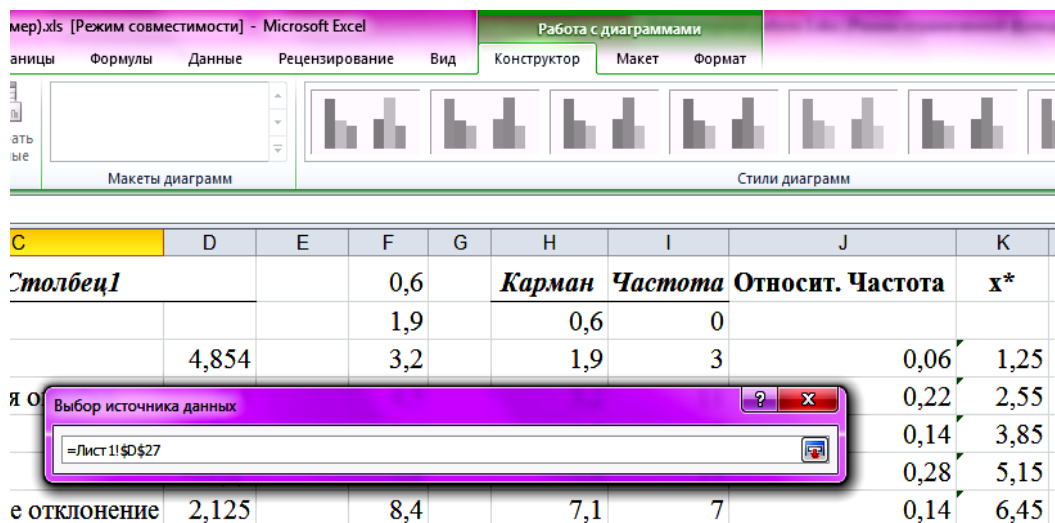


Рис. 3.10. Выбор источника данных

В полученном графике необходимо изменить данные по оси X. Вместо значений 1, 2, 3 и т.д., введите диапазон ячеек с серединными точками. Для этого, в правом столбце «Подписи горизонтальной оси (категории)» нажмите на кнопку «Изменить» (рис. 3.11).

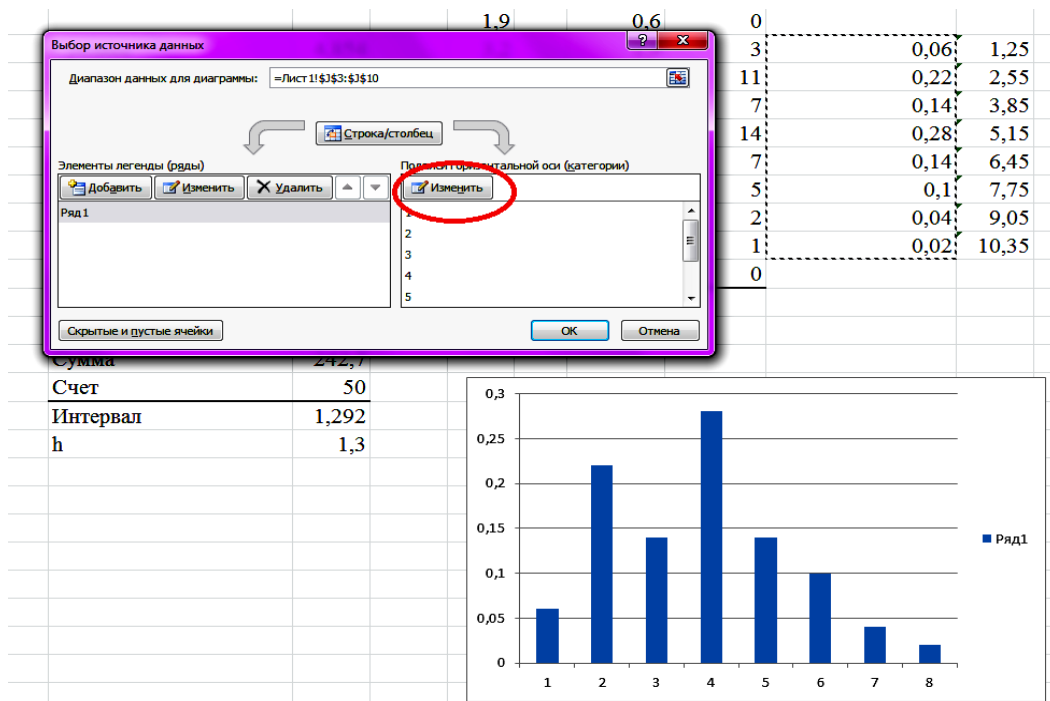


Рис. 3.11. Алгоритм изменения подписи

В окошко «Подписи по оси» введите =Лист1!\$K\$3:\$K\$10.

Появляется предварительное изображение диаграммы (рис. 3.12).

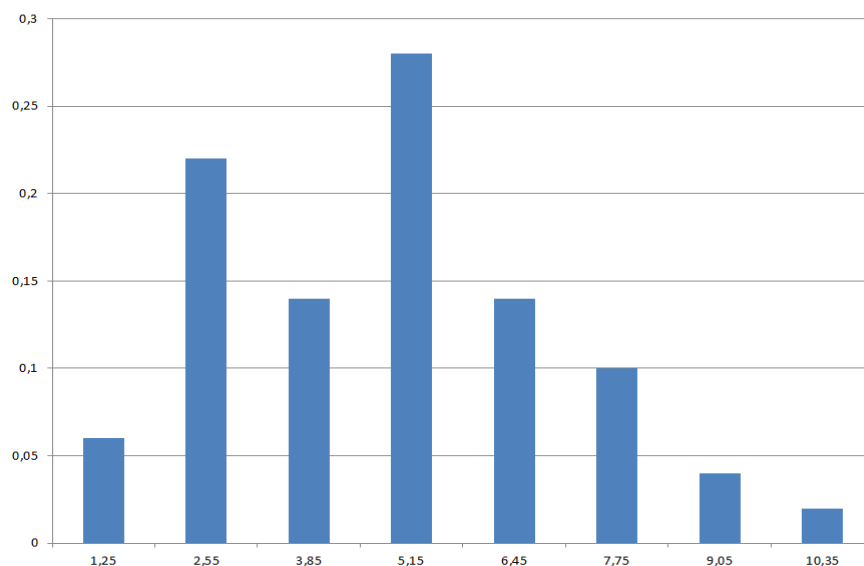


Рис. 3.12. Гистограмма с измененной подписью данных

Оформление графика можно изменить, выделяя нужную его часть, кликая правой клавишей мыши и выбирая «Формат области диаграммы», либо можно изменить тип диаграммы (рис. 3.13).

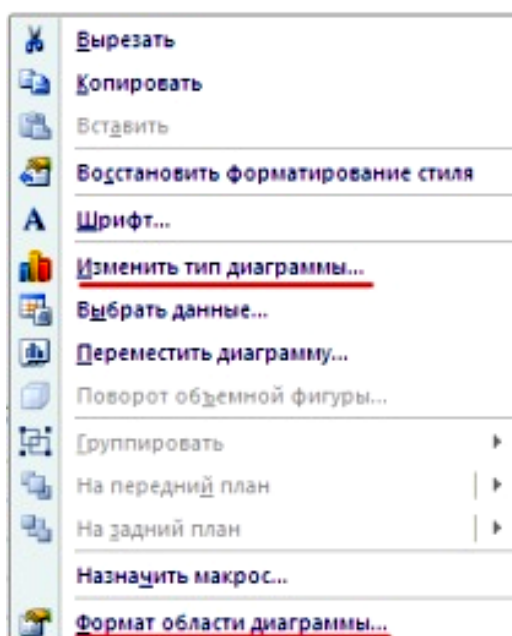


Рис. 3.13. Меню изменения типа диаграммы

Параметры оформления графика, такие как название, подписи осей, сетка и т.п., можно настроить, если мышкой выделить сам график и в главном меню переключиться на пункт «Макет». Например, чтобы

включить подпись оси по вертикали, выберите «Макет» → «Названия осей» → «Название основной вертикальной» и один из появившихся вариантов расположения подписи, например «Вертикальное название» и так далее. Самостоятельно попробуйте различные виды заливок и выбора места размещения (рис. 3.14).

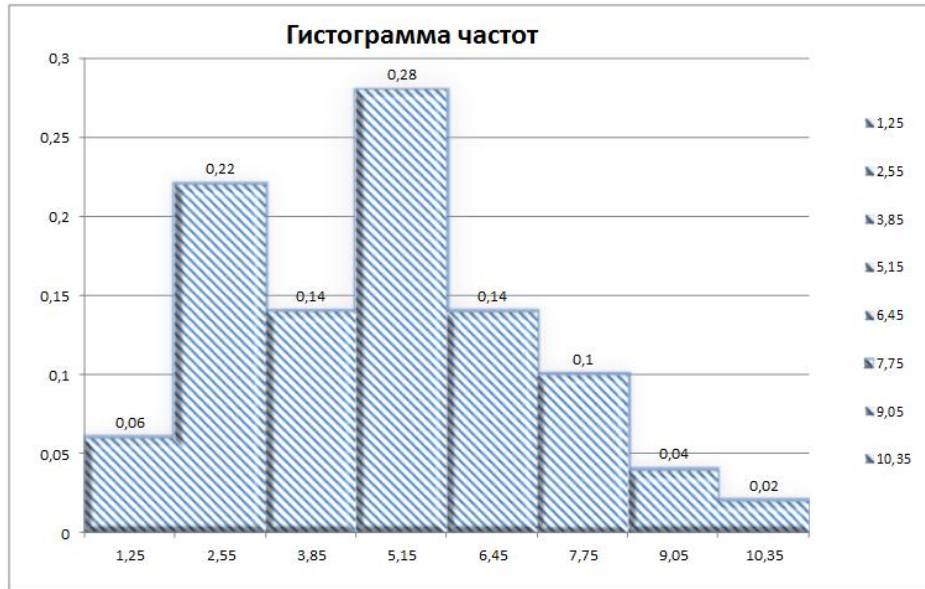


Рис. 3.14. Измененный вид диаграммы

6. Составление статистической функции распределения статистического ряда.

Определите значение статистической функции распределения:

$$F^*(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < x_1, \\ p_1 & \text{при } x_1 \leq x < x_2, \\ p_1 + p_2 & \text{при } x_2 \leq x < x_3, \\ \dots & \\ p_1 + p_2 + \dots + p_{n-1} & \text{при } x_{n-1} \leq x < x_n, \\ 1 & \text{при } x \geq x_n. \end{cases}$$

В нашем случае все $P_i=1/n$ и график функции образует последовательность из 50 ступенек одинаковой высоты, но разной ширины.

Проведите расчет функции $F^*(x)$ на Листе 2.

Для этого выделите столбец А (исходные данные), скопируйте на Лист 2. В ячейку В1 (на Листе 2) введите формулу:

$$=1/\text{Лист3!}\$D\$15.$$

В ячейку B2 введите формулу:

$$=B1+1/\text{Лист3!}\$D\$15.$$

Протяните до ячейки B51 (рис. 3.15).

	А	В
1	Исходные данные	Функция распределения
2	1,269	=1/Лист3!\$D\$15
3	1,706	=B2+1/Лист3!\$D\$15
4	1,797	=B3+1/Лист3!\$D\$15
5	2,183	=B4+1/Лист3!\$D\$15
6	2,196	=B5+1/Лист3!\$D\$15
7	2,275	=B6+1/Лист3!\$D\$15
8	2,461	=B7+1/Лист3!\$D\$15
9	2,567	=B8+1/Лист3!\$D\$15
10	2,655	=B9+1/Лист3!\$D\$15
11	2,667	=B10+1/Лист3!\$D\$15
12	2,907	=B11+1/Лист3!\$D\$15
13	2,942	=B12+1/Лист3!\$D\$15
14	2,951	=B13+1/Лист3!\$D\$15
15	3,007	=B14+1/Лист3!\$D\$15
16	3,206	=B15+1/Лист3!\$D\$15
17	3,49	=B16+1/Лист3!\$D\$15
18	3,722	=B17+1/Лист3!\$D\$15
19	3,962	=B18+1/Лист3!\$D\$15
20	4,108	=B19+1/Лист3!\$D\$15

Рис. 3.15. Построение функции распределения

7. Составление и построение статистической функции распределения группированного статистического ряда.

Менее трудоемко и часто более удобно для наглядного анализа свойств выборки построение статистической функции распределения группированного статистического ряда, который содержит существенно меньшее количество точек.

Составьте и постройте такую функцию распределения.

Для этого перейдите на Лист 1 и в ячейку M1 введите заголовок столбца **F*(статистическая функция распределения)**. В ячейку M3 введите формулу: =J3.

В ячейку М4 введите формулу:

$$=M3+J4.$$

Вернитесь в ячейку М4 и протяните до ячейки М10. В верхней строке столбцов **X*** и **F*** допишите нули. В результате получите последовательность значений функции распределения **F*** в последнем столбце таблицы (рис. 3. 16).

Н	I	J	К	L	М
Карман	Частота	Относит. Частота	x^*	y_i	F^*
0,6	0				
1,9	3	0,06	1,25	0,0462	0,06
3,2	11	0,22	2,55	0,1692	0,28
4,5	7	0,14	3,85	0,1077	0,42
5,8	14	0,28	5,15	0,2154	0,7
7,1	7	0,14	6,45	0,1077	0,84
8,4	5	0,1	7,75	0,0769	0,94
9,7	2	0,04	9,05	0,0308	0,98
11	1	0,02	10,35	0,0154	1
Еще	0				

Рис. 3.16. Вариант построения функции распределения

Постройте график функции распределения $F^*(x)$. Эта процедура полностью описана в разделе 5 «Построение гистограммы частот». Только в окне «Выбор источника данных» вместо интервала относительных частот введите интервал значений функции:

$$=\text{Лист1!}\$L\$2:\$L\$10,$$

а в строку «Подписи горизонтальной оси» введите диапазон ячеек с серединными точками =Лист1!\$K\$2:\$K\$10. Результат на рис. 3.17.

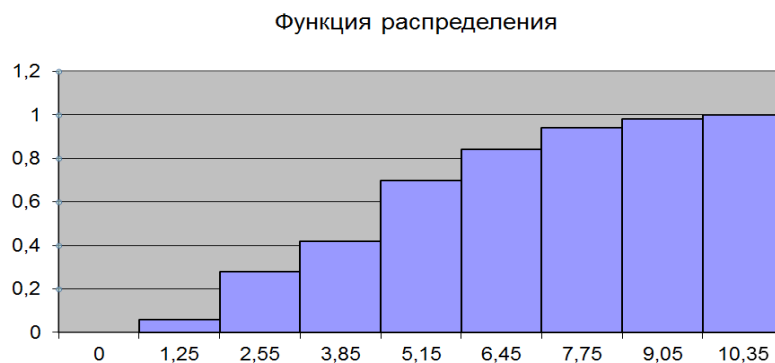


Рис. 3.17. Гистограмма функции распределения

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с методикой проведения статистической обработке в Excel.
2. У преподавателя получите вариант индивидуального задания (приложение № 1).
3. Выполните следующие расчеты:
 - 1) выведите на лист Excel исходные статистические данные;
 - 2) постройте вариационный ряд;
 - 3) вычислите статистические характеристики;
 - 4) постройте интервальный статистический ряд;
 - 5) постройте гистограмму частот;
 - 6) составьте функцию распределения статистического ряда.
 - 7) составьте и постройте функцию распределения группированного статистического ряда;
 - 8) сделайте выводы.

Оформление отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) результаты обработки статистических данных в табличном процессоре Excel;
- 3) анализ полученного интервального статистического ряда и функции распределения.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как проводится сортировка статистических данных в EXCEL?
2. Какие статистические характеристики можно вычислить с помощью меню «Описательная статистика»?
3. Опишите этапы построения интервального статистического ряда в EXCEL?
4. Как построить гистограмму частот в MS EXCEL?
5. Как построить функцию распределения статистического ряда в MS EXCEL?

Лабораторная работа № 4

Расчет средних величин, абсолютных и относительных показателей вариации признака (4 часа)

Цель работы

1. Изучить методику вычисления средних величин по статистическим данным.
2. Изучить методику вычисления абсолютных и относительных показателей вариации признака.
3. Сформировать практические навыки проведения расчета средних величин, абсолютных и относительных показателей вариации признака по статистическим данным.
4. Провести расчет средних величин, абсолютных и относительных показателей вариации признака.

Краткая теория

Средние величины

Средняя величина – обобщающая характеристика варьирующего признака единиц статистической совокупности.

Средняя величина всегда именованная, она имеет ту же размерность, что и признак у отдельных единиц совокупности.

В экономических исследованиях и плановых расчетах применяются две категории средних:

- степенные средние;
- структурные средние.

К категории степенных средних относятся: средняя арифметическая, средняя гармоническая, средняя квадратическая, средняя геометрическая.

Средняя обозначается через \bar{x} .

Общая формула степенной средней записывается следующим образом:

$$\bar{x} = \sqrt[k]{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^k \cdot f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}},$$

где f_i – частота (повторяемость индивидуальных значений признака);
 x_i – величины, по которым вычисляется средняя.

В зависимости от степени k получаются различные виды средних величин, их формулы представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Формулы расчета различных видов степенных средних величин

Значение k	Наименование средней	Формулы средней	
		простая	взвешенная
-1	Гармоническая	$\bar{x} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_i}}$	$\bar{x} = \frac{\sum W_i}{\sum \frac{1}{x_i} W_i}; \bar{x} = \frac{\sum f_i}{\sum \frac{1}{x_i} f_i}$
0	Геометрическая	$\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \dots x_n}$	$\bar{x} = \sqrt[n]{x_1^{f_1} \cdot x_2^{f_2} \dots x_n^{f_n}}$
1	Арифметическая	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	$\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{\sum f_i}$
2	Квадратическая	$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n}}$	$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 f_i}{\sum f_i}}$
3	Кубическая	$\bar{x} = \sqrt[3]{\frac{\sum x_i^3}{n}}$	$\bar{x} = \sqrt[3]{\frac{\sum x_i^3 f_i}{\sum f_i}}$

Структурные средние величины

Структурные средние – мода и медиана – характеризуют величину варианта, занимающего определенное положение в ранжированном ряду.

Мода – наиболее часто встречающееся значение признака в данном ряду распределения, то есть имеющее наибольшую численность в ряду распределения.

В дискретном ряду мода определяется визуально, то есть отыскивается просмотром численностей, которые имеют варианты признака. Значение признака, имеющее наибольшую численность (в абсолютном или относительном выражении), и есть мода. Если несколько значений признака имеют одинаковую, наибольшую по сравнению с другими численность, то, следовательно, в ряду не одна, а несколько мод, например две. Ряд с двумя модами называется двуимодальным.

Мода для интервального ряда распределения с равными интервалами определяется по формуле:

$$x_{mo} = x_{j^*}^{\text{лев}} + b \frac{f_{j^*} - f_{j^*-1}}{(f_{j^*} - f_{j^*-1}) + (f_{j^*} - f_{j^*+1})}, \quad (4.1)$$

где $x_{j^*}^{\text{лев}}$ – левая граница модального интервала; b – величина модального интервала; f_{j^*} – частота модального интервала; f_{j^*-1} – частота интервала, предшествующего модальному; f_{j^*+1} – частота интервала, следующего за модальным.

Медиана x_{me} – это значение признака, приходящееся на середину ранжированного ряда, то есть это вариант, который делит ряд распределения на две равные по объему части. При нормальном распределении статистической величины мода и медиана совпадают со средним значением этой величины: $x_{mo} = x_{me} = \bar{x}$.

Для определения медианы сначала определяют ее место в ранжированном ряду, используя формулу:

$$N_{me} = \frac{n+1}{2}, \quad (4.2)$$

где n – число членов ряда.

Если совокупность содержит четное число значений варьирующего признака ($n = 2k$, $k = n/2$), то в этом случае за медиану условно принимают значение:

$$x_{me} = \frac{1}{2}(x_k + x_{k+1}),$$

так как в ряду нет члена, который делил бы совокупность на две равные по объему группы.

В дискретном ряду распределения медиана определяется непосредственно по накопленной частоте, соответствующей номеру медианы.

В интервальном ряду распределения сначала указывают интервал, в котором находится медиана.

Медианным является первый интервал, в котором сумма накопленных частот превысит половину общего числа наблюдений.

Медиана для интервального ряда распределения с равными интервалами определяется по формуле:

$$x_{me} = x_{j^{**}} + b \frac{\frac{n}{2} - S_{me-1}}{f_{j^{**}}}, \quad (4.3)$$

где $x_{j^{**}}$ – нижняя граница медианного интервала; S_{me-1} – накопленная частота интервала, предшествующего медианному, $f_{j^{**}}$ – частота медианного интервала.

Показатели вариации

Вариация – изменения значения признака в пределах совокупности.

Показатели вариации делятся на две группы: абсолютные и относительные.

К абсолютным показателям вариации относятся: размах колебаний, среднее линейное отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение.

1. Размах колебаний, или **размах вариации**, представляет собой разность между максимальным и минимальным значениями признака в изучаемой совокупности.

Размах вариации определяется по формуле:

$$R = x_{\max} - x_{\min}. \quad (4.4)$$

Безусловным достоинством этого показателя является простота расчета. Однако размах вариации зависит от величины только крайних значений признака, поэтому область его применения ограничена достаточно однородными совокупностями. В частности, на практике он находит применение в предупредительном контроле качества продукции.

2. Среднее линейное отклонение \bar{d} и среднее квадратическое отклонение σ показывают, на сколько в среднем отличаются индивидуальные значения признака от среднего его значения.

Среднее линейное отклонение определяется по формуле:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{j=1}^k |x_j - \bar{x}| \cdot f_j}{\sum_j f_j}. \quad (4.5)$$

Среднее линейное отклонение имеет ту же размерность, что и признак, для которого оно вычисляется.

3. Дисперсия σ^2 представляет собой средний квадрат отклонений вариантов признака от средней величины и определяется по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_j - \bar{x})^2 \cdot f_j}{\sum f_j}. \quad (4.6)$$

Дисперсию можно определить и как разность между средним квадратом вариантов признака и квадратом их средней величины, то есть

$$\sigma^2 = x^2 - \bar{x}^2, \quad \text{где } x^2 = \frac{\sum x_j^2 f_j}{\sum f_j}.$$

4. Среднее квадратическое отклонение σ – корень второй степени из дисперсии и определяется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \bar{x})^2 \cdot f_j}{\sum f_j}}. \quad (4.7)$$

Для характеристики степени однородности совокупности, типичности, устойчивости средней, а также и для других статистических оценок используются **относительные показатели вариации**. Они вычисляются как отношение абсолютных показателей вариации к средней арифметической (или медиане) и чаще всего выражаются в процентах.

Формулы расчета относительных показателей вариации следующие:

$$\text{– коэффициент осцилляции} \quad K_R = \frac{R_x}{\bar{x}} 100 \%; \quad (4.8)$$

$$\text{– относительное линейное отклонение} \quad K_{\bar{d}} = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} 100 \%; \quad (4.9)$$

$$\text{– коэффициент вариации} \quad v = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100 \%. \quad (4.10)$$

Наиболее часто применяется **коэффициент вариации**. Его используют не только для сравнительной оценки вариации, но и для характеристики однородности совокупности. Совокупность считается однородной, если коэффициент вариации не превышает 33 % (для распределений, близких к нормальному).

Методические указания по выполнению лабораторной работы

По полученной ранее группировке определите:

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

Определите средний размер выданных кредитов, модальное и медианное значение (пункт 1).

1. Средний размер суммы выданных кредитов по 20 коммерческим банкам определите по формуле средней арифметической взвешенной (см. табл. 1.1).

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum x_j f_j}{\sum f_j} = \frac{31,0 \cdot 5 + 53,0 \cdot 7 + 75,0 \cdot 4 + 97,0 \cdot 2 + 119,0 \cdot 2}{5 + 7 + 4 + 2 + 2} = \\ &= \frac{12508,0}{20} = 62,9 \text{ млн руб.}\end{aligned}$$

Следовательно, средняя сумма выданных кредитов по 20 обследованным нами банкам равна 62,9 млн. руб.

2. Рассчитайте структурные средние:

1) для определения модального размера выданных кредитов сначала определите модальный интервал по данным табл. 4.2. Это тот интервал, которому соответствует наибольшая частота f_j . Наибольшая частота равна 7, что соответствует второму интервалу [42,0–64,0]. Нижняя граница модального интервала $x_{j^*}^{\text{лев}} = 42,0$; частота модального интервала $f_{j^*} = 7$; частота интервала, предшествующего модальному, $f_{j^*-1} = 5$; частота интервала, следующего за модальным, $f_{j^*+1} = 4$.

Подставьте в формулу (4.1) соответствующие величины, получите:

$$x_{mo} = x_{j^*}^{\text{лев}} + b \frac{f_{j^*} - f_{j^*-1}}{(f_{j^*} - f_{j^*-1}) + (f_{j^*} - f_{j^*+1})} =$$

$$= 42,0 + 22,0 \cdot \frac{7-5}{(7-5)+(7-4)} = 42,0 + 8,8 = 50,8 \text{ млн руб.}$$

Следовательно, банки наиболее часто выдают кредиты размером 50,8 млн. руб.;

2) для определения медианы сначала определите медианный интервал по данным табл. 4.2. Это тот интервал, до которого сумма накопленных частот меньше половины всей численности ряда, а с прибавлением его частоты – больше половины. По накопленным частотам половина численности $\frac{n}{2} = \frac{20}{2} = 10$. Сумма накопленных частот в первом интервале равна 5, то есть меньше половины численности ряда. Прибавив частоту второго интервала, равную 7, получите сумму 12, превышающую половину. Следовательно, медианным является второй интервал [42,0–64,0].

Медиану определите по формуле (4.3):

$$\begin{aligned} x_{me} &= x_{j^{**}} + b \frac{\frac{n}{2} - S_{me-1}}{f_{j^{**}}} = 42,0 + 22,0 \cdot \frac{10-5}{7} = 42,0 + 15,712 = \\ &= 57,712 \approx 57,71 \text{ млн руб.} \end{aligned}$$

Следовательно, у 50 % коммерческих банков сумма выданных кредитов меньше 57,71 млн. руб., а у остальные 50 % – больше.

Определите показатели вариации абсолютные и относительные (пункт 2).

1. Определите абсолютные показатели вариации распределения банков по размеру выданных кредитов (табл. 2.2).

а) найдите разницу между максимальным и минимальным размером кредита и получите величину размаха вариации [формула (4.4)]:

$$R = x_{\max} - x_{\min} = 130 - 20 = 110 \text{ млн руб.};$$

б) для расчета среднего линейного отклонения найдите абсолютное отклонение значений середины интервала (x_j) от средней величины (\bar{x}) по модулю $|x_j - \bar{x}|$. Вычислите произведения отклонений $|x_j - \bar{x}|$ на их

веса (f_j), и подсчитайте сумму их произведений. Эта сумма равна 457,6 (графа 5 табл. 1.7).

По формуле (1.9) вычислите среднее линейное отклонение:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{j=1}^k |x_j - \bar{x}| \cdot f_j}{\sum_j f_j} = \frac{457,6}{20} = 22,88 \text{ млн. руб.};$$

в) для определения дисперсия возведите в квадрат отклонения значений середины интервала (x_j) от средней величины (\bar{x}) – $(x_j - \bar{x})^2$. Затем квадрат отклонений умножьте на веса (f_j) и подсчитайте сумму, которая равна 14979,8 (графа 6 табл. 4.2).

По формуле (4.6) вычислите дисперсию:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_j - \bar{x})^2 \cdot f_j}{\sum f_j} = \frac{14979,8}{20} = 748,99 \text{ млн. руб}^2.;$$

г) вычислети корень квадратный из дисперсии (4.7) и получите среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \bar{x})^2 \cdot f_j}{\sum f_j}} = \sqrt{748,99} = 27,37 \text{ млн. руб.}$$

Таблица 4.2

Расчет абсолютных показателей вариации

Номер группы j	Размер кредита, млн руб.	Середина интервала x_j	Число банков f_j	$ x_j - \bar{x} \cdot f_j$	$(x_j - \bar{x})^2 \cdot f_j$
1	2	3	4	5	6
1	20,0–42,0	31,0	5	159,5	5088,05
2	42,0–64,0	53,0	7	69,3	686,07
3	64,0–86,0	75,0	4	48,4	585,64
4	86,0–108,0	97,0	2	68,2	2325,62
5	108,0–130,0	119,0	2	112,2	6294,42
Сумма:	–	–	20	457,6	14979,8

Определите относительные показатели вариации:

а) коэффициент осцилляции (4.8):

$$K_R = \frac{R_x}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{110}{62,9} = 174,88\% ;$$

б) относительное линейное отклонение (4.9):

$$K_{\bar{d}} = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{22,88}{62,9} \cdot 100\% = 36,37\% ;$$

в) коэффициент вариации (4.10):

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{27,37}{62,9} \cdot 100\% = 43,51\% .$$

Коммерческие банки не однородны по размеру выдаваемых кредитов, так как коэффициент вариации равен 43,51 %, то есть больше 33 %.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с методикой вычислений средних значений статистических данных и абсолютных и относительных показателей вариации признака.
2. У преподавателя получите вариант индивидуального задания.
3. Проведите вычисления средних значений статистических данных, абсолютных и относительных показателей вариации признака.
4. Сделайте выводы по работе, и оформите отчет.

Оформление отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

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

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность и роль средней величины в статистике?
2. Какие виды средних применяются в статистике?
3. Как исчисляются средняя арифметическая простая и взвешенная?
4. Как исчисляются средняя гармоническая простая и взвешенная?
5. Как исчисляются структурные средние – мода и медиана?
6. Что представляет собой вариация признака, от чего зависят ее размеры?
7. Что представляет собой размах вариации признака?
8. Что такое дисперсия признака?
9. Какие показатели относительного рассеяния применяются в статистике?
10. Как исчисляется коэффициент вариации и его значение для экономического анализа?

Лабораторная работа № 5

Однофакторный корреляционный и регрессионный анализ (4 часа)

Цель работы

1. Изучить методику проведения однофакторного корреляционного и регрессионного анализа.
2. Сформировать практические навыки проведения однофакторного корреляционного и регрессионного анализа.
3. Построить уравнение регрессии, определить коэффициенты регрессии, коэффициент корреляции, коэффициент детерминации.
4. Оценить значимость коэффициентов регрессии и уравнения регрессии.

Краткая теория

Связь между явлениями классифицируется по ряду признаков, которые делятся на два класса: *факторные*, вызывающие изменения явлений, и *результативные*, изменяющиеся под влиянием факторных. Связи между явлениями и признаками классифицируются по *степени тесноты, направлению, аналитическому выражению и количеству факторов*, действующих на результативный признак.

Рассматривается выборка двух взаимосвязанных дискретных случайных величин X и Y . Пара (x_i, y_i) , где $1 \leq i \leq n$ соответствует i -й точке (i -му опыту). Здесь n – объем парной выборки.

Для удобства последующего использования табличные (опытные) данные моделируют некоторой функцией, которую называют уравнением регрессии:

$$Y = f(X).$$

Процедура построения регрессионной (статистической) модели предусматривает, во-первых, выбор функции $f(X)$.

В качестве функции чаще всего используют полином:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + \dots + a_k \cdot X^k, \quad (5.1)$$

где a_j – коэффициенты регрессии ($0 \leq j \leq k$); k – порядок полинома.

На втором этапе построения модели определяют коэффициенты регрессии a_k . Это осуществляется путем аппроксимации опытных точек.

Уравнение регрессии позволяет вычислить ожидаемое значение функции Y для опытных значений x_i :

$$Y(x_i) = a_0 + a_1 \cdot x_i + a_2 \cdot x_i^2 + \dots + a_k \cdot x_i^k. \quad (5.2)$$

Разность между опытным значением y_i и ожидаемым значением $Y(x_i)$ составляет ошибку или погрешность функции:

$$\Delta Y_i = y_i - Y(x_i). \quad (5.3)$$

Аппроксимация может быть произведена при разных требованиях к величине ΔY_i . Наиболее распространенным является требование минимизации суммы квадратов отклонений опытных точек от линии регрессии. Это требование называют принципом Лежандра, согласно которому коэффициенты регрессии a_j должны быть подобраны так, чтобы сумма:

$$U = \sum_{i=1}^n (\Delta Y_i)^2 = \sum_{i=1}^n \left(y_i - a_0 - a_1 \cdot x_i - a_2 \cdot x_i^2 - \dots - a_k \cdot x_i^k \right)^2 \quad (5.4)$$

принимала минимальное значение.

Метод определения коэффициентов регрессии по принципу Лежандра называют методом наименьших квадратов.

Искомые коэффициенты регрессии находятся из решения системы уравнений:

$$\frac{\partial U}{\partial a_j} = 0,$$

или

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial a_0} &= -2 \sum_{i=1}^n \left(y_i - a_0 - a_1 \cdot x_i - \dots - a_k \cdot x_i^k \right) = 0, \\ \frac{\partial U}{\partial a_1} &= -2 \sum_{i=1}^n \left(y_i - a_0 - a_1 \cdot x_i - \dots - a_k \cdot x_i^k \right) \cdot x_i = 0, \\ &\dots \dots \dots \\ \frac{\partial U}{\partial a_k} &= -2 \sum_{i=1}^n \left(y_i - a_0 - a_1 \cdot x_i - \dots - a_k \cdot x_i^k \right) \cdot x_i^k = 0. \end{aligned} \right\}$$

Решим систему (5.7) двух уравнений с двумя неизвестными a_0 и a_1 :

$$a_1 = \frac{n(\sum y_i x_i) - \sum y_i \sum x_i}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}; \quad (5.8)$$

$$a_0 = \frac{1}{n}(\sum y_i - a_1 \sum x_i). \quad (5.9)$$

Направление связи между переменными определяется на основании знаков (отрицательный или положительный) коэффициента регрессии (коэффициента a_1).

Если знак при коэффициенте регрессии – положительный, связь зависимой переменной с независимой будет положительной. Если знак при коэффициенте регрессии – отрицательный, связь зависимой переменной с независимой является отрицательной (обратной).

Для анализа общего качества уравнения регрессии используют обычно *множественный коэффициент детерминации* R^2 , называемый также квадратом коэффициента множественной корреляции R . R^2 (мера определенности) всегда находится в пределах интервала $[0; 1]$.

Если значение R^2 близко к единице, это означает, что построенная модель объясняет почти всю изменчивость соответствующих переменных. И наоборот, значение R -квadrата, близкое к нулю, означает плохое качество построенной модели.

Коэффициент детерминации R^2 показывает, на сколько процентов ($R^2 \cdot 100\%$) найденная функция регрессии описывает связь между исходными значениями факторов X и Y :

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^T - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

где $(y_i^T - \bar{y})^2$ – объясненная вариация; $(y_i - \bar{y})^2$ – общая вариация.

Соответственно, величина $(1 - R^2) \cdot 100\%$ показывает, сколько процентов вариации параметра Y обусловлены факторами, не включенными в регрессионную модель. При высоком ($R^2 \geq 0.75$) значении коэффициента детерминации можно делать прогноз $y^* = f(x^*)$ для конкретного значения x^* .

Множественный R – коэффициент множественной корреляции R – выражает степень зависимости независимых переменных (X) и зависимой переменной (Y) и равен квадратному корню из коэффициента детерминации, эта величина принимает значения в интервале от нуля до единицы. В простом линейном регрессионном анализе множественный R равен коэффициенту корреляции Пирсона, который вычисляется по формуле:

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (5.10)$$

Коэффициент корреляции может принимать значения в пределах $-1 \leq r \leq 1$. Функциональной связи отвечает значение $|r|=1$. При $r = 0$ величины X и Y не зависят друг от друга. При $-1 < r < 1$ связь является вероятностной.

Интерпретация значений r представлена в табл. 5.1, 5.2.

Таблица 5.1

Оценка линейного коэффициента корреляции r по характеру связи

Значение линейного коэффициента связи	Характер связи	Интерпретация связи
$r = 0$	Отсутствует	–
$0 < r < 1$	Вероятностная, прямая	С увеличением X увеличивается Y
$-1 < r < 0$	Вероятностная, обратная	С увеличением X уменьшается Y и наоборот
$r = +1$	Функциональная, прямая	Каждому значению факторного признака строго соответствует одно значение функции, с увеличением X увеличивается Y
$r = -1$	Функциональная, обратная	Каждому значению факторного признака строго соответствует одно значение функции, с увеличением X уменьшается Y и наоборот

Оценка коэффициента корреляции r по степени тесноты связи

Значение линейного коэффициента связи	Характер связи
До $ \pm 0,3 $	Практически отсутствует
$ \pm 0,3 - \pm 0,5 $	Слабая
$ \pm 0,5 - \pm 0,7 $	Умеренная
$ \pm 0,7 - \pm 1,0 $	Сильная

Для практического использования моделей регрессии очень важна их адекватность, т.е. соответствие фактическим статистическим данным. Значимость коэффициентов простой линейной регрессии осуществляется с помощью t -критерия Стьюдента. При этом вычисляют расчетные значения t -критерия:

$$\text{– для параметра } a_0 \quad t_{a_0} = |a_0| \frac{\sqrt{n-2}}{\sigma_{\text{ост}}}; \quad (5.11)$$

$$\text{– для параметра } a_1 \quad t_{a_1} = |a_1| \frac{\sqrt{n-2}}{\sigma_{\text{ост}}} \sigma_x, \quad (5.12)$$

где n – объем выборки;

$$\sigma_{\text{ост}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y - y^T)^2}{n}} \quad \text{– среднее квадратическое отклонение}$$

результативного признака y от выравненных значений y^T ;

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \quad \text{– среднее квадратическое отклонение факторного}$$

признака x от общей средней \bar{x} .

Вычисленные по формулам (5.11) и (5.12) значения, сравнивают с критическими $t_{\nu, \alpha}$, которые определяются по таблице Стьюдента (табл. 5.3) с учетом принятого уровня значимости α и числом степеней свободы вариации $\nu = n - m - 1$ (m – число факторных признаков в уравнении). Обычно в социально-экономических расчетах уровень значимости α принимается равным 0,05. При $t_{\text{рас}} > t_{\nu, \alpha}$ параметр является значимым (существенным). Если в уравнении все коэффициенты

регрессии значимы, то данное уравнение признают окончательным и применяют в качестве модели изучаемого показателя для последующего анализа.

Таблица 5.3

Квантили распределения Стьюдента $t_{\nu, \alpha}$

v	Уровни значимости α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
1	3,08	6,31	12,71	63,66
2	1,89	2,92	4,30	9,93
3	1,64	2,35	3,18	5,84
4	1,53	2,13	2,78	4,60
5	1,48	2,02	2,57	4,03
6	1,44	1,94	2,45	3,71
7	1,42	1,90	2,37	3,50
8	1,40	1,86	2,31	3,36
9	1,38	1,83	2,26	3,25
10	1,37	1,81	2,23	3,17
15	1,34	1,75	2,13	2,95
20	1,33	1,73	2,09	2,85
30	1,31	1,70	2,04	2,75
40	1,30	1,68	2,02	2,70

Проверка значимости уравнения регрессии производится на основе вычисления F -критерия Фишера:

$$F_{\text{расч}} = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{\text{ост}}^2} \frac{n - m}{m - 1},$$

где $\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2}{n}}$ – среднее квадратическое отклонение резуль-
тативного признака y от общей средней \bar{y} .

Полученное значение – критерий $F_{\text{расч}}$ сравнивают с критическим (табличным) для принятого уровня значимости α и чисел степеней свободы $\nu_1 = m - 1$ и $\nu_2 = n - m$. Величины $F_{\text{табл}}$ при различных значениях ν_1 , ν_2 и уровнях значимости α приведены в табл. 5.4. Уравнение регрессии значимо, если $F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$.

Это означает, что доля вариации, обусловленная регрессией, намного превышает случайную ошибку. Принято считать, что уравнение регрессии пригодно для практического использования в том случае, если $F_{\text{расч}}$ превышает табличное не менее чем в 4 раза.

Таблица 5.4

Значения $F_{\text{табл}}$ по распределению Фишера
при уровне значимости $\alpha = 0,05$

$v_1 \backslash v_2$	1	2	3	4	5	6
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы

Для проведения регрессионного анализа и прогнозирования необходимо:

- 1) **построить график** исходных данных и попытаться зрительно, приближенно определить характер зависимости;
- 2) **выбрать вид функции** регрессии, которая может описывать связь исходных данных;
- 3) **определить численные коэффициенты** функции регрессии методом наименьших квадратов;
- 4) **оценить силу** найденной регрессионной зависимости на основе коэффициента детерминации R^2 ;

5) *сделать прогноз* (при $(R^2 \geq .75 \%)$) или сделать вывод о невозможности прогнозирования с помощью найденной регрессионной зависимости. При этом не рекомендуется использовать модель регрессии для тех значений независимого параметра X , которые не принадлежат интервалу, заданному в исходных данных.

Справочная информация по технологии работы с режимом «Регрессия» надстройки Пакет анализа MS Excel

Режим работы «Регрессия» служит для расчета параметров уравнения линейной регрессии и проверки его адекватности исследуемому процессу.

Для решения задачи регрессионного анализа в MS Excel выберите в меню **Сервис** команду **Анализ данных** и инструмент анализа **«Регрессия»**.

В появившемся диалоговом окне задаем следующие параметры:

1. *Входной интервал Y* – это диапазон данных по результативному признаку. Он должен состоять из одного столбца.

2. *Входной интервал X* – это диапазон ячеек, содержащих значения факторов (независимых переменных). Число входных диапазонов (столбцов) должно быть не больше 16.

3. Флажок *Метки*, установите в том случае, если в первой строке диапазона стоит заголовок.

4. Флажок *Уровень надежности* активизируется, если в поле, находящееся рядом с ним введете уровень надежности, отличный от установленного по умолчанию. Используется для проверки значимости коэффициента детерминации R^2 и коэффициентов регрессии.

5. *Константа ноль*. Данный флажок установите, если линия регрессии должна пройти через начало координат ($a_0 = 0$).

6. *Выходной интервал/ Новый рабочий лист/ Новая рабочая книга* – укажите адрес верхней левой ячейки выходного диапазона.

7. Флажки в группе *Остатки* установите, если необходимо включить в выходной диапазон соответствующие столбцы или графики.

8. Флажок *График нормальной вероятности* сделайте активным, если требуется вывести на лист точечный график зависимости наблюдаемых значений Y от автоматически формируемых интервалов перцентилей.

После нажатия кнопки ОК в выходном диапазоне получите отчет.

Методические указания по проведению однофакторного корреляционного и регрессионного анализа

Задача

Некоторая фирма занимается поставками различных грузов на короткие расстояния внутри города. Оценить стоимость таких услуг, зависящую от затрачиваемого на поставку времени. В качестве наиболее важного фактора, влияющего на время поставки, выбрано пройденное расстояние. Исходные данные о десяти поставках приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Данные о времени поставок и пройденном расстоянии

Расстояние, км	3,5	2,4	4,9	4,2	3,0	1,3	1,0	3,0	1,5	4,1
Время, мин	16	13	19	18	12	11	8	14	9	16

Определите характер зависимости между расстоянием и затраченным временем, используя мастер диаграмм MS Excel, проанализируйте применимость метода наименьших квадратов, постройте уравнение регрессии, используя МНК, проанализируйте силу регрессионной связи. Проведите регрессионный анализ, используя режим работы «Регрессия» в MS Excel и сравните с результатами, полученными ранее. Посчитать и построить графически меру ошибки регрессионной модели, используя табличный процессор Excel.

Решение

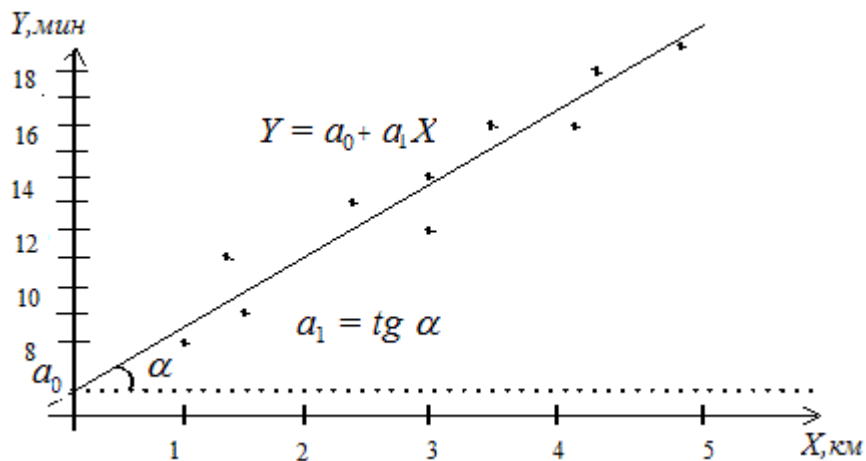


Рис. 5.3. График исходных данных и предполагаемая линия регрессии

На графике постройте исходные данные по десяти поездкам.

Помимо расстояния на время поставки влияют пробки на дорогах, время суток, дорожные работы, погода, квалификация водителя, вид транспорта. Построенные точки не находятся точно на линии, что обусловлено описанными выше факторами. Но эти точки собраны вокруг прямой линии, поэтому можно предположить линейную связь между параметрами. Все исходные точки равномерно распределены вдоль предполагаемой прямой линии, что позволяет применить метод наименьших квадратов.

Вычислите суммы, необходимые для расчета коэффициентов уравнения линейной регрессии и коэффициента детерминации R^2 с помощью вспомогательной таблицы (табл. 5.6).

Таблица 5.6

Расчетная таблица

x_i	y_i	x_i^2	$x_i y_i$	y_i^T	$(y_i^T - \bar{y})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
3,5	16	12,25	56,00	15,223	2,634129	5,76
2,4	13	5,76	31,2	12,297	1,697809	0,36
4,9	19	24,01	93,1	18,947	28,59041	29,16
4,2	18	17,64	75,60	17,085	12,14523	19,36
3,0	12	9,00	36,00	13,893	0,085849	2,56
1,3	11	1,69	14,30	9,371	17,88444	6,76
1,0	8	1,00	8,00	8,573	25,27073	31,36
3,0	14	9,00	42,00	13,893	0,085849	0,16
1,5	9	2,25	13,50	9,903	13,66781	21,16
4,1	16	16,81	65,60	16,819	10,36196	5,76
$\sum = 28,9$	$\sum = 136$	$\sum = 99,41$	$\sum = 435,30$	–	112,4242	122,4

Среднее значение y вычислите по формуле:

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{16+13+19+18+12+11+8+14+9+16}{10} = 13,6.$$

Вычислите коэффициенты линейной регрессии по формулам (5.8) и (5.9):

$$a_1 = \frac{10 \cdot 435,30 - 136 \cdot 28,9}{10 \cdot 99,41 - 835,21} = 2,660;$$

$$a_0 = 0,1 \cdot (136 - 2,660 \cdot 28,9) = 5,913.$$

Таким образом, искомая регрессионная зависимость имеет вид:

$$y^T = 5,913 + 2,660x.$$

Наклон линии регрессии $a_1 = 2,66$ минут на км. – это количество минут, приходящееся на один км расстояния. Координата точки пересечения прямой с осью Y $a_0 = 5,913$ минут – это время, которое не зависит от пройденного расстояния, а обуславливается всеми остальными возможными факторами, явно не учтенными при анализе.

Вычислите коэффициент детерминации:

$$R^2 = \frac{112,424}{122,400} = 0,916 \text{ или } 91,8 \text{ \%}.$$

Проведите регрессионный анализ с использованием режима Регрессия MS Excel. Значения параметров, установленных в одноименном диалоговом окне, представлены на рис. 5.4.

Рис. 5.4 Окно входных данных

Сгенерируются результаты по регрессионной статистике, представленные в таблице 5.7.

Вывод итогов

<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0,958275757
R -квадрат	0,918292427
Нормированный R -квадрат	0,90807898
Стандартная ошибка	1,11809028
Наблюдения	10

Рассмотрите представленную в таблице 5.7 регрессионную статистику.

Величина R -квадрат, называемая также мерой определенности, характеризует качество полученной регрессионной прямой. Это качество выражается степенью соответствия между исходными данными и регрессионной моделью (расчетными данными). Мера определенности всегда находится в пределах интервала $[0; 1]$. Мера определенности равная 0,91829 говорит об очень хорошей подгонке регрессионной прямой к исходным данным и совпадает с коэффициентом детерминации R^2 , вычисленным по формуле.

Таким образом, линейная модель объясняет 91,8 % вариации времени доставки, что означает правильность выбора фактора (расстояния). Не объясняется $100\% - 91,8\% = 8,2\%$ вариации времени поездки, которые обусловлены остальными факторами, влияющими на время поставки, но не включенными в линейную модель регрессии.

Рассчитанный уровень значимости $\alpha_p = 1,26E-05 < 0,05$ (показатель значимость F в таблице Дисперсионный анализ подтверждает значимость R^2).

Множественный R – коэффициент множественной корреляции R – выражает степень зависимости независимых переменных (X) и зависимой переменной (Y) и равен квадратному корню из коэффициента детерминации, эта величина принимает значения в интервале от нуля до единицы. В простом линейном регрессионном анализе множественный R равен коэффициенту корреляции Пирсона. Действительно, множественный R в нашем случае равен коэффициенту корреляции Пирсона (0,95827), который вычисляется по формуле:

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Теперь рассмотрите среднюю часть расчетов, представленную в таблице 5.8 (приведена в сокращенном варианте). Здесь даны коэффициент регрессии a_1 (2,65970168) и смещение по оси ординат, то есть константа a_0 (5,913462144).

Таблица 5.8

Результаты регрессионального анализа

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-значение</i>
Y-пересечение	5,913462144	0,884389599	6,686489927	0,00015485
Переменная X	2,65970168	0,280497238	9,482095791	1,26072E-05

Исходя из расчетов, запишите уравнение регрессии таким образом:

$$y^T = 5,913 + 2,660x.$$

Это уравнение, совпадает с уравнением, полученным при расчете по МНК вручную с точностью до ошибки округления.

Направление связи между переменными определяется на основании знаков (отрицательный или положительный) коэффициента регрессии (коэффициента a_1). Знак коэффициента регрессии положительный (+2,660), следовательно, связь также является положительной.

Далее проверьте значимость коэффициентов регрессии: a_0 и a_1 . Сравните попарно значения столбцов *Коэффициенты* и *Стандартная ошибка* в таблице 5.8, видно, что абсолютные значения коэффициентов больше чем их стандартные ошибки. К тому же эти коэффициенты являются значимыми, о чем можно судить по значениям показателя *P-значение* в таблице 5.8, которые меньше заданного уровня значимости $\alpha = 0,05$.

В таблице 5.9 представлены результаты вывода остатков. При помощи этой части отчета определите отклонения каждой точки от построенной линии регрессии. Наибольшее абсолютное значение остатка – 1,89256, наименьшее – 0,05399. Для лучшей интерпретации этих данных воспользуйтесь графиком исходных данных и построенной линией регрессии, представленными на рис. 5.5. Как видно, линия регрессии хорошо «подогнана» под значения исходных данных.

Результаты анализа остатков

Вывод остатка			
Наблюдение	Предсказанное Y	Остатки	Стандартные остатки
1	15,22241803	0,777581975	0,737641894
2	12,29674618	0,703253823	0,667131568
3	18,94600038	0,053999622	0,051225961
4	17,0842092	0,915790799	0,868751695
5	13,89256718	-1,892567185	-1,795356486
6	9,371074328	1,628925672	1,545256778
7	8,573163824	-0,573163824	-0,543723571
8	13,89256718	0,107432815	0,101914586
9	9,903014664	-0,903014664	-0,8566318
10	16,81823903	-0,818239033	-0,776210624

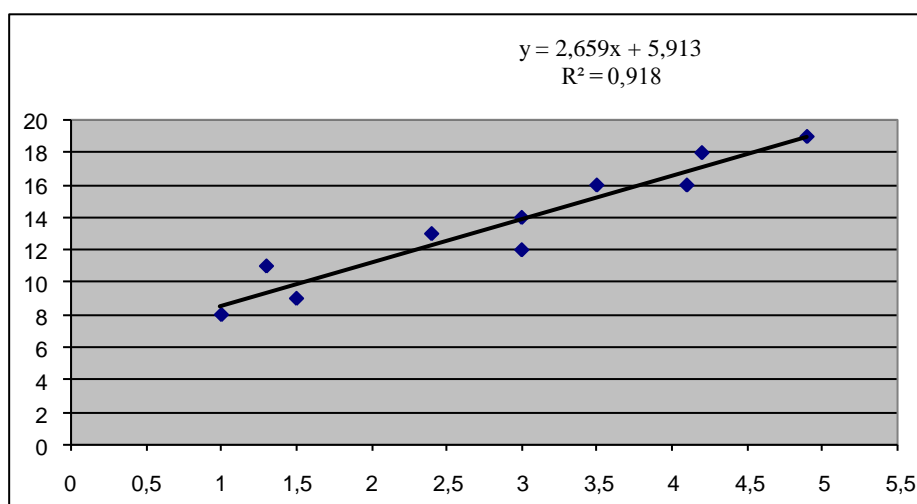


Рис. 5.5. Исходные данные и линия регрессии

Приблизительным, но самым простым и наглядным способом проверки удовлетворительности регрессионной модели является графическое представление отклонений.

Отложите отклонения $(y_i^T - y_i)$ по оси Y , для каждого значения y_i . Если регрессионная модель близка к реальной зависимости, то отклонения будут носить случайный характер и их сумма будет близка к нулю.

В рассмотренном примере $\sum_{i=1}^n (y_i^T - y_i) = 0,004$.

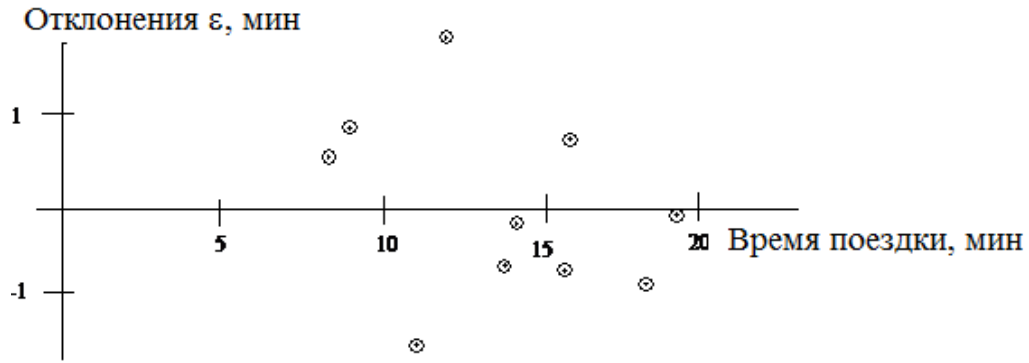


Рис. 5.6. График отклонений

Таким образом, в результате использования регрессионного анализа в табличном процессоре MS Excel:

- построили уравнение регрессии;
- установили форму зависимости и направление связи между переменными – положительная линейная регрессия, которая выражается в равномерном росте функции;
- установили направление связи между переменными;
- оценили качество полученной регрессионной прямой;
- смогли увидеть отклонения расчетных данных от данных исходного набора.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с методикой проведения корреляционного и регрессионного анализа в Excel.
2. У преподавателя получите вариант индивидуального задания.
3. Парную выборку опытных данных (x_i, y_i) нанесите на график и визуально оцените применимость линейного уравнения регрессии.
4. Вычислите коэффициенты прямой линейной регрессии и коэффициент корреляции.
5. На график опытных точек нанесите рассчитанную линию прямой линейной регрессии. Визуально оцените близость уравнения регрессии к функциональной связи.
6. Сделайте выводы по работе и оформите отчет.

Оформление отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;

- 2) результаты вычислений индивидуальных заданий;
- 3) анализ полученных результатов в табличном процессоре MS Excel.

Варианты индивидуальных заданий

Постройте регрессионную модель (линейную) для исходных данных, приведенных в таблице 5.10.

Таблица 5.10

Индивидуальные задания

<i>i</i>	Номера контрольных задач									
	1		2		3		4		5	
	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i	x_i
1	2,62	0,90	15,57	75,53	-44,2	5,85	45,11	43,20	93,53	30,76
2	2,44	0,71	15,41	75,38	-44,6	5,70	44,90	43,03	93,37	30,59
3	2,25	0,56	15,22	75,20	-44,7	5,52	44,75	42,86	93,16	30,43
4	2,06	0,38	15,03	74,04	-44,8	5,36	44,56	42,72	92,99	30,29
5	1,89	0,21	14,85	74,87	-45,0	5,19	44,38	42,54	92,81	30,10
6	1,71	0,06	14,68	74,71	-45,2	5,03	44,20	42,38	92,63	29,94
7	1,53	-0,11	14,50	74,53	-45,4	4,86	44,02	42,21	92,45	29,77
8	1,40	-0,13	14,36	74,52	-45,5	4,84	43,89	42,19	92,32	29,75
9	1,26	-0,14	14,23	74,51	-45,6	4,83	43,75	42,18	92,18	29,74
10	1,13	-0,16	14,11	74,48	-45,8	4,81	43,62	42,16	92,05	29,72
11	1,00	-0,18	13,97	74,47	-45,9	4,79	43,49	42,14	91,92	29,70
12	0,86	-0,19	13,83	74,46	-46,0	4,78	43,35	42,13	91,78	29,69
13	0,73	-0,21	13,70	74,44	-46,2	4,76	43,22	42,11	91,65	29,67
14	0,62	-0,15	13,59	74,50	-46,3	4,82	43,11	42,17	91,54	29,73
<i>i</i>	Номера контрольных задач									
	6		7		8		9		10	
	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i	x_i
1	-17,9	-69,9	173,2	80,9	14,6	11,8	27,2	7,6	-10,2	51,5
2	-18,0	-70,0	179,5	81,8	14,4	11,6	20,3	7,2	-10,4	51,4
3	-18,2	-70,1	185,8	82,6	14,3	11,4	13,4	6,8	-10,6	51,2
4	-18,5	-70,3	176,1	87,4	14,1	11,2	16,5	13,4	-10,9	51,0
5	-18,7	-70,5	179,0	93,9	13,9	11,0	19,7	20,1	-11,1	50,9
6	-18,9	-70,6	180,0	86,7	13,7	10,9	20,8	12,3	-11,3	50,7
7	-19,0	-70,8	181,1	79,5	13,5	10,7	21,9	4,5	-11,4	50,5
8	-19,2	-70,9	180,0	79,8	13,4	10,6	20,2	4,6	-11,6	50,4
9	-19,3	-71,0	178,9	80,1	13,3	10,5	18,7	4,7	-11,7	50,3
10	-19,4	-71,1	181,0	86,9	13,1	10,4	20,9	12,5	-11,8	50,1
11	-19,6	-71,2	183,2	93,8	13,0	10,2	23,0	20,2	-12,0	49,9
12	-19,7	-71,4	181,0	89,3	12,9	10,0	21,1	14,9	-12,1	49,7
13	-19,8	-71,4	178,9	84,8	12,7	9,9	19,0	9,9	-12,2	49,5
14	-20,0	-71,5	183,5	87,5	12,6	9,7	23,9	12,0	-12,4	49,4

i	Номера контрольных задач									
	11		12		13		14		15	
	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i	x_i
1	12,9	62,9	17,2	80,7	-14,6	11,9	26,2	-7,6	10,2	61,5
2	13,0	63,0	17,5	81,6	-14,4	11,7	19,3	-7,2	10,4	61,4
3	13,2	63,1	18,8	82,4	-14,3	11,5	12,4	-6,8	10,6	61,2
4	13,5	63,3	17,1	87,2	-14,1	11,3	15,5	-13,4	10,9	61,0
5	13,7	63,5	17,0	93,7	-13,9	11,1	18,7	-20,1	11,1	60,9
6	13,9	63,6	18,0	86,5	-13,7	10,9	19,8	-12,3	11,3	60,7
7	14,0	63,8	18,1	79,3	-13,5	10,8	20,9	-4,5	11,4	60,5
8	14,2	63,9	18,0	79,6	-13,4	10,7	19,2	-4,6	11,6	60,4
9	14,3	64,0	17,9	80,0	-13,3	10,5	17,7	-4,7	11,7	60,3
10	14,4	64,1	18,0	86,7	-13,1	10,4	19,9	-12,5	11,8	60,1
11	14,6	64,2	18,2	93,6	-13,0	10,2	22,0	-20,2	12,0	59,9
12	14,7	64,4	18,0	89,1	-12,9	10,0	20,1	-14,9	12,1	59,7
13	14,8	64,4	17,9	84,6	-12,7	9,9	18,0	-9,9	12,2	59,5
14	15,0	64,5	18,5	87,3	-12,6	9,7	22,9	-12,0	12,4	59,4

Контрольные вопросы

1. Какие основные задачи решают с помощью корреляционного и регрессионного анализа?
2. Сформулируйте принцип Лежандра.
3. Какими показателями измеряется теснота корреляционной связи?
4. В чем отличие стохастической связи от функциональной?
5. В чем состоит значение уравнения регрессии? Что характеризуют коэффициенты регрессии?
6. Для чего нужен коэффициент корреляции? В каких пределах он изменяется?
7. Как осуществляется проверка значимости коэффициентов регрессии?
8. Как проверить адекватность уравнения в целом?
9. В каких случаях применяется модель множественной регрессии?
10. Как проводится корреляционный и регрессионный анализ в MS Excel?

Лабораторная работа № 6

Многофакторный корреляционно-регрессионный анализ в пакете Statistica (4 часа)

Цель работы

1. Познакомиться с методикой выполнения корреляционно-регрессионного анализа в пакете Statistica.
2. Определить парные, частные и множественные коэффициенты корреляций и на их основе выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на результативный показатель.
3. Получить регрессионную модель и провести ее полный статистический анализ.

Краткая теория

Статистические данные всегда являются приближенными, усредненными. Поэтому они носят оценочный характер и для достоверности результатов необходимо большое число исходных данных. Существует несколько видов статистического анализа данных: корреляционный, регрессионный, дисперсионный, факторный, кластерный и др. Рассмотрим некоторые из них.

Корреляционный анализ

Иногда корреляцию и регрессию рассматривают как совокупный процесс статистического исследования. Корреляционно-регрессионный анализ является одним из значимых методов построения математических моделей в экономике и считается одним из главных методов в маркетинге.

Корреляция в широком смысле слова означает связь между объективно существующими явлениями. Корреляционный анализ – вид статистического анализа, который состоит в количественной оценке силы и направления связи между двумя (парная корреляция) или несколькими (множественная корреляция) наборами данных. В эконометрике 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.

Для наглядности измерения всех связей в случае множественной корреляции целесообразно использовать корреляционную матрицу – матрицу из попарных коэффициентов корреляции.

Использование методов корреляции позволяет решить следующие задачи:

- установить абсолютное изменение результативного признака за счет изменения одного или комплекса факторов;
- определить меру зависимости между результативным признаком и одним из факторов при постоянном значении других;
- установить меру относительного изменения зависимой переменной на единицу относительного изменения фактора или факторов;
- изучить общий объем вариации результативного признака и определить роль каждого фактора в объяснении этого изменения;
- оценить статистическую надежность выборочных показателей корреляционной связи.

Таким образом, коэффициент корреляции – это инструмент, с помощью которого можно проверить гипотезу о зависимости и измерить силу зависимости двух переменных. Если распределение переменных нормальное или несущественно отличается от нормального, применяют линейный коэффициент корреляции Пирсона. Для порядковых (ранговых) переменных или переменных, чье распределение существенно отличается от нормального, используется коэффициент корреляции Спирмена или Кендалла.

Коэффициенты корреляции рангов Спирмена и Кендалла могут быть использованы для определения связи как между *количественными*, так и между *качественными* признаками при условии, если их значения можно упорядочить или проранжировать.

Коэффициент корреляции рангов Спирмена (ρ) рассчитывается по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (6.1)$$

где $d = N_x - N_y$, то есть разности рангов каждой пары значений x и y , а n – число наблюдений.

Коэффициент корреляции рангов Кендалла (τ) определяется по формуле

$$\tau = \frac{2S}{n \cdot (n - 1)}, \quad (6.2)$$

где S – сумма положительных и отрицательных баллов.

Во многих экономических задачах, например, при выборе инвестиционных проектов, достаточно именно монотонной зависимости одной переменной от другой. Отметим, что коэффициент ранговой корреляции Спирмена остается постоянным при любом строго возрастающем преобразовании шкалы измерения результатов наблюдений. Другими словами, он является адекватным в порядковой шкале, как и другие ранговые статистики.

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла – мера линейной связи между случайными величинами. Для оценки силы связи между величинами используются не численные значения, а соответствующие им ранги. Эти коэффициенты определяют степень тесноты и направленность связи признаков. Величина коэффициентов лежит в интервале от $+1$ до -1 . Абсолютное значение характеризует тесноту связи, а знак «минус» направленность связи между двумя признаками.

Преимущество – можно ранжировать по признакам, которые нельзя выразить численно: субъективные оценки, предпочтения и т.д. При экспертных оценках можно ранжировать оценки разных экспертов и найти их корреляции друг с другом, чтобы затем исключить из рассмотрения оценки эксперта, слабо коррелирующие с оценками других. Коэффициент корреляции рангов применяется для оценки устойчивости тенденции динамики.

Коэффициенты ранговой корреляции (как и большинство непараметрических оценок) менее чувствительны к выбросам и погрешностям в результатах наблюдений и, в этом смысле, являются более устойчивыми и надежными мерами взаимозависимости по сравнению с коэффициентом Пирсона. Замечено, что в большинстве случаев коэффициент Спирмена больше коэффициента Кендалла.

Регрессионный анализ

Регрессионный анализ – вид статистического анализа, который состоит в представлении зависимости одних факторов от других в виде некоторой функции (уравнения регрессии), с помощью которой осуществляется прогнозирование и поиск ответа на вопросы «Что будет через какое-то время?» или «Что будет, если...?».

В случае парной регрессии уравнение определяется по двум наборам данных, один из которых представляет значения зависимой переменной Y , а другой – независимой переменной X . В случае множественной регрессии уравнение определяется по нескольким наборам данных, один из которых представляет значения зависимой переменной Y , а другие – независимыми переменными X_1, X_2, \dots, X_n . Получение уравнения регрессии происходит в два этапа: подбор вида функции и вычисление параметров функции.

Выбор функции делается на основе некоторых известных физических, химических, экономических (и т.п.) свойств рассматриваемого процесса или на основе иных соображений. В частности, если изучается зависимость между двумя величинами, т.е. ищется аппроксимирующая функция $Y = f(X)$, то можно нанести экспериментальные точки (X_i, Y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$, на координатную плоскость и по характеру расположения этих точек сделать предположения о структуре аппроксимирующей функции. Выбор функции, в большинстве случаев, производится среди линейной, квадратичной, степенной и других видов (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Виды функций

Парная (простая) регрессия	Множественная регрессия
Линейная регрессия	
$y = ax + b$,	$y = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_mx_m$
Квадратичная (параболическая)	
$y = ax^2 + bx + c$	$y = a_0 + a_1x_1^2 + \dots + a_mx_m^2$
Степенная	
$y = ax^b$	$y = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} \dots x_m^{a_m}$
Логарифмическая $y = a \ln x + b$	Гиперболическая $y = a_0 + a_1(1/x_1) + \dots + a_m(1/x_m)$
Экспоненциальная $y = ae^{bx}$	
где a, b, c – коэффициенты парной регрессии	где $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ – коэффициенты множественной регрессии, n – объем совокупности, m – количество факторных признаков.

К функции предъявляются следующие требования:

- она должна быть достаточно простой для использования ее в дальнейших вычислениях;
- график этой функции должен проходить вблизи экспериментальных точек так, чтобы сумма квадратов отклонений y – координаты

всех экспериментальных точек от y – координат графика функции была бы минимальной (метод наименьших квадратов).

На втором этапе определяют неизвестные коэффициенты аппроксимирующей функции из условия минимума среднего квадрата ошибки прогнозирования. Основным методом решения задачи нахождения параметров a_0 и a_1 уравнения регрессии является метод наименьших квадратов (МНК). Он состоит в минимизации суммы квадратов отклонений фактических значений от значений, вычисленных по уравнению регрессии.

Основным параметром парного уравнения регрессии является параметр a_1 (в случае множественной регрессии a_j , где $j = 1, 2, \dots, n$), который характеризует силу связи между вариацией факторного признака X и вариацией результативного признака Y .

Иногда в эконометрических исследованиях возникают ситуации, в которых использование параметров a_j не дает желаемого результата, так как коэффициент имеет размерность, совпадающую с анализируемым показателем и не пригоден для выявления наибольшего (наименьшего) влияния той или иной независимой переменной. В этом случае используют β – коэффициент или коэффициент эластичности.

С помощью β -коэффициентов определяют факторы, в которых заложены наиболее крупные резервы улучшения изучаемого показателя. β -коэффициенты учитывают различия в степени варьирования вошедших в уравнение факторов и вычисляются по формуле:

$$\beta_j = a_j \frac{\sigma_{x_j}}{\sigma_y}, \quad (6.3)$$

где σ_{x_i} – среднее квадратическое отклонение j -го фактора; σ_y – среднее квадратическое отклонение результативного признака.

β -коэффициенты показывают, на какую часть среднего квадратического отклонения изменяется результативный признак с изменением соответствующего факторного признака на величину его среднего квадратического отклонения.

Частные коэффициенты эластичности, устраняющие различия в единицах измерения факторов, определяются как:

$$\Theta_j(\%) = a_j \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}}, \quad (6.4)$$

где a_j – коэффициент регрессии при j -м факторе; \bar{x}_j – среднее значение j -го фактора; \bar{y} – среднее значение результативного признака.

Частные коэффициенты эластичности показывают, на сколько процентов в среднем изменяется анализируемый показатель при изменении на 1 % каждого фактора при фиксированном значении других факторов.

В большинстве случаев при построении модели приходится пользоваться выборочными данными, поэтому прежде чем приступить к использованию модели необходимо убедиться в ее адекватности фактическим данным (анализируемому явлению). Для этих целей используют t -критерий Стьюдента и F -критерий Фишера.

Для количественной оценки точности построения уравнения регрессии предназначен коэффициент детерминации R^2 , равный квадрату коэффициента множественной корреляции и указывающий, какой процент изменения функции Y объясняется воздействием факторов X_i . Чем его значение ближе к 1, тем уравнение точнее описывает исследуемую зависимость.

Значимое уравнение (с R^2 близким к 1) используется, как правило, для прогнозирования изучаемого явления.

Прогноз – это вероятностное суждение о будущем, полученное путем использования совокупности научных методов. Например, прогнозирование финансового состояния выполняется для того, чтобы получить ответы на два вопроса: «как это может быть (какими могут стать финансовые показатели, если не будут приняты меры по их изменению)» и «как это должно быть (какими должны стать финансовые показатели фирмы для того, чтобы ее финансовое состояние обеспечивало высокий уровень конкурентоспособности)». Прогнозирование с целью получения ответа на первый вопрос принято называть исследовательским, на второй – нормативным.

Существует два способа прогнозов по уравнению регрессии: в пределах экспериментальных значений (интерполяция) и за пределами (экстраполяция). Применимость всякой регрессионной модели ограничена, особенно за пределами экспериментальной области, так как характер зависимости может существенно измениться. Поэтому достоверность исследовательского прогноза может быть невысокой. Однако его выполнение полностью обосновано.

Задание

Руководство компании по результатам производственной деятельности 15 своих филиалов в различных городах России за год (табл. 6.2) анализирует факторы, влияющие на производительность труда (y) и предполагает, что важнейшими из них являются следующие:

x_1 – среднегодовая стоимость основных фондов, тыс. руб.;

x_2 – удельный вес рабочих высокой квалификации в общей численности рабочих, %;

x_3 – трудоемкость единицы продукции;

x_4 – среднегодовая численность рабочих;

x_5 – коэффициент сменности оборудования;

x_6 – удельный вес потерь от брака;

x_7 – среднегодовой фонд заработной платы, тыс. руб.

Таблица 6.2

Исходные данные

	Город	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	Москва	14	101,03	35	0,4	15780	2,01	0,22	13002
2	С.-Петербург	14,02	98,54	36	0,42	14760	1,86	0,25	10145,6
3	Н. Новгород	7,03	49	17	1,83	630	0,95	0,5	5040,9
4	Ульяновск	7,01	50	17	1,85	633	0,93	0,52	5027,39
5	Пенза	8,21	57,42	19	1,43	752	1,08	0,44	5903,3
6	Самара	10	70	24	1,01	920	1,33	0,35	7100
7	Чебоксары	9,02	61,03	22	1,23	830	1,19	0,39	6494,6
8	Саранск	11	78,09	26	0,82	1028	1,44	0,37	7500
9	Челябинск	9,05	63,31	28	1,2	804	1,2	0,38	6516,5
10	Тольятти	11	77,05	29	0,81	1028	1,46	0,32	7940
11	Волгоград	12	84,03	27	0,64	1126	1,6	0,29	8900
12	Рязань	12	83	29	0,66	1127	1,59	0,25	8668
13	Красноярск	12	84	30	0,68	1096	1,59	0,29	8670,91
14	Тула	7,26	50,81	17	1,75	657	0,96	0,49	5209,8
15	Казань	7,01	55,01	16	1,85	631	0,93	0,51	5027,3

Варианты индивидуальных заданий

Вариант №	Независимые переменные (факторные признаки)	Задания по прогнозированию
		Как изменится производительность труда на московском предприятии, если:
1	x_1, x_3, x_4, x_5	среднегодовую стоимость основных фондов увеличить на 80 тыс. руб., а и трудоемкость единицы продукции на 0,6?
2	x_3, x_4, x_5, x_6	трудоемкость единицы продукции сократить в 4 раза, а коэффициент сменности оборудования снизить в 2 раза?
3	x_1, x_2, x_3, x_5	среднегодовую стоимость основных фондов увеличить на 60 тыс. руб., а коэффициент сменности оборудования – на 0,9?
4	x_1, x_2, x_6, x_7	среднегодовую стоимость основных фондов сократить до 90 тыс. руб., а удельный вес потерь от брака понизить в 2 раза?
5	x_1, x_3, x_4, x_7	среднегодовую стоимость основных фондов сократить до 95 тыс. руб., а трудоемкость единицы продукции понизить на 0,1?
6	x_1, x_2, x_5, x_7	коэффициент сменности оборудования увеличить в 2 раза, а среднегодовой фонд заработной платы уменьшить на 92 тыс. руб.?
7	x_4, x_5, x_6, x_7	коэффициент сменности оборудования уменьшить в 2 раза, а среднегодовой фонд заработной платы увеличить на 92 тыс. руб.
8	x_2, x_3, x_5, x_7	коэффициент сменности оборудования увеличить на 1,5, а среднегодовой фонд заработной платы уменьшить на 32 тыс. руб.?
9	x_1, x_3, x_5, x_7	коэффициент сменности оборудования уменьшить на 1,5, а среднегодовой фонд заработной платы увеличить на 32 тыс. руб.?
10	x_1, x_2, x_4, x_5	среднегодовую численность рабочих сократить на 780 человек, а коэффициент сменности оборудования повысить до 3?

Порядок выполнения задания:**1. Корреляционный анализ:**

- постройте диаграммы рассеяния;
- получите матрицу парных коэффициентов корреляции (Пирсона);
- вычислите частные коэффициенты корреляции;
- постройте матричную диаграмму рассеяния;

- вычислите ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла;

- выявите факторы, оказывающие наибольшее влияние на результирующий показатель.

2. Регрессионный анализ

- получите линейное уравнение множественной регрессии, выбрав в качестве зависимой переменной – Y , в качестве независимых переменных X_i , соответствующие варианту;

- проанализируйте множественные коэффициенты корреляции и детерминации полученной модели;

- проверьте значимость построенной модели, используя уровень значимости $\alpha = 0,05$;

- если модель значима, дайте оценку коэффициентов множественной регрессии на основе t -критерия Стьюдента;

- пересчитайте уравнение множественной регрессии, используя только значимые факторы;

- проверьте адекватность полученной регрессионной модели;

- выполните прогнозирование в соответствии с вариантом задания.

Методические указания по выполнению задания

Выберите исходные данные для своего варианта из таблиц 6.2, 6.3, скопируйте и вставьте в электронную таблицу пакета *Statistica* [5].

Статистический пакет *Statistica* использует стандартный интерфейс электронных таблиц. Текущий файл данных всегда отображается в виде электронной таблицы. Данные организованы в виде наблюдений и переменных. Наблюдения можно рассматривать как эквивалент столбцов электронной таблицы. Каждое наблюдение состоит из набора значений переменной. Система состоит из ряда модулей, работающих независимо. Каждый модуль включает определенный класс процедур. Почти все процедуры являются интерактивными, то есть для запуска, обработки необходимо выбрать из меню переменные и ответить на ряд вопросов системы.

В электронной таблице установите имена своих переменных. Для этого правой кнопкой мыши щелкните по имени переменной в заголовке таблицы. Откроется контекстное меню, в котором выберите «*Спецификация переменной*». В открывшемся окне введите имя своей переменной в поле «*Имя*» → «*OK*». Например, вместо *Var3* поставьте Y , *Var4* замените на $X1$, *Var5* – на $X2$ и так далее.

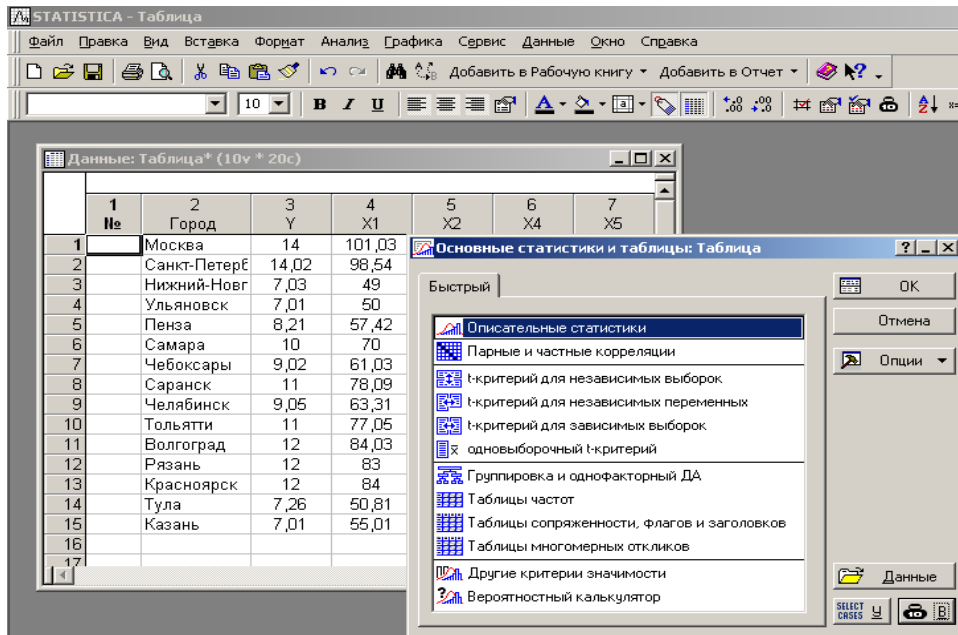


Рис. 6.1. Стартовое окно программы

Корреляционный анализ

1. Построение диаграмм рассеяния

В главном меню программы выберите «Анализ» → «Основные статистики и таблицы» → «Парные и частные корреляции» (рис. 6.1). В окне «Парные и частные корреляции» на вкладке «Частные корреляции» (рис. 6.2) выберите «2М рассеяния» → «ОК». В появившемся окне для ввода переменных слева выберите значения исследуемых факторов (X_1, X_2, X_4, X_5), в окне справа укажите Y и нажмите «ОК». В результате получите диаграммы рассеяния для каждой переменной X_i относительно Y .

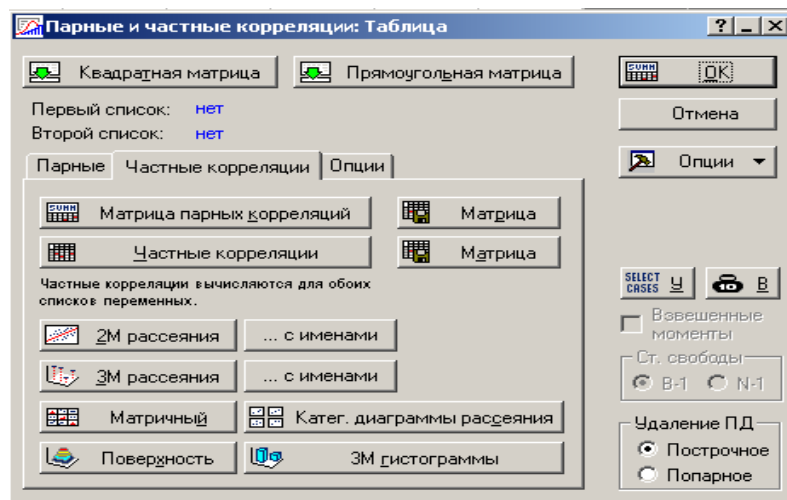


Рис. 6.2. Диалоговое окно «Парные и частные корреляции»

Полученные для каждой пары $Y = f(X_i)$ графики, уравнения регрессии и значения парных коэффициентов корреляции, выпишите в тетрадь и проанализируйте результаты.

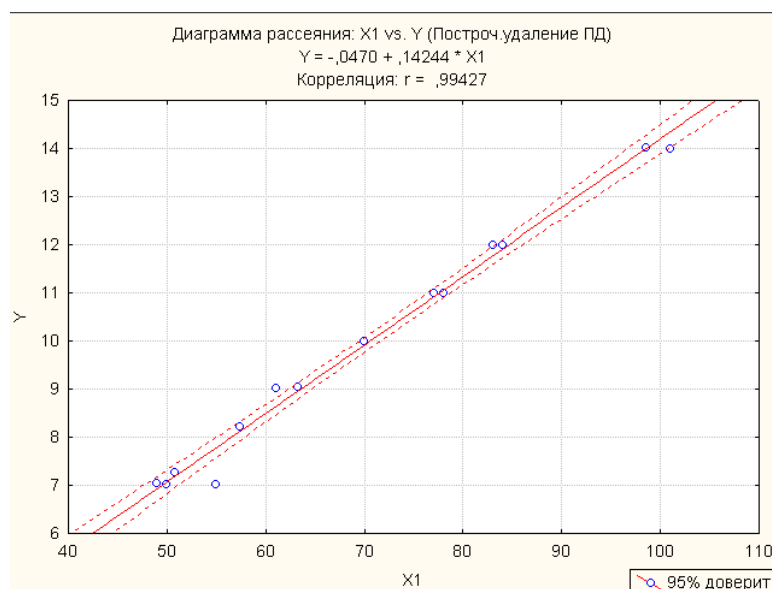


Рис. 6.3. Диаграмма зависимости $Y = f(X_1)$

2. Получение матрицы парных корреляций

Выберите в главном меню «Анализ» → «Основные статистики и таблицы» → «Парные и частные корреляции» → на вкладке «Частные корреляции» откройте список «Прямоугольная матрица». В появившемся окне в первом и во втором списках выберите все переменные своего варианта – Y, X1, X2, X4, X5 → «ОК». Далее выберите опцию «Матрица парных корреляций» → «ОК» и получите таблицу парных корреляций (рис. 6.4).

Отмеченные на экране красным цветом коэффициенты корреляций значимы на уровне $p < 0,05$.

Переменная	Корреляции (Таблица)				
	Y	X1	X2	X4	X5
Y	1,00	0,99	0,96	0,68	0,99
X1	0,99	1,00	0,95	0,71	0,99
X2	0,96	0,95	1,00	0,68	0,95
X4	0,68	0,71	0,68	1,00	0,72
X5	0,99	0,99	0,95	0,72	1,00

Рис. 6.4. Матрица парных корреляций

Проанализируйте полученные результаты (рис. 6.4), сравните с данными полученными на диаграммах рассеяния и сделайте вывод.

3. Вычисление частных коэффициентов корреляции

Проведите самостоятельные исследования при вычислении частных коэффициентов корреляции, выберите в окне «*Парные и частные корреляции*» → «*Частные корреляции*». Открывается окно для выбора двух списков переменных.

Переменная	Частные корреляции (Таблица) Отмеченные корреляции значимы N=15 (Построчное удаление П)				
	Y	X1	X2	X4	X5
Y	1,00			-0,60	0,00
X1		1,00			
X2			1,00		
X4	-0,60			1,00	-0,00
X5	0,00			-0,00	1,00

$$Y = f(X4)$$

Переменная	Частные корреляции (Таблица) Отмеченные корреляции значимы N=15 (Построчное удаление П)				
	Y	X1	X2	X4	X5
Y	1,00				0,64
X1		1,00			
X2			1,00		
X4				1,00	
X5	0,64				1,00

$$Y = f(X5)$$

Рис. 6.5. Результаты частных корреляций

В первый список введите все анализируемые переменные, а во втором укажите те, которые хотите исключить из рассмотрения. Перебирая разные варианты исключения, сопоставьте результаты. Сделайте вывод по полученным результатам.

Частные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$. Красным цветом на экране выделены значимые значения коэффициентов частных корреляций (рис. 6.5).

4. Построение матричной диаграммы рассеяния

Выберите в главном меню «Анализ» → «*Основные статистики и таблицы*» → «*Парные и частные корреляции*» → на вкладке «*Частные корреляции*» выберите «*Матричный*» → «*ОК*». В появившемся окне «*Переменные для матричного графика*» в обоих списках выберите все переменные (Y, X1, X2, X4, X5) → «*ОК*». В результате получите матричную диаграмму рассеяния. Проанализируйте и сделайте вывод.

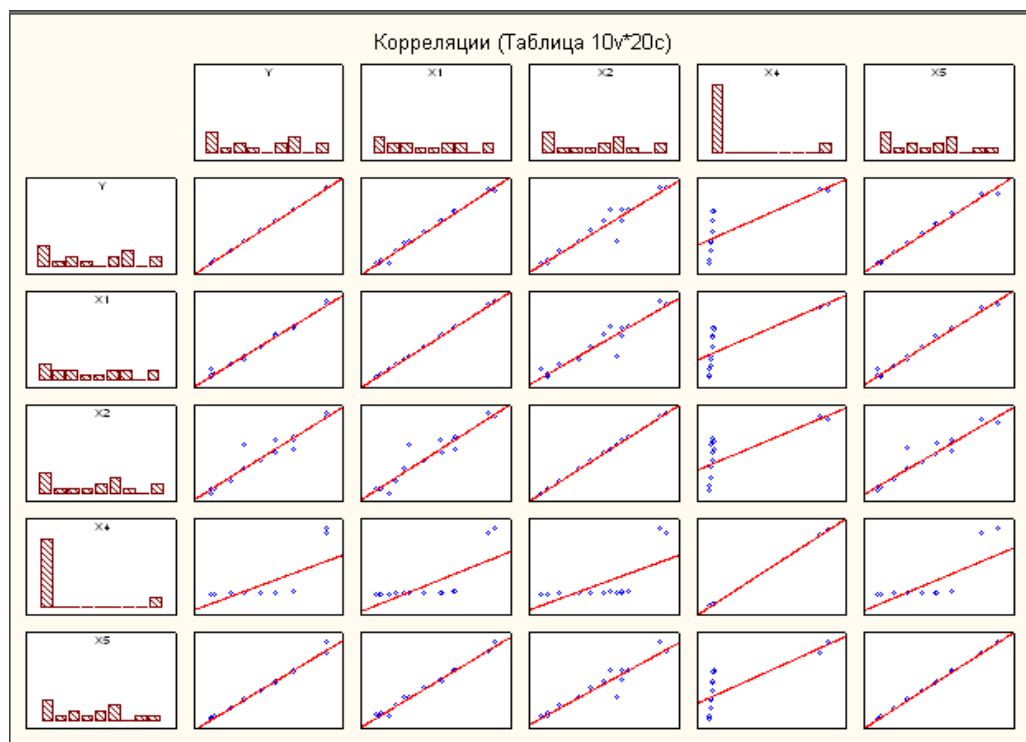


Рис. 6.6. Матрица диаграмм рассеяния

Интерпретация приведенного рисунка (рис. 6.6) такова: чем ближе к теоретической линии регрессии сгруппированы точки, тем теснее связь между изучаемыми показателями.

5. Расчет коэффициентов ранговой корреляции

В меню «Анализ» → «Непараметрическая статистика» → «Корреляции Спирмена, тау Кендала, гамма» → «ОК» (рис. 6.7).

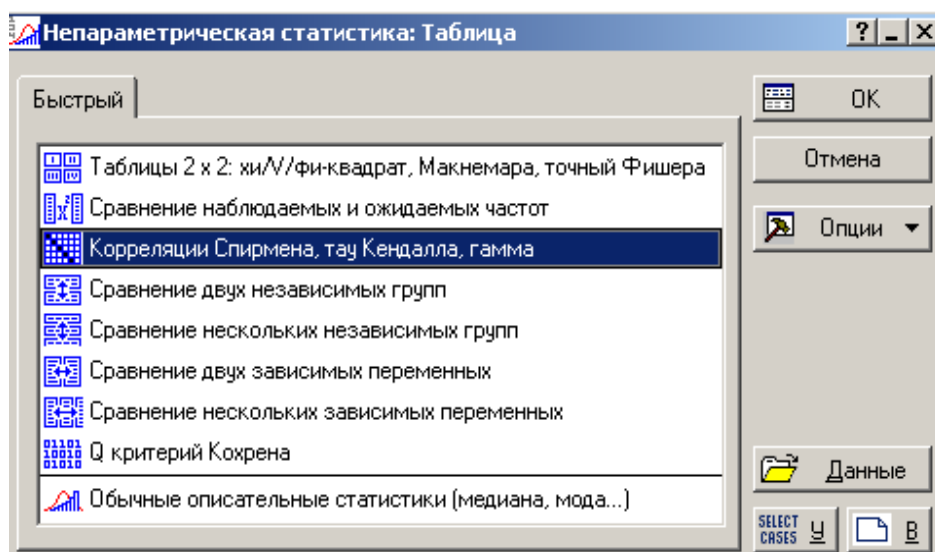


Рис. 6.7. Непараметрическая статистика

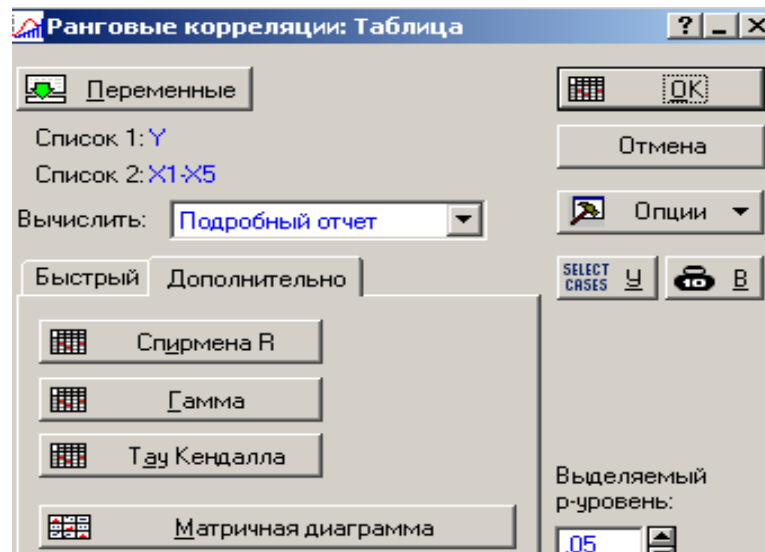


Рис. 6.8. Окно настройки параметров ранговой корреляции

В окне настройки параметров ранговой корреляции (рис. 6.8) в списке «Вычислить» установите «*Подробный отчет*». В первый список переменных введите Y , а во второй – все X .

Далее в опции «*Дополнительно*» выберите название вычисляемого коэффициента → «*Спирмена*».

Ранговые корреляции Спирмена (Таблица)					
ПД попарно удалены					
Отмеченные корреляции значимы на уровне $p < ,0500$					
Пара перем.	Число набл.	Спирмена R	t(N-2)	p-уров.	
Y & X1	15	0,971289	14,72038	0,000000	
Y & X2	15	0,945898	10,51108	0,000000	
Y & X4	15	0,977548	16,72705	0,000000	
Y & X5	15	0,992812	29,90935	0,000000	

Рис. 6.9. Результаты отчета

Результаты отчета показывают значения коэффициентов корреляции, а также проверку из значимости по t -критерию Стьюдента на уровне $p < 0,05$.

Если в опции «*Вычислить*» установите «*Квадратная матрица*», то все переменные выбираются в одном списке. В результате получите таблицу парных коэффициентов корреляции.

Ранговые корреляции Спирмена (Таблица)					
ПД попарно удалены					
Отмеченные корреляции значимы на уровне $p < ,050$					
Перем.	Y	X1	X2	X4	X5
Y	1,000000	0,971289	0,945898	0,977548	0,992812
X1	0,971289	1,000000	0,904045	0,974084	0,974957
X2	0,945898	0,904045	1,000000	0,914728	0,933516
X4	0,977548	0,974084	0,914728	1,000000	0,977619
X5	0,992812	0,974957	0,933516	0,977619	1,000000

Рис. 6.10. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена

Аналогичным образом получите ранговые коэффициенты корреляции Кендалла, по которым также наблюдается прямая сильная корреляционная взаимосвязь между Y и X (рис. 6.11).

Тау корреляции Кендалла (Таблица)				
ПД попарно удалены				
Отмеченные корреляции значимы на ур				
Пара перем.	Число набл.	Кендалла тау	Z	p-уров.
Y & X1	15	0,897828	4,665251	0,000003
Y & X2	15	0,875633	4,549921	0,000005
Y & X4	15	0,902134	4,687627	0,000003
Y & X5	15	0,965623	5,017523	0,000001

Рис. 6.11. Ранговые коэффициенты корреляции Кендалла

Регрессионный анализ

Выберите в главном меню пункт «Анализ» → «Множественная регрессия». В этом окне введите значения переменных, выбранные для исследования (рис. 6.12): зависимые переменные – Y , независимые переменные $X1$, $X2$ и остальные переменные, далее «ОК».

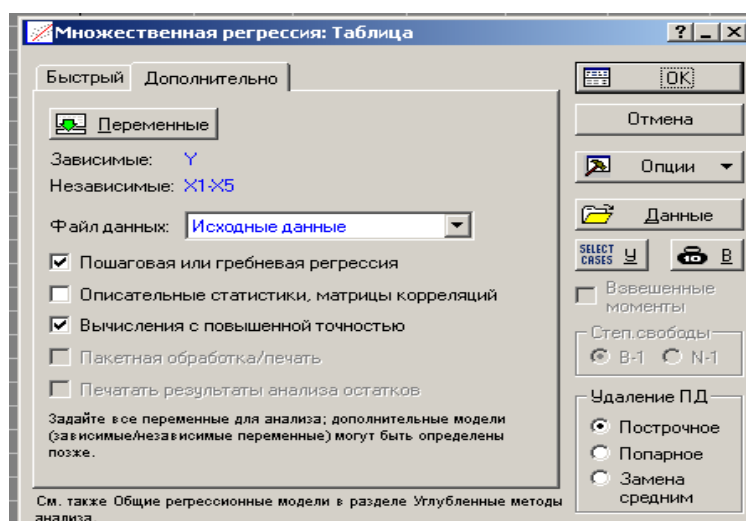


Рис. 6.12. Диалоговое окно «Множественная регрессия»

Открывается следующее окно (рис. 6.13), в котором выберите модель и укажите процедуру поиска: стандартную, пошаговую вперед или пошаговую назад. Выберите «Стандартную» процедуру, затем «OK» и получите первый результат множественной регрессии (рис. 6.14).

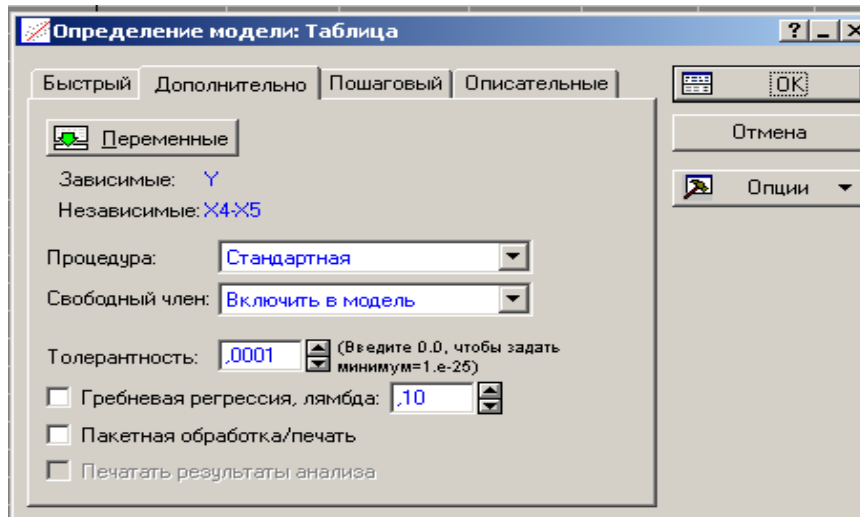


Рис. 6.13. Окно выбора модели

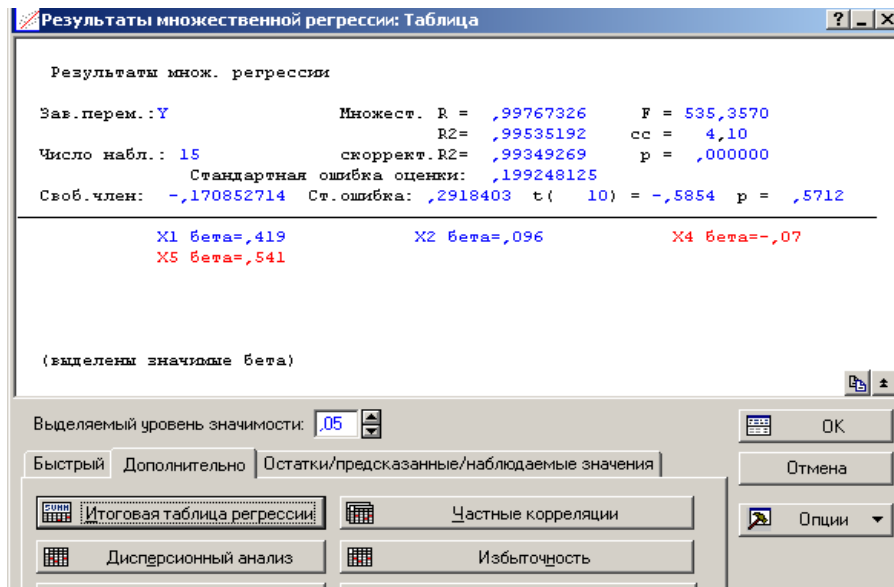


Рис. 6.14. Результаты множественной регрессии

В верхней части окна (рис. 6.14) представлены все итоговые статистики, а также коэффициенты уравнения регрессии.

Далее установите «Итоговая таблица регрессии», где будут представлены две таблицы: оцененные параметры модели (рис. 6.15) и основные показатели адекватности множественного уравнения регрессии – итоговые статистики (табл. 6.4).

Итоговые статистики

Статистика	Значение
Множественный коэффициент корреляции, R	0,997
Множественный коэффициент детерминации, R^2	0,995
Скорректированный коэффициент детерминации, R^2	0,993
Критерий Фишера расчетный – $F(4,10)$	535,36
P	0,000
Стандартная ошибка оценки	0,1992

Каждый показатель данной таблицы проанализируйте и сделайте соответствующий вывод.

Итоги регрессии для зависимой переменной: Y (Таблица)						
R= ,99767326 R2= ,99535192 Скорректир. R2= ,99349269						
F(4,10)=535,36 p<,00000 Станд. ошибка оценки: ,19925						
N=15	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	B	Стд. Ош. B	t(10)	p-уров.
Св.член			-0,170853	0,291840	-0,58543	0,571231
X1	0,418578	0,192558	0,059965	0,027586	2,17378	0,054819
X2	0,096084	0,071237	0,035942	0,026648	1,34879	0,207154
X4	-0,074558	0,031585	-0,000036	0,000015	-2,36055	0,039916
X5	0,540838	0,205794	3,857704	1,467892	2,62806	0,025246

Рис. 6.15. Результаты оценивания уравнения регрессии

Рассмотрите результаты оценки параметров уравнения регрессии по столбцам (рис. 6.15). В первом столбце перечислены члены регрессионного уравнения, в том числе и свободный член уравнения.

Во втором столбце содержатся β -коэффициенты, которые являются отвлеченными (абстрактными) величинами и указывают на сколько среднеквадратических отклонений увеличится зависимая переменная при изменении соответствующего независимой переменной на одно среднеквадратическое отклонение. На практике данный показатель используется для выявления фактора оказывающего наибольшее влияние на зависимую переменную. В рассматриваемом примере, наибольшее (положительное) влияние оказывает показатель X5 ($\beta_5 = 0,54$).

В четвертом столбце содержатся значения параметров a_j оцененного уравнения, т.е. в данном случае получили следующую регрессионную модель:

$$Y(X) = -0,17 + 0,059 \cdot X_1 + 0,036 \cdot X_2 - 0,000036 \cdot X_4 + 3,857 \cdot X_5.$$

В пятом столбце указаны стандартные ошибки коэффициентов уравнения. Стандартные ошибки показывают статистическую надежность коэффициента. Если стандартные ошибки имеют нормальное распределение, то примерно в 2 случаях из 3 истинный коэффициент регрессии находится в пределах одной стандартной ошибки соответствующего коэффициента, и примерно в 95 случаях из 100 в пределах двух стандартных ошибок. Значение стандартных ошибок используют для построения доверительных интервалов.

Шестой столбец выводит расчетное значение t -статистики Стьюдента. Ее значение используется для проверки значимости соответствующего коэффициента.

Анализируемый коэффициент $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ считается значимым, если рассчитанное системой *Statistica* для него значение t -критерия по абсолютной величине превышает $t_{табл}$, определяемым с использованием специальных таблиц по заданному уровню значимости (например, $\alpha = 0,05$) и числу степеней свободы ($cc = n - m - 1$).

Седьмой столбец (p -уровень) – показывает вероятность принять или отвергнуть гипотезу о равенстве нулю соответствующего коэффициента. Значения вероятности, указанные в таблице известны в статистике как уровни значимости α . Коэффициент регрессии $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ признается значимым, если рассчитанное системой *Statistica* для него значение уровня значимости p меньше (или равно) 0,05 (для 95 %-ной доверительной вероятности). Если значение вероятности ниже уровня значимости α , то гипотеза H_0 отвергается и соответствующий коэффициент не равен нулю.

В рассматриваемом примере параметры a_4 и a_5 при переменных X_4 и X_5 значимы при уровне значимости α меньше, чем 0,05. Остальные коэффициенты получены не значимыми при уровне $\alpha = 0,05$, так как значение вероятности для них больше 0,05.

Проверить статистическую значимость параметров можно так же используя табличное значение t -критерия Стьюдента. В рассматриваемом примере для $\alpha = 0,05$ и $v = cc = 15 - 4 - 1 = 10$, $t_{10, 0,05} = 2,23$. Сравните расчетное значение t -критерия Стьюдента (рис. 6.15) с табличным значением для:

$$a_0 - t_{рас.} = |-0,599| < 2,23 \rightarrow \text{параметр статистически не значим};$$

$$a_4 - t_{рас.} = |-2,360| > 2,23 \rightarrow \text{параметр статистически значим}.$$

Так как оцененная множественная регрессионная модель незначима по трем параметрам, то необходимо исключить их из рассмотрения.

Для получения новой модели повторите вышеописанную процедуру. При этом в модель не включайте незначимый свободный член. В список переменных введите только значимые параметры.

Выберите в меню «Анализ» → «Множественная регрессия» → «Переменные» → в появившемся окне «Список переменных» слева выберите Y, справа выберите X4, X5 → «ОК». Получите новый результат.

Итоги регрессии для зависимой переменной: Y (Таблица)						
R= ,99979057 R2= ,99958118 Скорректир. R2= ,99951674						
F(2,13)=15513, p<0,0000 Станд. ошибка оценки: ,22687						
N=15	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(13)	p-уров.
X4	-0,023811	0,007322	-0,000044	0,000013	-3,2518	0,006306
X5	1,014663	0,007322	7,574851	0,054664	138,5717	0,000000

Рис. 6.16. Результаты оценивания уравнения регрессии

Оценив вторую модель, можно утверждать, что она пригодна для практического использования, так как параметры модели статистически значимы по t -критерию Стьюдента, а уравнение в целом проходит тест по F -критерию Фишера. Запишите новое уравнение регрессии:

$$Y(X) = - 0,000044 X4 + 7,574 X5.$$

В зависимости от целей исследования можете выбирать разные методы поиска модели. Можете выбрать не стандартную процедуру, а процедуру пошагового оценивания, указав – отображать результаты на каждом шаге или только итоги.

Для выполнения прогнозов по полученному уравнению необходимо показать, что регрессионная модель адекватна результатам наблюдений. С этой целью воспользуйтесь критерием Дарбина-Уотсона, согласно которого, рассчитанный системой *Statistica* коэффициент $d_{расч}$ необходимо сравнить с табличным значением $d_{табл}$ (для совокупности объемом $n = 15$, уровня значимости $\alpha = 0,05$ и двух оцениваемых параметров регрессии, значение $d_{табл} = 1,54$). Если $d_{расч} > d_{табл}$, то полученная модель адекватна и пригодна для прогнозирования.

Для определения критерия Дарбина-Уотсона ($d_{расч}$) в окне «Результаты множественной регрессии» на вкладке «Остатки» выберите опцию «Анализ остатков» → «Дополнительно» → «Статистика Дарбина-Уотсона» (рис. 6.17).

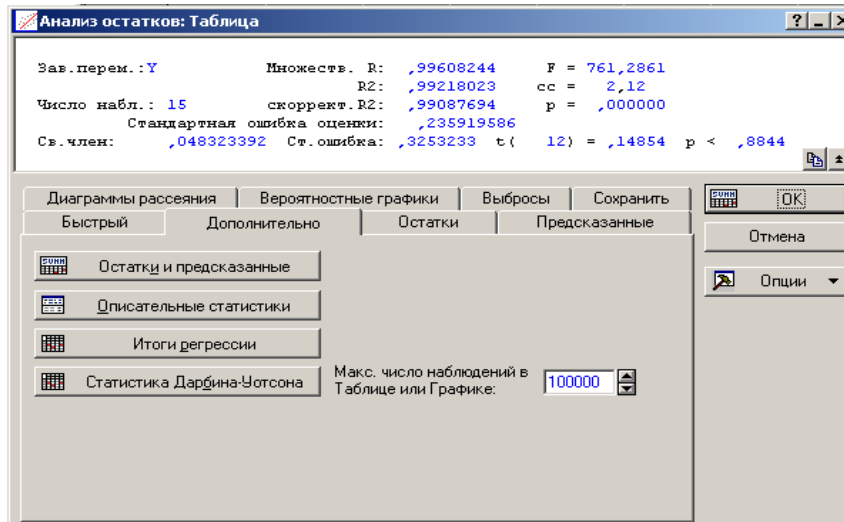


Рис. 6.17. Анализ остатков по критерию Дарбина-Уотсона

Дарбина-Уотсона d (Таблица) и сериальная корреляция остатков			
	Дарбина-Уотсон.d	Сериал. Корр.	
Оценка	2,737621	-0,584588	

Рис. 6.18. Статистика Дарбина-Уотсона

В рассматриваемом примере $d_{\text{расч}} = 2,74 > 1,54$, следовательно, модель можно использовать для прогнозирования.

В случае, когда модель адекватна результатам наблюдения для выполнения прогноза в окне «*Результаты множественной регрессии*» на вкладке «*Остатки/ предсказанные / наблюдаемые значения*» выберите опцию «*Предсказать зависимую переменную*».

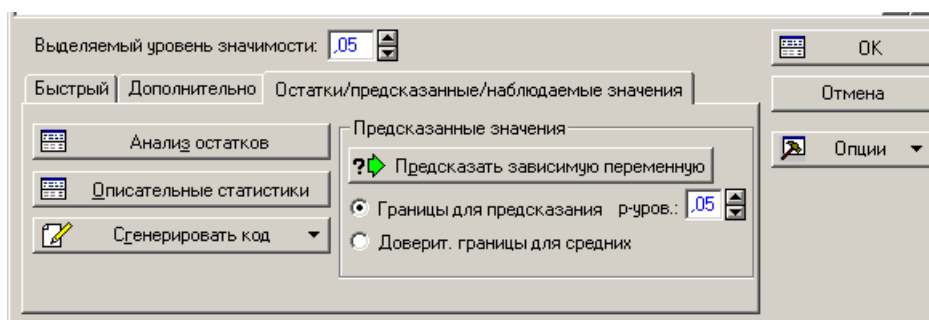


Рис. 6.19. Окно установки прогноза (показана нижняя часть окна)

Для того, чтобы найти прогнозное значение зависимой переменной в пространственной модели задайте (введите в соответствующие поля окна) значение независимой переменной в соответствии с содержанием задачи на условия прогноза.

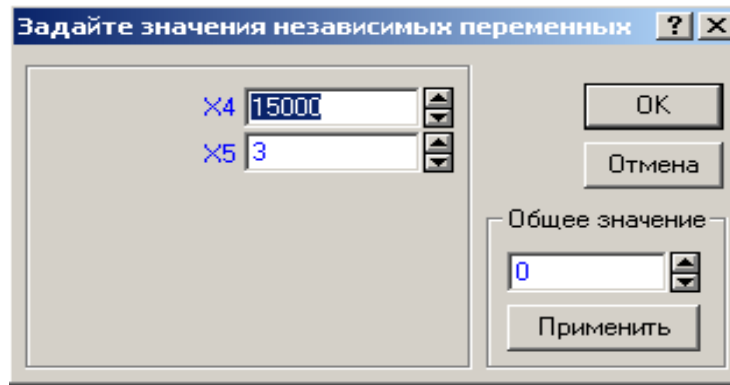


Рис. 6.20. Установка прогнозируемых значений переменной

Для выполнения прогноза: «Как изменится производительность труда (Y) на московском предприятии, если среднегодовую численность рабочих (X_4) сократить на 780 человек, а коэффициент сменности оборудования (X_5) повысить до 3?» необходимо в окне (рис. 6.20) задать соответствующие значения в X_4 и X_5 . Результаты полученного прогноза представлены на рис. 6.21.

Переменная	Предск. значения для (Таблица) перемен.: Y		
	В-Вес	Значение	В-Вес * знач.
X_4	-0,000042	15000,00	-0,62817
X_5	7,536567	3,00	22,60970
Св. член			0,04832
Предсказ.			22,02986
-95,0%ДП			21,32611
+95,0%ДП			22,73360

Рис. 6.21. Прогнозные значения

В первом столбце (рис. 6.21) содержатся наименования расчетных и исходных показателей. Во втором столбце приведено значение параметров a_4 и a_5 . В третьем – значение независимых переменных используемых для расчета прогноза. В четвертом – значение независимой переменной (с доверительным интервалом) рассчитанное в результате оценивания прогноза.

По рассмотренному алгоритму можно выполнять прогнозирование для каждого из значимых факторов в разных вариантах.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с методикой выполнения корреляционно-регрессионного анализа в пакете *Statistica*.

2. У преподавателя получите вариант индивидуального задания.
3. Определите парные, частные и множественные коэффициенты корреляций и на их основе выявите факторы, оказывающие наибольшее влияние на результативный показатель.
4. Получите регрессионную модель и проведите ее полный статистический анализ.
5. Выполните прогнозирование по заданию своего варианта.
6. Сделайте выводы по работе и оформите отчет.

Оформление отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

- 1) постановку задачи;
- 2) результаты вычислений индивидуальных заданий;
- 3) анализ полученных результатов в пакете *Statistica*.

Варианты индивидуальных заданий по регрессионному анализу

Рассматриваются следующие показатели для 50 предприятий:

- Y_1 – производительность труда;
- Y_2 – индекс снижения себестоимости продукции;
- Y_3 – рентабельность;
- X_4 – трудоемкость единицы продукции;
- X_5 – удельный вес рабочих;
- X_6 – удельный вес покупных изделий;
- X_7 – коэффициент сменности оборудования;
- X_8 – премии и вознаграждения на одного работника;
- X_9 – удельный вес потерь от брака;
- X_{10} – фондоотдача;
- X_{11} – среднегодовая численность работников;
- X_{12} – среднегодовая стоимость основных производственных фондов;
- X_{13} – среднегодовой фонд заработной платы работников;
- X_{14} – фондовооруженность труда;
- X_{15} – непроизводственные расходы.

Таблица 6.5

Варианты заданий 1–10

№ варианта	Результативный признак Y_j	Номер факторных признаков X_i
1	1	6, 8, 11, 12, 15
2	1	8, 11, 12, 13, 15
3	1	8, 9, 13, 14, 15
4	3	8, 9, 10, 11, 15
5	3	8, 9, 10, 12, 15
6	2	4, 5, 6, 8, 9
7	2	4, 5, 6, 7, 9
8	2	4, 5, 6, 8, 9
9	2	4, 5, 8, 9, 15
10	2	4, 5, 7, 9, 15

Таблица 6.6

Таблица исходных данных

№ предприятия	Y_1	Y_2	Y_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
1	9,26	204,2	13,26	0,23	0,78	0,40	1,37	1,23	0,23	1,45
2	9,38	209,6	10,16	0,24	0,75	0,26	1,49	1,04	0,39	1,30
3	12,11	222,6	13,72	0,19	0,68	0,40	1,44	1,80	0,43	1,37
4	10,81	236,7	12,85	0,17	0,70	0,50	1,42	0,43	0,18	1,65
5	9,35	62,0	10,63	0,23	0,62	0,40	1,35	0,88	0,15	1,91
6	9,87	53,1	9,12	0,43	0,76	0,19	1,39	0,57	0,34	1,68
7	8,17	172,1	25,83	0,31	0,73	0,25	1,16	1,72	0,38	1,94
8	9,12	56,5	23,39	0,26	0,71	0,44	1,27	1,70	0,09	1,89
9	5,88	52,6	14,68	0,49	0,69	0,17	1,16	0,84	0,14	1,94
10	6,30	46,6	10,05	0,36	0,73	0,39	1,25	0,60	0,21	2,06
11	6,22	53,2	13,99	0,37	0,68	0,33	1,13	0,82	0,42	1,96
12	5,49	30,1	9,68	0,43	0,74	0,25	1,10	0,84	0,05	1,02
13	6,50	146,4	10,03	0,35	0,66	0,32	1,15	0,67	0,29	1,85
14	6,61	18,1	9,13	0,38	0,72	0,02	1,23	1,04	0,48	0,88
15	4,32	13,6	5,37	0,42	0,68	0,06	1,39	0,66	0,41	0,62
16	7,37	89,8	9,86	0,30	0,77	0,15	1,38	0,86	0,62	1,09
17	7,02	62,5	12,62	0,32	0,78	0,08	1,35	0,79	0,56	1,60
18	8,25	46,3	5,02	0,25	0,78	0,20	1,42	0,34	1,76	1,53
19	8,15	103,5	21,18	0,31	0,81	0,20	1,37	1,60	1,31	1,40
20	8,72	73,3	25,17	0,26	0,79	0,30	1,41	1,46	0,45	2,22
21	6,64	76,6	19,40	0,37	0,77	0,24	1,35	1,27	0,50	1,32
22	8,10	73,01	21,0	0,29	0,78	0,10	1,48	1,58	0,77	1,48
23	5,52	32,3	6,57	0,34	0,72	0,11	1,24	0,68	1,20	0,68
24	9,37	199,6	14,19	0,23	0,79	0,47	1,40	0,86	0,21	2,30
25	13,17	598,1	15,81	0,17	0,77	0,53	1,45	1,98	0,25	1,37
26	6,67	71,2	5,23	0,29	0,80	0,34	1,40	0,33	0,15	1,51
27	5,68	90,8	7,99	0,41	0,71	0,20	1,28	0,45	0,66	1,43

Продолжение табл. 6.6

№ предприятия	Y ₁	Y ₂	Y ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
28	5,22	82,1	17,50	0,41	0,79	0,24	1,33	0,74	0,74	1,82
29	10,02	76,2	17,16	0,22	0,76	0,54	1,22	0,03	0,32	2,62
30	8,16	119,5	14,54	0,29	0,78	0,40	1,28	0,99	0,89	1,75
31	3,78	21,9	6,24	0,51	0,62	0,20	1,47	0,24	0,23	1,54
32	6,48	48,4	12,68	0,36	0,75	0,64	1,27	0,57	0,32	2,25
33	10,44	173,5	19,49	0,23	0,71	0,42	1,51	1,22	0,54	1,07
34	7,65	74,1	9,28	0,26	0,74	0,27	1,46	0,68	0,75	1,44
35	8,77	68,6	11,42	0,27	0,65	0,37	1,27	1,0	0,16	1,40
36	7,00	60,8	10,31	0,29	0,66	0,38	1,43	0,81	0,24	1,31
37	11,06	355,6	8,65	0,01	0,84	0,35	1,50	1,27	0,59	1,12
38	9,02	264,8	10,94	0,02	0,74	0,42	1,35	1,14	0,56	1,16
39	13,28	526,6	9,87	0,18	0,75	0,32	1,41	1,89	0,63	0,88
40	9,27	118,6	6,14	0,25	0,75	0,33	1,47	0,67	1,10	1,07
41	6,70	37,1	12,93	0,31	0,79	0,29	1,35	0,96	0,39	1,24
42	6,69	57,7	9,78	0,38	0,72	0,30	1,40	0,67	0,73	1,49
43	9,42	51,6	13,22	0,24	0,70	0,56	1,25	0,98	0,28	2,03
44	7,24	64,7	17,29	0,31	0,66	0,42	1,15	1,16	0,10	1,84
45	5,39	48,3	7,11	0,42	0,69	0,26	1,09	0,54	0,68	1,22
46	5,61	15,0	22,49	0,51	0,71	0,16	1,26	1,23	0,87	1,72
47	5,59	87,5	12,14	0,31	0,73	0,45	1,36	0,78	0,49	1,75
48	6,57	108,4	15,25	0,37	0,65	0,31	1,15	1,16	0,16	1,46
49	6,54	267,3	31,34	0,16	0,82	0,08	1,87	4,44	0,85	1,60
50	4,23	34,2	11,56	0,18	0,80	0,68	1,17	1,06	0,13	1,47

Продолжение табл. 6.6

№ предприятия	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅
1	26006	167,69	47750	6,40	17,72
2	23935	186,10	50391	7,80	18,39
3	22589	220,45	43149	9,76	26,46
4	21220	169,30	41089	7,90	22,37
5	7394	39,53	14257	5,35	28,13
6	11586	40,41	22661	9,90	17,55
7	26609	102,96	52509	4,50	21,92
8	7801	37,02	14903	4,88	19,52
9	11587	45,74	25587	3,46	23,99
10	9475	40,07	1661	3,60	21,76
11	10811	45,44	19459	3,56	25,68
12	6371	41,08	12973	5,65	18,13
13	26761	136,14	50907	4,28	25,74
14	4210	42,39	6920	8,85	21,21
15	3557	37,39	5736	8,52	22,97
16	14148	101,78	26705	7,19	16,38
17	9872	47,55	20068	4,82	13,21
18	5975	32,61	11487	5,46	14,48
19	16662	103,25	32029	6,20	13,38

№ предприятия	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
20	9166	38,95	18946	4,25	13,69
21	15118	81,32	28025	5,38	16,66
22	11429	67,26	20968	5,88	15,06
23	6462	59,92	11049	9,27	20,09
24	24628	107,34	45893	4,36	15,98
25	49727	512,60	99400	10,31	18,27
26	11470	53,8,1	20719	4,69	14,42
27	19448	80,83	36813	4,16	22,76
28	18963	59,42	33956	3,13	15,41
29	9185	36,96	17016	4,02	19,35
30	17478	91,43	34873	5,23	16,83
31	6265	17,16	11237	2,74	30,53
32	8810	27,29	17306	3,10	17,98
33	17659	184,33	39250	10,44	22,09
34	10342	58,42	19074	5,65	18,29
35	8901	59,40	18452	6,67	26,05
36	8402	49,63	17500	5,91	26,20
37	32625	391,27	7888	11,99	17,26
38	31160	258,62	58947	8,30	18,83
39	46461	75,66	94697	1,63	19,70
40	13833	123,68	29626	8,94	16,87
41	6391	37,21	11688	5,82	14,63
42	11115	53,37	21955	4,80	22,17
43	6555	32,87	12243	5,01	22,62
44	11085	45,63	20193	4,12	26,44
45	9484	48,41	20122	5,10	22,26
46	3967	13,58	7612	3,49	19,13
47	15283	63,99	27404	4,19	18,28
48	20874	104,55	39648	5,01	28,23
49	19418	222,11	43799	11,44	12,39
50	3351	25,76	6235	7,67	11,64

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды статистического анализа данных.
2. Для чего используются коэффициенты парной корреляции?
3. В каких случаях применяются коэффициенты множественной корреляции?
4. Как определить характер связи по значению коэффициента корреляции?

5. Какие задачи решаются методом корреляции?
6. Когда применяются коэффициенты ранговой корреляции?
7. С помощью какого критерия проверяется значимость уравнения регрессии?
8. Как оценивается статистическая значимость параметров уравнения регрессии?
9. Для каких целей используется β -коэффициент?
10. Что показывает коэффициент эластичности?

Лабораторная работа № 7

Выявление и характеристика основной тенденции развития в рядах динамики (4 часа)

Цель работы

1. Изучить методы укрупнения интервалов, скользящей средней и аналитического выравнивания для выявления тренда в рядах динамики.
2. Изучить методику расчета параметров тренда в рядах динамики.
3. Сформировать практические навыки расчета параметров уравнения тренда динамического ряда.
4. Построить уравнение тренда динамического ряда и провести статистический анализ значимости его параметров.

Краткая теория

Ряд динамики – числовые значения статистического показателя, представленные во временной последовательности. Он состоит из двух граф: 1) в первой указывают периоды (даты); 2) во второй указывают показатели, характеризующие данный объект за эти периоды (даты). Показатели второй графы называются уровнями ряда. Первый показатель называется начальным уровнем, последний – конечным.

Уровни ряда могут быть выражены абсолютными, средними или относительными величинами. Ряды динамики относительных и средних величин строятся на основе рядов абсолютных величин.

По времени ряды динамики разделяются на *моментальные* и *интервальные*.

Моментальный ряд динамики – ряд, уровни которого характеризуют состояние явления на определенные моменты времени. Примером такого ряда могут служить данные о численности населения РФ (млн. чел.) по состоянию на 1 января в разные года. *Моментальные ряды нельзя суммировать*, так как в каждом последующем уровне полностью или частично содержится значение предыдущего уровня.

Интервальный ряд динамики – ряд, уровни которого характеризуют размер явления за конкретный период времени. Примером такого ряда могут служить данные о динамике добычи нефти в РФ (млн. тонн) за определенный период. *Интервальные ряды можно суммировать*, так как значение предыдущего уровня не содержится в последующем.

Это позволяет получать статистические данные за более длительный период времени.

Одна из задач статистики – определение в рядах динамики *общей тенденции развития явления*. На развитие явления во времени оказывают влияние факторы, различные по характеру и силе воздействия. Одни из них оказывают постоянное воздействие и формируют в рядах динамики определенную *тенденцию* развития. Воздействие других факторов может носить *случайный* характер. Поэтому при анализе динамики исследоваться должна *основная тенденция*, устойчивая на протяжении изучаемого этапа развития.

Основная тенденция развития (тренд) – плавное и устойчивое изменение уровня явления во времени, свободное от случайных колебаний.

С целью выявления тренда ряды динамики исследуются *методами укрупнения интервалов, скользящей средней и аналитического выравнивания*.

Метод укрупнения интервалов основан на укрупнении периодов времени, к которым относятся уровни ряда динамики. Например, ряд ежесуточного выпуска продукции заменяется рядом месячного выпуска продукции, который, в свою очередь, может быть заменен рядом квартального выпуска продукции. Для каждого укрупненного интервала вычисляются средние уровни ряда \bar{y}_i по формуле простой арифметической средней. Например, если укрупненный интервал образован объединением трех периодов, эти величины равны:

$$\bar{y}_1 = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}; \quad \bar{y}_2 = \frac{y_4 + y_5 + y_6}{3} \quad \text{и т.д.,}$$

где y_1, y_2, \dots, y_6 – уровни исходного ряда динамики.

Сравнение рассчитанных таким образом средних позволяет выявить направление и характер (ускорение или замедление роста) основной тенденции развития, но не математическую модель тренда.

Метод скользящей средней основан на расчете средней величины, которая вычисляется по ряду при последовательном передвижении на один интервал, т.е. сначала вычисляют средний уровень из определенного числа первых по порядку уровней ряда, затем – средний уровень из такого же числа членов, начиная со второго и т.д. Например, скользящие средние с продолжительностью периода, равной 3, вычисляются как:

$$\bar{y}_1 = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}; \quad \bar{y}_2 = \frac{y_2 + y_3 + y_4}{3}; \quad \bar{y}_3 = \frac{y_3 + y_4 + y_5}{3} \text{ и т.д.}$$

Таким образом, средняя как бы «скользит» по ряду динамики. Если в ряду динамики имеются периодические колебания, то период скользящей средней совпадает с периодом колебания или будет кратным ему. Метод позволяет выявить направление и характер основной тенденции развития, но не математическую модель тренда.

Метод аналитического выравнивания – наиболее эффективный способ выявления основной тенденции развития. Он позволяет определить аналитическое выражение, отражающее закономерность изменения явления как функцию времени $\hat{y}_t = f(t)$, где t – условное обозначение времени. Например,

год	2000	2001	2002	2003	2004	2005
t	1	2	3	4	5	6

Метод аналитического выравнивания основан на замене фактических значений уровней y_i плавно изменяющимися величинами \hat{y}_t . Аналитическое выравнивание может быть осуществлено по любому рациональному многочлену (см. табл. 7.3). Выбор функции производится, во-первых, на основе *анализа характера закономерностей динамики* данного явления.

1. При *равномерном развитии* явления во времени используется полином 1-й степени (прямая): $\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t$. В этом случае абсолютные приросты Δy (первые разности) практически постоянны. При $a_1 > 0$ уровни динамики равномерно возрастают, при $a_1 < 0$ – равномерно снижаются. Линейный тренд хорошо отражает тенденцию изменений при действии множества факторов, изменяющихся по разным закономерностям, что приводит к взаимопогашению особенностей отдельных факторов. Примером могут служить тенденции динамики урожайности для масштаба области, республики, страны в целом.

2. При *равноускоренном (равнозамедленном) развитии* явления во времени применяется полином 2-й степени (парабола): $\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2$. В этом случае постоянными являются вторые разности: $\Delta^2 y_i = \Delta y_i - \Delta y_{i-1}$. Такой характер развития возникает при наличии важных факторов прогрессивного развития (поступление нового

высокопроизводительного оборудования, снятие ограничений в распределении дохода и пр.). Параметр a_1 выражает начальную скорость роста, коэффициент a_2 – постоянную скорость изменения прироста (ускорение). Параболическая форма тренда с отрицательным ускорением ($a_2 < 0$) приводит со временем не только к приостановке роста уровня, но и к его снижению со всё большей скоростью. Такой характер развития свойственен производству устаревшей продукции.

3. Развитие явления с переменным ускорением (замедлением) описывается полиномом 3-й степени: $\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 + a_3 \cdot t^3$. В данном случае постоянны третьи разности: $\Delta^3 y_i = \Delta^2 y_i - \Delta^2 y_{i-1}$, то есть абсолютные приросты ускоренно возрастают ($a_3 > 0$) или замедляются ($a_3 < 0$).

4. Развитие явления, характеризующееся постоянным темпом роста (снижения), описывается показательной функцией: $\hat{y}_t = a_0 \cdot a_1^t$ (в частном случае – экспоненциальной функцией: $\hat{y}_t = a_0 \cdot e^{a_1 t}$). Величина a_1 (e^{a_1}) характеризует среднегодовой коэффициент роста \bar{K}_p . Если $a_1 > 1$, экспоненциальный (показательный) тренд выражает тенденцию ускоренного и все более ускоряющегося возрастания уровней динамического ряда. Такой характер свойственен размножению организмов при отсутствии ограничения со стороны среды: сорняков, вирусных заболеваний. При росте по экспоненте абсолютный прирост пропорционален достигнутому уровню. Однако, такой рост может продолжаться только небольшой исторический период, так как любой процесс развития всегда встретит ограничения.

При $a_1 < 1$, экспоненциальный (показательный) тренд означает тенденцию все более замедляющегося снижения уровней ряда. Такая тенденция присуща динамике трудоёмкости продукции, удельных затрат топлива или металла на единицу полезного эффекта (на 1 кВт·ч, на 1 м² жилой площади и т.д.) при технологическом процессе.

5. При развитии явления с замедлением роста в конце периода применяется логарифмическая функция: $\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot \lg(t)$. Логарифмический тренд используется для отображения тенденции замедляющегося роста уровней при отсутствии предельного значения. Замедление роста становится все меньше и меньше, и при достаточно большом значении t

логарифмическая кривая становится мало отличимой от прямой линии. Такая тенденция присуща росту спортивных достижений (чем они выше, тем труднее их улучшить), росту производительности аппарата по мере его совершенствования без качественных преобразований.

б. Гиперболическая форма тренда имеет вид: $\hat{y}_t = a_0 + \frac{a_1}{t}$. Если $a_1 > 0$, то гиперболический тренд соответствует тенденции замедляющегося снижения уровня, стремящегося к пределу a_0 . Если $a_1 < 0$, тренд выражает тенденцию замедляющегося роста уровней, стремящихся в пределе к a_0 . Следовательно, данная форма тренда используется для отображения процессов, *ограниченных предельным значением уровня* (предельным коэффициентом полезного действия двигателя, пределом 100 %-ной грамотности населения и т.п.).

Во-вторых, выбор типа модели должен быть основан на *анализе графического изображения* уровней динамического ряда (линейной диаграммы).

Методика измерения параметров тренда

Когда тип тренда установлен, вычисляют оптимальные значения параметров тренда, исходя из фактических уровней. Для этого обычно используют *метод наименьших квадратов* (МНК). В этом методе минимизируется сумма квадратов отклонений фактических уровней динамического ряда y_i от выровненных уровней \hat{y}_t (от тренда). Для каждого типа тренда МНК дает *систему нормальных уравнений*, решая которую, рассчитывают параметры тренда. Однако вычислительный процесс определения параметров тренда при сохранении полной идентичности конечных результатов может быть упрощен, если ввести обозначения дат (периодов) таким образом, чтобы $\sum t_i = 0$.

Если количество уровней в ряду динамики нечетное, то временные даты (t) обозначаются следующим образом (табл. 7.1):

Таблица 7.1

Условное обозначение времени при нечетном числе уровней

Временные даты (периоды)	2009	2010	2011	2012	2013
Уровни ряда динамики, y_i	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
Обозначения временных дат, t	-2	-1	0	1	2

Если количество уровней в ряду динамики четное, то счет ведется полугодиями и обозначения временных дат (t) принимают следующий вид (табл. 7.2):

Таблица 7.2

Условное обозначение времени при четном числе уровней

Временные даты (периоды)	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Уровни ряда динамики, y_i	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
Обозначения временных дат, t	-5	-3	-1	1	3	5

В таблице 7.3 приводятся различные виды трендовых моделей и системы нормальных уравнений для определения параметров тренда.

Прогнозирование развития социально-экономических явлений на основе тренда

Аналитическое выравнивание позволяет не только определить общую тенденцию изменения явления на рассматриваемом отрезке времени, но и выполнить расчеты для периодов, для которых нет исходных данных.

Интерполяция – определение недостающих значений признака внутри рассматриваемого периода.

Экстраполяция – определение недостающих значений признака за пределами рассматриваемого периода.

Применение экстраполяции для прогнозирования основывается на предположении, что найденная закономерность развития внутри динамического ряда сохраняется и вне этого ряда. Это справедливо, если исследуемое явление развивается в достаточно стабильных условиях. Так как анализируемые ряды динамики обычно относительно короткие, то и период экстраполяции не может быть бесконечным. Поэтому срок прогноза – *период упреждения* (период от конца базы расчета до прогнозируемого периода) не должен превышать $\frac{1}{3}$ длительности базы расчета тренда. На основе динамических рядов получают надежные прогнозы, если уровни ряда сопоставимы и получены по единой методологии.

Виды трендовых моделей

Наименование функции	Вид функции	Система нормальных уравнений для определения параметров тренда
Линейная	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t$	$a_0 \cdot n = \sum y_i$ $a_1 \cdot \sum t_i^2 = \sum y_i \cdot t_i$
Полином 2-й степени (парабола)	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2$	$a_0 \cdot n + a_2 \cdot \sum t_i^2 = \sum y_i$ $a_1 \cdot \sum t_i^2 = \sum y_i \cdot t_i$ $a_0 \cdot \sum t_i^2 + a_2 \cdot \sum t_i^4 = \sum y_i \cdot t_i^2$
Полином 3-й степени	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 + a_3 \cdot t^3$	$a_0 \cdot n + a_2 \cdot \sum t_i^2 = \sum y_i$ $a_1 \cdot \sum t_i^2 + a_3 \cdot \sum t_i^4 = \sum y_i \cdot t_i$ $a_0 \cdot \sum t_i^2 + a_2 \cdot \sum t_i^4 = \sum y_i \cdot t_i^2$ $a_1 \cdot \sum t_i^4 + a_3 \cdot \sum t_i^6 = \sum y_i \cdot t_i^3$
Показательная	$\hat{y}_t = a_0 \cdot a_1^t$	$n \cdot \lg a_0 = \sum \lg y_i$ $\lg a_1 \cdot \sum t_i^2 = \sum t_i \cdot \lg y_i$
Гиперболическая	$\hat{y}_t = a_0 + \frac{a_1}{t}$	$a_0 \cdot n + a_1 \cdot \sum \frac{1}{t_i} = \sum y_i$ $a_0 \cdot \sum \frac{1}{t_i} + a_1 \cdot \sum \frac{1}{t_i^2} = \sum \frac{y_i}{t_i}$

В отличие от прогноза на основе регрессионного уравнения прогноз по тренду *учитывает факторы* развития только в неявном виде, что не позволяет «проигрывать» разные варианты прогнозов при разных возможных значениях факторов, влияющих на изучаемый признак. Однако прогноз по тренду *охватывает все факторы*, в то время как в регрессионную модель невозможно включить в явном виде более 10–20 факторов.

При составлении прогнозов уровней социально-экономических явлений рассчитывают *доверительные интервалы* прогноза, используя *интервальную* оценку. Границы интервалов определяют по формуле:

$$\hat{y}_t \pm t_{\nu, \alpha} \cdot S_{\hat{y}}, \quad (7.1)$$

где \hat{y}_t – точечный прогноз, рассчитанный по модели тренда на заданную дату;

$t_{\nu, \alpha}$ – коэффициент доверия по распределению Стьюдента;

$$S_{\hat{y}} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_{t,i})^2}{\nu}} \quad - \quad \text{среднее квадратическое отклонение}$$

от тренда, скорректированное по числу степеней свободы $\nu = n - m$;

$y_i, \hat{y}_{t,i}$ – соответственно фактические и расчётные значения уровней динамического ряда;

n – число уровней ряда динамики.

m – число параметров адекватной модели тренда (для линейной функции $m = 2$, для параболы $m = 3$ и т.д.).

Величины $t_{\nu, \alpha}$ при различных значениях ν приведены в табл. 5.3 (лабораторная работа № 5).

Вероятностные границы интервала прогнозируемого явления есть:

$$\hat{y}_t - t_{\nu, \alpha} \cdot S_{\hat{y}} \leq y_{np} \leq \hat{y}_t + t_{\nu, \alpha} \cdot S_{\hat{y}}. \quad (7.2)$$

Методические указания по выявлению основной тенденции развития в рядах динамики

Задание

Динамика производства промышленной продукции в одном из регионов за 2005–2011 гг. (по условным данным, млн. руб.) приведена в таблице 7.4 (столбцы А и 1).

Используя метод аналитического выравнивания, построить модель тренда, отражающего закономерность развития явления.

Составить интервальный прогноз ожидаемого объема производства продукции в регионе на 2014 г., гарантируя результат с вероятностью 0,95.

Порядок выполнения задания

1) В качестве уравнения тренда выбираем линейную функцию:
 $\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t$.

Так как количество уровней в ряду динамики нечетное, то временные даты (t) обозначим следующим образом (столбец 2 в табл. 7.4).

Таблица 7.4

Исходные и расчетные данные для определения параметров тренда

Год	Объем промышленной продукции y_i , млн руб.	t	t^2	$y \cdot t$	\hat{y}_t	$y_i - \hat{y}_t$	$(y_i - \hat{y}_t)^2$
А	1	2	3	4	5	6	7
2005	20,1	-3	9	-60,3	20,04	0,06	0,0036
2006	20,7	-2	4	-41,4	20,53	0,17	0,0289
2007	21,0	-1	1	-21,0	21,02	-0,02	0,0004
2008	21,2	0	0	0	21,51	-0,31	0,0961
2009	21,9	1	1	21,9	22,00	-0,1	0,0100
2010	22,6	2	4	45,2	22,49	0,11	0,0121
2011	23,1	3	9	69,3	22,98	0,12	0,0144
Итого	150,6	-	28	13,7	150,6	-	0,1655

2) Система нормальных уравнений для определения параметров a_0 и a_1 имеет вид (см. табл. 7.3):

$$\begin{aligned} a_0 \cdot n &= \sum y_i \\ a_1 \cdot \sum t_i^2 &= \sum y_i \cdot t_i \end{aligned}$$

откуда: $a_0 = \frac{\sum y_i}{n}$ (представляет собой средний уровень ряда динамики \bar{y});

$$a_1 = \frac{\sum y_i \cdot t_i}{\sum t_i^2}$$

Расчет необходимых величин для вычисления a_0 и a_1 дан в табл. 7.4 (столбцы 3, 4). По итоговым данным определите параметры уравнения:

$$a_0 = \frac{150,6}{7} = 21,51, \quad a_1 = \frac{13,7}{28} = 0,49.$$

В результате получите следующее уравнение основной тенденции производства промышленной продукции в одном из регионов за 2005–2011 гг.:

$$\hat{y}_t = 21,51 + 0,49 \cdot t. \quad (7.3)$$

Данное уравнение показывает, что в течение исследуемого периода выпуск промышленной продукции возрастал в среднем на 0,49 млн. руб. в год.

3) Вероятностные границы интервала прогноза объема выпуска продукции в 2014 г. есть:

$$\hat{y}_t - t_{\nu, \alpha} \cdot S_{\hat{y}} \leq y_{np} \leq \hat{y}_t + t_{\nu, \alpha} \cdot S_{\hat{y}}.$$

Для 2014 г. показатель времени $t = 6$, используя уравнение (7.3), определите:

$$\hat{y}_{t2014} = 21,51 + 0,49 \cdot 6 = 24,45 \text{ млн. руб.}$$

При вероятности $\Phi(t) = 0,95$ значение уровня значимости $\alpha = 1 - \Phi(t) = 0,05$. Для линейной модели тренда число $m = 2$ и число степеней свободы $\nu = n - m = 7 - 2 = 5$. По табл. 5.3 лабораторной работы № 5, определите значение коэффициента $t_{5;0,05} = 2,571$.

Используя приведенное уравнение тренда (3.3), рассчитайте для каждого года теоретические (выровненные) значения $\hat{y}_{t,i}$:

$$\text{для 2005 г. } \hat{y}_{t=-3} = 21,51 + 0,49 \cdot (-3) = 20,04;$$

$$\text{для 2006 г. } \hat{y}_{t=-2} = 21,51 + 0,49 \cdot (-2) = 20,53 \text{ и т.д. (см. столбец 5}$$

в табл. 7.4).

При правильном расчете выровненных уровней динамического ряда

выполняется соотношение: $\sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n \hat{y}_{t,i}$ (см. итоги столбцов 1 и 5).

$$\text{Значение } S_{\hat{y}} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_{t,i})^2}{v}} = \sqrt{\frac{0,1655}{5}} = \sqrt{0,0331} = 0,18 \text{ млн. руб.}$$

Таким образом, объем выпуска промышленной продукции в регионе в 2014 г. составит:

$$24,45 - 2,571 \cdot 0,18 \leq y_{np} \leq 24,45 + 2,571 \cdot 0,18;$$

$$24,0 \text{ млн. руб.} \leq y_{np} \leq 24,9 \text{ млн. руб.}$$

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с методикой выявления тренда в рядах динамики.
2. У преподавателя получите вариант индивидуального задания.
3. Используя метод аналитического выравнивания, постройте модель тренда, отражающего закономерность развития явления.
4. Сделайте выводы по работе и оформите отчет.

Оформление отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

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

Индивидуальные задания

Исследуйте основную тенденцию развития в рядах динамики по статистическим данным. Для этого:

1) используя метод аналитического выравнивания, постройте модель тренда, отражающего закономерность развития явления; исходные и расчетные данные для определения параметров тренда представьте в табличном виде;

2) изобразите графически фактические и выравненные уровни исследуемого динамического ряда;

3) составьте интервальный прогноз ожидаемого значения уровня ряда на год, указанный преподавателем, гарантируя результат с заданной вероятностью $\Phi(t) = 95\%$.

Лабораторная работа № 8

Использование индексов в экономико-статистических исследованиях (4 часа)

Цель работы

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.

Краткая теория

Экономический индекс – это относительная величина, которая характеризует изменение исследуемого явления во времени, в пространстве или по сравнению с некоторым эталоном (планируемым, нормативным уровнем и т.п.). Если в качестве базы сравнения используется уровень за какой либо предшествующий период, получают динамический индекс; если же базой является уровень того же явления по другой территории, то территориальный индекс.

Индивидуальные индексы и сводные индексы в агрегатной форме [6]

Простейшим показателем, используемым в индексном анализе, является индивидуальный индекс, который характеризует изменение во времени (или в пространстве) отдельных элементов той или иной совокупности. Так, *индивидуальный индекс цены* рассчитывается по формуле

$$i_p = \frac{p_1}{p_0}, \quad (8.1)$$

где p_1 – цена товара в текущем периоде;
 p_0 – цена товара в базисном периоде.

Оценить изменение объемов продажи товара в натуральных единицах измерения позволяет *индивидуальный индекс физического объема реализации*:

$$i_q = \frac{q_1}{q_0}, \quad (8.2)$$

где q_1 – количество товара, реализованное в текущем периоде;
 q_0 – количество товара, реализованное в базисном периоде.

Изменение объема реализации товара в стоимостном выражении отражается *индивидуальный индекс товарооборота*:

$$i_{pq} = \frac{p_1 q_1}{p_0 q_0}. \quad (8.3)$$

Индивидуальные индексы, в сущности, представляют собой относительные показатели динамики или темпы роста и по данным за несколько периодов времени могут рассчитываться в цепной или базисной формах.

Сводный индекс – это сложный относительный показатель, который характеризует среднее изменение социально – экономического явления, состоящего из непосредственно несоизмеримых элементов. Исходной формой сводного индекса является агрегатная.

При расчете агрегатного индекса для разнородной совокупности находят такой общий показатель, в котором можно объединить все ее элементы. Рассмотрим например с розничным ценами. Цены различных товаров, реализуемых в розничной торговле, складывать неправомерно, однако с экономической точки зрения вполне допустимо суммировать товарооборот по этим товарам. Если мы сравним товарооборот в текущем периоде в его величиной в базисном периоде, то получим *сводный индекс товарооборота*:

$$i_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0}. \quad (8.4)$$

На величину данного индекса оказывает влияние изменение как цен на товары, так и объемов их реализации. Для того чтобы оценить изменение только цен (индексируемой величины) необходимо количество

проданных товаров (веса индекса) зафиксировать на каком либо постоянном уровне. При исследовании динамики таких показателей, как цена, себестоимость, производительность труда, урожайность количественный показатель обычно фиксируют на уровне текущего периода.

Таким способом получают *сводный индекс цен*:

$$\text{индекс Пааше:} \quad I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}; \quad (8.5)$$

$$\text{индекс Ласпейреса:} \quad I_p = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}. \quad (8.6)$$

Числитель общего индекса – фактический товарооборот текущего периода, знаменатель – условная величина, показывающая, каким был бы товарооборот в текущем периоде при условии сохранения цен на базисном уровне. Разность числителя и знаменателя показывает сумму **экономии** (если знак «–») или сумму **перерасхода** («+») покупателей при изменении цен на эти товары:

$$E = \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1. \quad (8.7)$$

Индекс Пааше несколько занижает темпы инфляции, индекс Ласпейреса – завышает.

Индексы Пааше и Ласпейреса имеют разное экономическое содержание:

– индекс Пааше показывает, на сколько изменились цены в отчетном периоде по сравнению с базисным по товарам, реализованным в отчетном периоде, и *фактическую экономию (перерасход)* от изменения цен, то есть индекс цен Пааше показывает, на сколько товары в отчетном периоде стали дороже (дешевле), чем в базисном;

– индекс Ласпейреса показывает, на сколько изменились цены в отчетном периоде по сравнению с базисным по товарам, реализованным в базисном периоде, и *условную экономию (перерасход)*, которую можно было бы получить от изменения цен, то есть индекс цен Ласпейреса показывает, во сколько раз товары базисного периода подорожали (подешевели) из-за изменения цен на них в отчетном периоде.

Сводный индекс физического объема реализации характеризует изменение количества проданных товаров не в денежных, а в физических единицах измерения:

$$i_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}. \quad (8.8)$$

Весами в данном индексе выступают цены, которые фиксируются на базисном уровне.

Между рассчитанными индексами существует следующая взаимосвязь:

$$I_p \cdot I_q = I_{pq}. \quad (8.9)$$

Пример 1. [6] Имеются следующие данные о реализации плодово-ягодной продукции в области (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Реализация плодово-ягодной продукции в области

Наименование товара	Июль		Август		Расчетные графы, руб.		
	цена за 1 кг, руб p_0	продано, т q_0	цена за 1 кг, руб p_1	продано, т q_1	$p_0 q_0$	$p_1 q_1$	$p_0 q_1$
Абрикосы	67	15	58	23	1005	1334	1541
Груши	54	23	46	28	1242	1288	1512
Яблоки	32	25	29	32	800	928	1024
Итого	—	—	—	—	3047	3550	4077

Рассчитайте индекс товарооборота.

Решение:

$$i_{pq} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_0} = \frac{3550}{3047} = 1,165, \text{ или } 116,5 \%$$

Следовательно, товарооборот в целом по данной товарной группе в текущем периоде по сравнению с базисным увеличился на 16,5 % (116,5–100,0).

Вычислим сводный индекс цен:

$$i_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} = \frac{3550}{4077} = 0,871, \text{ или } 87,1\%.$$

Этот результат означает, что цены в августе по сравнению с июлем в среднем снизились на 12,9 %.

Числитель представляет собой сумму денег, фактически уплаченных покупателями за приобретенные в текущем периоде товары. Знаменатель же показывает, какую сумму покупатели заплатили бы за те же товары, если бы цены не изменились. Разность числителя и знаменателя будет отражать величину экономии (если знак «-») или перерасхода («+») покупателей от изменения цен:

$$E = \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1 = 3550 - 4077 = -572 \text{ тыс. руб.}$$

Размер экономии покупателей от снижения цен на продукцию составил 572 тыс. руб.

Индекс физического объема реализации составит:

$$I_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} = \frac{4077}{3047} = 1,338, \text{ или } 133,8 \%$$

Физический объем реализации (товарооборота) плодово-ягодной продукции увеличился на 33,8 %.

Используя взаимосвязь индексов, проверим правильность вычислений:

$$I_{pq} = I_p \cdot I_q = 0,871 \cdot 1,338 = 1,165, \text{ или } 116,5 \%$$

Следовательно, в результате изменения цен на продукцию и изменения объемов продаж стоимость товарооборота выросла на 16,5 %.

Индивидуальный индекс себестоимости характеризует изменение себестоимости отдельного вида продукции в текущем периоде по сравнению с базисным:

$$i_z = \frac{z_1}{z_0}. \quad (8.10)$$

Для определения общего изменения уровня себестоимости нескольких видов продукции, выпускаемых предприятием, рассчитывается сводный индекс себестоимости. При этом себестоимость взвешивается по объему производства отдельных видов продукции текущего периода:

$$I_z = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_1}. \quad (8.11)$$

Числитель этого индекса отражает затраты на производство текущего периода, а знаменатель – условную величину затрат при сохранении себестоимости на базисном уровне. Разность числителя и знаменателя показывает сумму экономии предприятия от снижения себестоимости:

$$E = \sum z_1 q_1 - \sum z_0 q_1. \quad (8.12)$$

Сводный индекс физического объема продукции, взвешенный по себестоимости, имеет следующий вид:

$$I_q = \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_0 z_0}. \quad (8.13)$$

Сводный индекс затрат на производство:

$$I_{zq} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_0}. \quad (8.14)$$

Все три индекса взаимосвязаны между собой:

$$I_z \cdot I_q = I_{zq}. \quad (8.15)$$

При анализе изменений в производительности труда возможны два подхода к расчету индексов. Первый подход основан на учете количества продукции, вырабатываемого в единицу времени (w). При втором подходе производительность труда определяется затратами рабочего времени на единицу продукции (t).

Количество продукции, вырабатываемое в единицу времени (в натуральном выражении), и затраты времени на единицу продукции взаимосвязаны между собой:

$$w = \frac{1}{t}.$$

Индивидуальные индексы производительности труда, основанные на этих показателях, имеют следующий вид:

$$i_w = \frac{w_1}{w_0} = \frac{q_1}{T_1} : \frac{q_0}{T_0}; \quad (8.16)$$

$$i_w = \frac{t_0}{t_1} = \frac{T_0}{q_0} : \frac{T_1}{q_1}, \quad (8.17)$$

где T – суммарные затраты времени на выпуск данной продукции в человеко-часах, человеко-днях или человеко-месяцах (в последнем случае соответствует общей численности работников).

Трудоемкость является обратным показателем, поэтому снижение трудоемкости в текущем периоде по сравнению с базисным свидетельствует о росте производительности труда.

Сводный индекс производительности труда (по трудоемкости):

$$I_w = \frac{\sum t_0 q_1}{\sum t_1 q_1}. \quad (8.18)$$

Знаменатель этого индекса отражает реально имевшие место общие затраты времени на выпуск всей продукции в текущем периоде (T_1). Числитель представляет собой условную величину, показывающую, какими были бы затраты времени на выпуск этой продукции, если бы трудоемкость не изменилась.

Пример 2. [6] По данным таблицы 8.2 надо рассчитать рост производительности труда на предприятии.

Таблица 8.2

Трудоемкость и выпуск продукции на предприятии

Вид изделия	Затраты времени на 1 изделие, чел.-ч		Произведено, шт.		Расчетные графы, чел.-ч	
	январь t_0	февраль t_1	январь q_0	Февраль q_1	$t_0 q_1$	$t_1 q_1$
А	1,5	1,2	363	403	604,5	483,6
Б	1,0	0,8	411	424	424,0	339,2
В	0,9	0,7632	838	903	812,7	632,1
Итого	–	–	–	–	1841,2	1454,9

Рассчитайте сводный индекс производительности труда по трудоемкости.

Решение:

$$I_w = \frac{\sum t_0 q_1}{\sum t_1 q_1} = \frac{1841,2}{1454,9} = 1,266, \text{ или } 126,6 \%$$

Следовательно, прирост производительности труда в целом по предприятию составил 12,6 %.

Индекс производительности труда по трудоемкости связан с индексом *затрат рабочего времени (труда)* и с индексом *физического объема продукции, взвешенным по трудоемкости*:

$$I_w \cdot I_T = I_q, \quad (8.19)$$

или

$$I_q = \frac{\sum t_0 q_1}{\sum t_1 q_1} \cdot \frac{\sum T_1}{\sum T_0} = \frac{\sum q_1 t_0}{\sum q_0 t_0}. \quad (8.20)$$

При расчете *сводного индекса производительности труда в стоимостном выражении (по выработке)* необходимо количество продукции, произведенной за каждый период, взвесить по каким-либо ценам, принятым за сопоставимые. В качестве сопоставимых могут выступать цены текущего, базисного или какого – либо другого периода или средние цены. Индекс производительности труда рассчитывается по формуле:

$$I_w = \frac{\sum q_1 P}{\sum T_1} \cdot \frac{\sum q_0 P}{\sum T_0}. \quad (8.21)$$

Первая часть этой формулы представляет собой среднюю выработку в отчетном периоде, вторая часть – в базисном.

Пример 3. [6] Имеются следующие данные о производстве продукции и отпускных ценах предприятия (табл. 8.3).

Данные о производстве продукции

Вид продукции	Сентябрь		Октябрь		Отпускная цена, руб. p	Расчетные графы, руб.	
	произведено, шт. q_0	трудовые затраты, чел.-ч T_0	произведено, шт. q_1	трудовые затраты, чел.-ч T_1		$q_0 p$	$q_1 p$
А	256	854	343	947	560	143360	192080
Б	203	931	273	989	784	159152	214032
В	432	1087	485	1105	965	416880	468025
Итого	–	2872	–	3041	–	719392	874137

Вычислить индекс производительности труда.

Решение:

$$I_w = \frac{\sum q_1 p}{\sum T_1} : \frac{\sum q_0 p}{\sum T_0} = \frac{874137}{3041} : \frac{719392}{2872} = 287,5 : 250,5 = 1,148, \text{ или } 114,8\%.$$

Итак, в текущем периоде за 1 чел. – ч вырабатывалось 287,5 руб. продукции, а в базисном – 250,5 руб. Прирост производительности труда составил 14,8 %.

Умножение индекса производительности труда по выработке на индекс затрат рабочего времени приводит к *индексу физического объема продукции, взвешенному по цене*:

$$I_w \cdot I_T = I_q, \quad (8.22)$$

или

$$\left(\frac{\sum q_1 p}{\sum T_1} : \frac{\sum q_0 p}{\sum T_0} \right) \cdot \frac{\sum T_1}{\sum T_0} = \frac{\sum q_1 p}{\sum q_0 p}. \quad (8.23)$$

Сводные индексы в средней арифметической и средней гармонической формах [6]

Часто на практике вместо индексов в агрегатной форме удобнее использовать средние арифметические и средние гармонические индексы. Любой сводный индекс можно представить как среднюю взвешенную

из индивидуальных индексов. Однако при этом форму средней нужно выбрать таким образом, чтобы полученный средний индекс был тождествен исходному агрегатному индексу.

Если имеются данные о стоимости проданной продукции в текущем периоде (p_1q_1) и индивидуальными индексами цен $\left(i_p = \frac{p_1}{p_0}\right)$, тогда в знаменателе сводного индекса цен $\left(I_p = \frac{\sum p_1q_1}{\sum p_0q_1}\right)$ можно использовать следующую замену:

$$p_0 = \frac{1}{i_p} p_1.$$

Таким образом, сводный индекс цен будет выражен в форме средней гармонической из индивидуальных индексов:

$$I_p = \frac{\sum p_1q_1}{\sum \frac{1}{i_p} p_1q_1}. \quad (8.24)$$

При расчете сводного индекса физического объема товарооборота $\left(I_p = \frac{\sum q_1p_0}{\sum q_0p_0}\right)$ можно использовать среднюю арифметическую форму.

При этом в числителе производится замена:

$$q_1 = i_q q_0.$$

Тогда индекс примет вид:

$$I_q = \frac{\sum i_q q_0 p_0}{\sum q_0 p_0}. \quad (8.25)$$

Пример 4. [6] По данным табл. 8.4 получите сводную оценку изменения цен.

Реализация овощной продукции

Товар	Реализация в текущем периоде, руб. p_1q_1	Изменение цен в текущем периоде по сравнению с базисным, % $i_p 100\% - 100\%$	Расчетные графы	
			i_p	$\frac{p_1q_1}{i_p}$
Перец	43000	+ 1,5	1,050	40952
Капуста	12500	+ 1,1	1,01	12376
Картофель	14000	- 0,9	0,991	14127
Итого	69500			67455

Решение:

Вычислим средний гармонический индекс:

$$I_p = \frac{\sum p_1q_1}{\sum \frac{1}{i_p} p_1q_1} = \frac{69500}{67455} = 1,030 \text{ или } 103,0\%.$$

Цены по данной товарной группе в текущем периоде по сравнению с базисным в среднем выросли на 3,0 %.

При расчете сводного индекса физического объема товарооборота $\left(I_p = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} \right)$ можно использовать среднюю арифметическую форму.

При этом в числителе производится замена:

$$q_1 = i_q q_0.$$

Тогда индекс примет вид:

$$I_q = \frac{\sum i_q q_0 p_0}{\sum q_0 p_0}. \quad (8.25)$$

Пример 5. [6] Имеются следующие данные о реализации товаров (табл. 8.5).

Таблица 8.5

Реализация товаров в натуральном и стоимостном выражениях

Товар	Реализация в базисном периоде, руб. q_0P_0	Изменение физического объема реализации в текущем периоде по сравнению с базисным, % $i_q \cdot 100 \% - 100 \%$	Расчетные графы	
			i_q	$i_q \cdot q_0P_0$
А	26000	- 3,7	0,963	25038
Б	38000	- 7,6	0,924	35112
В	43000	+ 2,5	1,025	107500
Итого	107000			167650

Рассчитайте средний индекс физического объема.

Решение:

$$I_q = \frac{\sum i_q q_0 P_0}{\sum q_0 P_0} = \frac{1676500}{107000} = 1,567, \text{ или } 156,7 \%$$

Физический объем реализации данных товаров в среднем увеличился на 56,7 %.

В средней арифметической форме также может рассчитываться и индекс производительности труда по трудоемкости, известный как *индекс С. Г. Струмилина*:

$$I_w = \frac{\sum i_t T_1}{\sum T_1} = \frac{\sum \left(\frac{T_0}{q_0} : \frac{T_1}{q_1} \right) \cdot T_1}{\sum T_1}. \quad (8.26)$$

Индексы переменного и постоянного состава, индекс структурных сдвигов

На формирование среднего уровня качественного показателя оказывают влияние два фактора: во-первых, изменение индивидуальных значений самой индексируемой величины в отчетном периоде по сравнению с базисным и, во-вторых, изменение структуры исследуемой

совокупности (уменьшение или увеличение доли единиц с более низким или высоким уровнем значения показателя).

Относительное изменение среднего уровня качественного показателя за счет каждого из этих факторов оценивается с помощью системы индексов переменного, постоянного (фиксированного) состава и индекса структурных сдвигов.

Индексом переменного состава ($I_{\text{пер.сост}}$) называют отношение средних уровней определенного показателя за два периода. Индекс переменного состава показывает изменение среднего уровня качественного показателя *за счет двух факторов*. В общем виде он рассчитывается как отношение среднего уровня показателя в отчетный период к среднему уровню показателя в базисном периоде:

$$I_{\text{пер.сост}} = \bar{x}_1 : \bar{x}_2 = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} : \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}. \quad (8.27)$$

При изучении *изменения цен* индекс переменного состава можно записать следующим образом:

$$I_{\text{пер.сост}} = \bar{p}_1 : \bar{p}_2 = \frac{\sum p_1 q_1 / \sum q_1}{\sum p_0 q_0 / \sum q_0}. \quad (8.28)$$

Абсолютное изменение среднего уровня качественного показателя *за счет всех факторов* покажет разница между числителем и знаменателем рассматриваемого индекса, например для цен:

$$\Delta_{\text{общ}}^{\text{цен}} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum q_1} - \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0}. \quad (8.29)$$

Индекс постоянного (фиксированного) состава показывает изменение среднего уровня качественного показателя *за счет изменений индивидуальных значений самой индексируемой величины*. Веса при этом фиксируются на уровне отчетного периода (f_1), то есть:

$$I_{\text{пост.сост}} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} : \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum x_0 f_1}. \quad (8.30)$$

При изучении изменения цен:

$$I_{\text{пост.сост}} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}. \quad (8.31)$$

Абсолютное изменение среднего уровня качественного показателя за счет изменения индексируемой величины покажет разница между числителем и знаменателем рассматриваемого индекса, например для цен:

$$\Delta_{\text{р}}^{\text{цен}} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum q_1} - \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1}. \quad (8.32)$$

Индекс структурных сдвигов позволяет оценить влияние на формирование среднего уровня качественного показателя изменений в структуре исследуемой совокупности:

$$I_{\text{стр}} = \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}. \quad (8.33)$$

При изучении изменения цен:

$$I_{\text{стр}} = \frac{\sum p_0 q_1 / \sum q_1}{\sum p_0 q_0 / \sum q_0}. \quad (8.34)$$

Абсолютное изменение среднего уровня качественного показателя за счет структурных сдвигов покажет разница между числителем и знаменателем рассматриваемого индекса; например для цен:

$$\Delta_{\text{стр}}^{\text{цен}} = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1} - \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0}. \quad (8.35)$$

Поскольку индекс переменного состава показывает изменение исследуемого явления за счет всех факторов, между индексами существует следующая взаимосвязь:

$$I_{\text{пер.сост}} = I_{\text{пост.сост}} \cdot I_{\text{стр}}. \quad (8.36)$$

Пример 6. Имеются данные о производстве и себестоимости двух однотипных изделий (табл. 8.6).

Таблица 8.6.

Данные о себестоимости и объемах производства

Изделие	Произведено, тыс. шт.		Себестоимость одного изделия, руб.	
	Базисный период	Отчетный период	Базисный период	Отчетный период
№ 1	91	135	20	19
№ 2	150	103	15	19
Итого	140	150		

Рассчитайте:

- 1) изменение себестоимости в целом по обоим предприятиям с помощью индексов переменного и фиксированного состава;
- 2) индекс структурных сдвигов.

Решение:

Введите следующие обозначения:

z_0 – себестоимость одного изделия данного вида в базисном периоде;

z_1 – себестоимость одного изделия данного вида в отчетном периоде;

q_0 – количество изделий данного вида, произведенных в базисном периоде;

q_1 – количество изделий данного вида, произведенных в отчетном периоде.

1) Индекс себестоимости переменного состава рассчитайте по формуле (8.27):

$$I_{\text{пер.сост}}^z = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0} = \frac{19 \cdot 135 + 19 \cdot 103}{238} : \frac{20 \cdot 91 + 15 \cdot 150}{241} =$$

$$= \frac{2565 + 1957}{238} : \frac{1820 + 2250}{241} = \frac{4522}{238} : \frac{4070}{241} = \frac{19}{16,89} = 1,125$$

или 112,5 %.

Под влиянием изменения индивидуальных себестоимостей и структурных сдвигов в производстве данных изделий средняя себестоимость увеличилась на 12,5 % (112,5 % – 100 % = 12,5 %).

Абсолютное изменение среднего уровня себестоимости двух однотипных изделий за счет всех факторов, т. е. индивидуальных

себестоимостей изделий и структурных сдвигов в их производстве, покажет разница между числителем и знаменателем рассматриваемого индекса:

$$\Delta_{\text{общ}}^z = 19 - 16,89 = 2,11 \text{ руб.}$$

2) Индекс себестоимости постоянного (фиксированного) состава рассчитайте по формуле (8.30):

$$I_{\text{пост.сост}}^z = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_1} = \frac{4522}{20 \cdot 135 + 15 \cdot 103} = \frac{4522}{2700 + 1545} = \frac{4522}{4245} = 1,065$$

или 106,5 %.

Под влиянием изменения индивидуальных себестоимостей средняя себестоимость увеличилась на 6,5 % (106,5 % – 100 % = 6,5 %).

Абсолютное изменение средней себестоимости изделий за счет изменения индивидуальных себестоимостей равно:

$$\Delta^z = \frac{4522}{238} - \frac{4245}{238} = 19,0 - 17,84 = 1,16 \text{ руб.}$$

3) Индекс структурных сдвигов рассчитайте по формуле (8.33):

$$I_{\text{стр}}^z = \frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0} = \frac{4245}{238} \cdot \frac{4070}{241} = \frac{17,836}{16,888} = 1,056$$

или 105,6 %.

Это означает, что вследствие изменения структуры произведенной продукции средняя себестоимость увеличилась на 5,6 % (105,6 % – 100 % = 5,6 %).

Абсолютное изменение средней себестоимости изделия за счет изменения структуры произведенной продукции равно:

$$\Delta_{\text{стр}}^z = 17,84 - 16,89 = 0,95 \text{ руб.}$$

Проверим взаимосвязь индексов по формуле:

$$I_{\text{пер.сост}} = I_{\text{пост.сост}} \cdot I_{\text{стр}} = 1,065 \cdot 1,056 = 1,125.$$

Проверьте баланс абсолютных приростов:

$$\Delta_{\text{общ}}^z = \Delta^z + \Delta_{\text{стр}}^z = 1,16 \text{ руб} + 0,95 \text{ руб} = 2,11 \text{ руб}.$$

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с методикой исчисления экономических индексов.
2. У преподавателя получите вариант индивидуального задания.
3. Проведите вычисления экономических индексов.
4. Сделайте выводы по работе и оформите отчет.

Оформление отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

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

Индивидуальные задания

Задание 1. Имеются следующие данные за два периода о ценах и объемах реализации трех видов товаров по одному из торговых предприятий (табл. 8.7).

Таблица 8.7

Данные о реализации трех видов товаров

Вид товара	Базисный период		Текущий период	
	Цена за единицу, руб.	Продано товаров, шт.	Цена за единицу, руб.	Продано товаров, шт.
А	136	3421	189	2560
Б	245	1871	263	2123
В	147	964	185	1435

Рассчитайте:

- 1) индивидуальные индексы цен (по каждому виду товаров);
- 2) индивидуальные индексы физического объема реализации товаров;
- 3) общий индекс цен: Ласпейреса и Пааше;

- 4) общий индекс физического объема реализации;
- 5) индекс товарооборота (стоимость товаров).

Задание 2. Имеются следующие данные о продаже товаров на рынке города (табл. 8.8).

Таблица 8.8

Реализация продукции на рынке города

Вид товара	Продано, тыс. кг		Цена за 1 кг, руб.	
	Июль	Август	Июль	Август
Яблоки	86	157	58	49
Лук	78	126	25	17

Рассчитайте:

- 1) индивидуальные индексы цен и объема проданного товара;
- 2) общий индекс цен: Ласпейреса и Пааше;
- 3) общий индекс физического объема реализации;
- 4) прирост товарооборота – всего, в том числе за счет изменения цен и объема продажи товаров.

Задание 3. Имеются следующие данные о производстве и себестоимости некоторого продукта на двух предприятиях за два периода (табл. 8.9).

Таблица 8.9

Выпуск и себестоимость продукции на предприятиях

Предприятия	Произведено, тыс. ед.		Себестоимость единицы продукта, руб.	
	Базисный период	Отчетный период	Базисный период	Отчетный период
№ 1	78	95	250	235
№ 2	62	55	195	175
Итого	140	150	–	–

Рассчитайте:

- 1) изменение себестоимости продукта по каждому предприятию;
- 2) изменение себестоимости в целом по обоим предприятиям с помощью индексов переменного и фиксированного состава;
- 3) индекс структурных сдвигов.

Покажите связь между исчисленными индексами. Сделайте выводы.

Задание 4. Имеются следующие данные о реализации некоторых товаров за два периода (табл. 8.10).

Таблица 8.10

Реализация товаров за два периода

Наименование товаров	Продажа в фактических ценах, млрд руб.		Изменение цен в отчетном периоде по сравнению с базисным периодом, %
	Базисный период	Отчетный период	
№ 1	155	210	+60
№ 2	180	255	+45
№ 3	270	340	+15

Рассчитайте:

- 1) индивидуальные и общие индексы цен;
- 2) общий индекс товарооборота в фактических ценах;
- 3) сумму экономического эффекта, полученную в результате изменения цен.

Задание 5. По предприятию имеются следующие данные о реализации продукции (табл. 8.11).

Таблица 8.11

Данные о реализации двух видов товаров

Вид продукции	Реализовано, тыс. ед.		Общая стоимость реализованной продукции, тыс. руб.	
	Базисный период	Отчетный период	Базисный период	Отчетный период
№ 1	48	79	580	675
№ 2	35	67	445	565

Рассчитайте:

- 1) среднее изменение цен на реализованную продукцию;
- 2) абсолютное изменение стоимости реализованной продукции за счет изменения цен;
- 3) общее изменение физического объема реализованной продукции предприятия;
- 4) абсолютное изменение стоимости реализованной продукции за счет изменения ее физического объема.

Задание 6. Имеются следующие данные о продаже картофеля по двум рынкам города (табл. 8.12).

Таблица 8.12

Реализация картофеля на рынках города

Рынок	Цена за 1 кг, руб.		Продано картофеля, т	
	Базисный период	Отчетный период	Базисный период	Отчетный период
№ 1	20	24	200	245
№ 2	25	27	120	166
Итого	45	51	320	411

Рассчитайте:

- 1) индивидуальные и общие индексы цен;
- 2) индивидуальные и общие индексы физического объема;
- 3) индекс цен переменного состава;
- 4) индекс цен фиксированного состава;
- 5) индекс влияния структурных сдвигов.

Показать связь между исчисленными индексами. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что в статистике называется индексом?
2. Какие задачи решают при помощи индексного анализа?
3. Какие бывают формы индексов?
4. Что характеризуют индивидуальные индексы?
5. Что показывают общие (групповые) индексы?
6. Что характеризует индекс структурных сдвигов и как он исчисляется?
7. Как исчисляется агрегатный индекс стоимости продукции и что он характеризует?
8. Что показывает индекс цен (Паше и Ласпейреса)?
9. Когда возникает необходимость преобразования агрегатного индекса цен в средний гармонический и средний арифметический индекс?
10. Что показывает индекс физического объема?

Библиографический список

1. Шмойлова Р.А. Теория статистики: учеб. пособие для вузов / Р.А. Шмойлова, В.Г. Минашкин, Н.А. Садовникова, Е.Б. Шувалова. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 656 с.
2. Елисеева И.И. Общая теория статистики: учеб. пособие для вузов / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 656 с.
3. Ефимова М.Р. Практикум по общей теории статистики / М.Р. Ефимова, О.И. Ганченко, Е.В. Петрова. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 368 с.
4. Макарова Н.В. Статистика в Excel: учеб. пособие / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 386 с.
5. Боровиков В.П. Statistika. Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В.П. Боровиков. – СПб: Питер, 2001. – 656 с.
6. Шмойлова Р.А. Практикум по теории статистики / Р.А. Шмойлова, В.Г. Минашкин, Н.А. Садовникова. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 416 с.
7. Филимонова Т.К. Общая теория статистики: учеб. пособие / Т.К. Филимонова, Н.Н. Шиманская. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2006. – 99 с.
8. Салин В.Н. Курс теории статистики / В.Н. Салин, Э.Ю. Чурилова. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 480 с.
9. Салин В.Н. Социально-экономическая статистика: учебник / В.Н. Салин, Е.П. Шпаковская. – М.: Юристъ, 2004. – 461 с.
10. Шиманская Н.Н. Применение статистических методов для решения социально-экономических задач. Ч. 1: учеб. пособие / Н.Н. Шиманская. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2008. – 91 с.

Приложение**Сводка и группировка статистических данных**

По данным таблицы произведите группировку (в зависимости от вашего варианта):

1. 38 коммерческих банков по величине прибыли (в млрд руб.).
2. 38 коммерческих банков по величине кредитных вложений (в млрд руб.).
3. 38 коммерческих банков по величине объема вложений в ценные бумаги (в млрд руб.).
4. 38 коммерческих банков по величине вкладов граждан (в млрд руб.).
5. 38 коммерческих банков по величине капитала (в млрд руб.).
6. 38 коммерческих банков по величине чистых активов (в млрд руб.).
7. 38 коммерческих банков по величине средств на корсчете в ЦБ (в млрд руб.).
8. 37 предприятий по величине стоимости основных производственных фондов (в млрд руб.).
9. 37 предприятий по величине реализованной товарной продукции (в млрд руб.).
10. 37 предприятий по величине среднесписочной численности производственного персонала (чел.).
11. 37 предприятий по величине себестоимости продукции (в млрд руб.).
12. 37 предприятий по величине прибыли от реализации (в млрд руб.).
13. 36 коммерческих банков по величине прибыли (в млрд руб.).
14. 36 коммерческих банков по величине кредитных вложений (в млрд руб.).
15. 36 коммерческих банков по величине объема вложений в ценные бумаги (в млрд руб.).
16. 36 коммерческих банков по величине вкладов граждан (в млрд руб.).
17. 36 коммерческих банков по величине капитала (в млрд руб.).
18. 36 коммерческих банков по величине чистых активов (в млрд руб.).
19. 36 коммерческих банков по величине средств на корсчете в ЦБ (в млрд руб.).
20. 38 предприятий по величине стоимости основных производственных фондов (в млрд руб.).
21. 38 предприятий по величине реализованной товарной продукции (в млрд руб.).
22. 38 предприятий по величине среднесписочной численности производственного персонала (чел.).

23. 38 предприятий по величине себестоимости продукции (в млрд руб.).
24. 38 предприятий по величине прибыли от реализации (в млрд руб.).
25. 38 коммерческих банков по величине кредитных вложений (в млрд руб.).

Таблица исходных данных

№	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	118	618	266	584	870	1300	709	12,3	11,5	428
2	35	1303	574	1030	1510	2609	377	17,8	16,3	935
3	112	589	160	339	340	1504	310	16,7	19,40	537
4	185	298	591	881	229	1807	511	21,2	12,5	390
5	27	2330	238	1032	658	1086	392	11,3	14,6	814
6	147	626	377	2285	399	789	208	13,7	4,7	373
7	119	932	686	643	348	905	511	11,0	13,4	230
8	11	718	539	386	127	507	399	8,4	9,4	678
9	137	819	288	484	247	710	198	15,3	4,1	636
10	128	519	105	213	799	1053	210	18,5	11,5	580
11	133	419	422	799	249	618	604	12,7	5,3	216
12	56	981	352	326	867	1123	307	21,8	6,7	912
13	46	560	376	165	495	975	411	18,5	9,8	683
14	92	440	646	146	150	504	308	14,1	12,5	342
15	120	762	144	227	970	1106	205	29,0	7,4	280
16	114	944	353	275	400	809	690	13,1	13,1	336
17	152	1594	536	320	310	605	308	14,8	17,7	634
18	63	452	461	216	228	519	109	7,8	11,4	499
19	174	367	398	799	1320	1606	406	16,9	12,2	125
20	132	345	236	507	256	407	211	14,9	6,7	438
21	77	446	398	1045	1300	1102	406	22,1	9,3	244
22	125	579	674	175	500	864	315	18,4	4,7	620
23	96	381	113	294	137	616	914	17,3	6,9	672
24	84	454	587	194	169	502	112	15,4	14,6	760
25	97	654	224	127	421	891	713	12,8	7,9	449
26	110	852	105	161	752	1103	344	15,3	12,5	762
27	92	757	269	836	949	1262	212	19,9	12,0	886
28	153	638	138	1570	1260	1984	414	4,6	13,1	722
29	134	448	113	955	408	609	835	21,6	2,4	477
30	119	341	476	176	450	863	805	6,3	8,2	279
31	124	404	280	449	650	1042	274	4,7	5,8	737
32	97	740	103	163	200	813	405	6,5	9,2	465
33	111	346	108	598	430	954	716	7,2	6,7	708
34	127	368	791	186	731	1054	217	4,6	9,3	477
35	86	540	744	149	272	414	438	7,1	13,5	624
36	63	443	624	102	430	848	179	8,5	13,9	345
37	91	1008	476	115	321	734	612	6,9	6,1	529
38	114	823	328	643	702	1010	302	–	–	–

Окончание табл.

№	Варианты				
	21	22	23	24	25
1	27,2	420	11,4	10,2	23,7
2	19,1	290	25,6	10,6	14,8
3	14,4	254	21,4	20,3	32,2
4	12,9	328	48,5	10,6	25,8
5	25,5	276	32,6	30,3	11,6
6	26,0	429	14,0	20,8	12,0
7	12,7	324	14,0	30,6	39,1
8	39,8	431	29,0	31,3	24,4
9	24,8	268	33,1	21,1	31,4
10	12,9	529	41,0	40,5	45,8
11	15,0	725	32,3	31,9	39,5
12	15,0	428	12,5	10,6	12,8
13	36,1	232	14,0	10,3	10,6
14	32,4	630	44,2	40,6	16,8
15	24,6	624	51,6	30,3	25,8
16	28,3	327	49,3	20,4	19,2
17	24,9	373	54,3	30,9	37,6
18	49,0	535	33,6	41,3	49,2
19	44,0	323	32,5	31,1	51,8
20	34,1	422	44,5	50,5	31,5
21	22,0	230	54,2	31,3	43,6
22	36,9	278	61,8	41,2	22,2
23	17,7	522	11,3	21,2	10,5
24	49,1	634	15,2	20,9	9,8
25	32,0	238	12,3	30,4	12,5
26	44,0	626	58,3	40,8	11,4
27	36,3	429	52,8	10,3	42,7
28	38,6	328	41,7	30,8	35,3
29	21,4	238	32,5	20,9	21,4
30	22,1	718	24,9	31,4	47,8
31	13,0	617	34,0	20,3	32,8
32	13,2	437	12,3	31,5	29,9
33	13,4	286	37,5	40,5	10,4
34	34,2	527	23,7	30,2	13,8
35	22,8	722	44,0	50,4	31,3
36	44,0	323	51,4	50,3	23,6
37	32,5	623	14,5	40,7	11,5
38	24,3	245	34,8	31,3	38,5

Контроль знаний

«СТАТИСТИКА»

Составители:

В.В. Павлова, к.э.н., доцент кафедры «Экономика и логистика»

Ю.А. Копко, старший преподаватель кафедры «Экономика и логистика»

Минск 2024

Тема I. ГРУППИРОВКА СТАТИСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

ЗАДАЧА 1. В период экзаменационной сессии студентам получены следующие оценки по статистике:

4	5	4	4	3	4	4	4	3	4	4	5
5	4	5	4	5	5	3	4	5	4	3	5
3	4	5	4	4	4	2	5	3	5	2	4
5	5	4	3	5	2	4	5	3	4	4	4
4	3	2	4	3	5	4	4	5	4	3	3

Построить вариационный ряд. Указать элементы ряда распределения и сделать выводы об успеваемости студентов по дисциплине. Построить график распределения.

ЗАДАЧА 2. В 60 проведенных пробах установлено следующее число бракованных изделий:

0	1	2	1	0	2	0	3	0	1	0	1
3	0	0	1	0	1	2	1	0	0	1	0
1	0	0	1	2	0	3	0	1	0	2	0
1	0	0	1	2	0	3	1	0	3	0	1
0	0	1	2	3	1	0	1	0	2	1	4

Построить вариационный ряд. Указать элементы ряда распределения и сделать выводы о качестве изготовленных изделий. Построить график распределения.

ЗАДАЧА 3. Возраст студентов одной из групп следующий(лет):

21	20	24	25	21	23	24	23	24	21
22	24	25	20	23	21	25	20	24	21
20	22	23	25	23	22	20	21	22	20

Построить дискретный вариационный ряд. Указать элементы ряда распределения, сделать выводы о возрасте студентов группы. Построить график распределения.

ЗАДАЧА 4. В каждом из 40 образцов железной руды содержится следующее количество углерода, %: Построить вариационный ряд, выделив четыре группы с равными интервалами. Указать элементы ряда распределения, сделать выводы. Построить график распределения.

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

ЗАДАЧА 5. Производственный стаж рабочих цеха следующий(лет):

5	6	7	1		4	10	12	20	4	17	3
10	12	2	14		5	3	25	3	8	2	5
12	10	20	5		8	6	4	5	7	6	8
18	10	4	0		3	2	6	16	9	12	10
5	4	8	1		2	11	0	15	8	14	13

Построить вариационный ряд, выделив пять групп с равными интервалами. Указать элементы ряда распределения, сделать выводы. Построить график распределения.

ЗАДАЧА 6. Дневная выработка деталей рабочими цеха в смену составляет:

42	29	35	45	48	39	34	35	37	22	32	40
41	28	30	40	42	43	39	30	30	24	36	42
30	42	38	31	35	47	54	35	28	52	50	48
57	50	55	57	40	34	56	32	53	37	40	43

Построить вариационный ряд, выделив пять групп с равными интервалами. Указать элементы ряда распределения, сделать выводы. Построить график распределения.

Тема II АБСОЛЮТНЫЕ И ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЗАДАЧА 1. В отчетном периоде на производственные нужды завода израсходовано 520 т угля, 1020 тыс. м³ природного газа. определить общий размер израсходованного топлива в условных единицах измерения (коэффициенты перевода в условное топливо: уголь – 0,9; природный газ – 1,2).

ЗАДАЧА 2. Имеются данные о производстве двигателей электромеханическим заводом в натуральном выражении, штук:

Мощность двигателя, кВт	Базисный период	Отчетный период
120	800	820
150	940	970
180	1700	1800
300	2300	2410

Вычислить относительные величины динамики: а) в натуральном выражении; б) условно-натуральном.

За условную единицу измерения следует принять двигатель мощностью 120 кВт.

ЗАДАЧА 3. Производство продукции прокатным цехом металлургического комбината за отчетный период характеризуется следующими данными:

Сталь круглая диаметр, мм	Выпуск, т		Коэффициент перевода
	плановый	фактический	
30	7000	7050	1,0
35	5000	5100	0,9
40	4000	4200	0,8
45	1900	1900	0,7

Определить процент выполнения плана: а) в натуральном; б) в условно-натуральном выражениях.

ЗАДАЧА 4. Определите по следующим данным степень выполнения плана по выпуску продукции цехом, используя метод условно-натурального измерения:

Вид продукции	Количество продукции, шт.		Трудоемкость единицы, нормо-ч
	план	факт	
«А»	10	12	2000
«Б»	15	16	6000
«В»	30	28	4500

За условную единицу измерения примите продукцию, имеющую наименьшую трудоемкость.

ЗАДАЧА 5. Показатели инструментального цеха за месяц следующие:

Продукция	Затраты на 1 шт. по норме чел.-ч	Производство, тыс. шт	
		плановое	фактическое
Сверла	0,7	20	19,8
Фрезы типа А	11,8	5	4,7
Фрезы типа Б	18,5	9	10,1

Определить относительную величину выполнения плана за месяц по объему произведенной работы в трудовом выражении.

Тема III СРЕДНИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАЦИИ

ЗАДАЧА 1. Пять хозяйств района имеют следующие площади посевов:

Номер хозяйства	Площадь общественных посевов, тыс. га
1	4,0
2	2,5
3	3,0
4	2,0
5	1,5

Определите средний размер хозяйства по величине посевов.

ЗАДАЧА 2. Имеются следующие данные о суточной добыче угля:

Числа месяца	1	2	2	4	5	6
Добыча угля в сутки, тыс. т	1,8	1,6	2,1	2,4	1,9	2,2

Определите среднесуточную добычу угля.

ЗАДАЧА 3. Двое рабочих в течение восьми часов были заняты изготовлением одинаковых деталей. Первый изготовил 44 детали, второй – 38. Определить средние затраты времени на изготовление одной детали.

ЗАДАЧА 4. В каждой из трех партий деталей -1800, 3200 и 7500 шт. – бракованные изделия составили соответственно 1,8; 2,4; 3,2%. Определить средний процент бракованных деталей во всех трех партиях.

ЗАДАЧА 5. В течение трех часов автобус двигался со скоростью 60 км/ч, в течение четырех часов – со скоростью 40 км/ч, двух часов – со скоростью 35 км/ч. Определить среднюю скорость движения автобуса.

ЗАДАЧА 6. Распределение рабочих по уровню квалификации и месячной заработной плате следующее:

Показатель	Тарифный разряд					
	1	2	3	4	5	6
Численность рабочих, чел	4	28	48	66	52	32
Месячная заработная плата, тыс. руб.	105	160	200	235	300	370

Определить: а) средний уровень квалификации рабочих; б) среднюю месячную заработную плату рабочих; в) моду и медиану уровня квалификации; г) моду и медиану заработной платы рабочих.

ЗАДАЧА 7. По числу обслуживаемых станков рабочие распределены следующим образом:

Количество обслуживаемых станков	3	4	5	6	7
Число рабочих	8	22	35	40	15

Определить: а) среднее число станков, обслуживаемых одним рабочим; б) моду и медиану числа обслуживаемых станков.

ЗАДАЧА 8. Приведены данные о распределении рабочих сборочного цеха по заработной плате:

Зароботная плата, тыс. руб.	до 150	150-180	180-210	210-240	240 и выше
Число рабочих	12	42	58	46	12

Определить: а) среднюю зароботную плату рабочих обычным способом и способом моментов; б) моду и медиану.

ЗАДАЧА 9. Имеются следующие данные о распределении рабочих трех участков механического цеха по тарифным разрядам:

Тарифный разряд	Число рабочих в цехе по участкам		
	1 участок	2 участок	3 участок
1	2	8	4
2	3	6	7
3	20	25	15
4	15	10	20
5	10	10	5
6	5	1	9
Итого	55	60	60

Для каждого участка в цехе определите : а) размах вариации; б) средний тарифный разряд; в) среднее линейное отклонение; г) среднее квадратическое отклонение; д) дисперсию; е) коэффициент вариации.

Тема VI . ВЫБОРОЧНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

ЗАДАЧА 1. Контрольная выборочная проверка показала, что средняя продолжительность горения электролампочки составляет 1150 час, а дисперсия равна 900. Определите предельную ошибку выборочной средней с вероятностью 0,997 при условии, что на продолжительность горения было испытано 400 лампочек.

ЗАДАЧА 2. Из 500 отобранных изделий 95% соответствовали первому сорту. Определите среднюю ошибку выборки и границы, в которых находится доля продукции первого сорта во всей партии, вероятностью 0.954.

ЗАДАЧА 3. В результате обследования в порядке бесповторной выборки 10% лампочек из всей партии лампочек, насчитывающей 2000 штук,

установлено, что 180 обследованных лампочек имеют продолжительность горения более 3000 часов. С вероятностью 0,997 ($t=3$) определить возможные пределы, в которых можно ожидать удельный вес лампочек во всей партии лампочек с длительностью горения, превышающей 3000 час.

ЗАДАЧА 4. В целях контроля за соблюдением норм расхода сырья проведено выборочное обследование партии готовой продукции.

При механическом (бесповторном) способе отбора 10% изделий получены следующие данные о весе обследованных единиц:

Вес изделия, г	Число образцов, шт
До 100	22
100-110	76
110-120	215
120-130	69
130 и выше	18
Итого	400

На основании выборочных данных вычислите:

- а) средний вес изделия; б) среднее квадратическое отклонение;
- С вероятностью 0,997 возможные границы, в которых заключен средний вес изделий во всей партии.
- С вероятностью 0,954 возможные границы удельного веса (доли) стандартной продукции во всей партии при условии, что к стандартной продукции относятся изделия с весом от 100г до 130г.

ЗАДАЧА 5. Для изучения возрастной структуры рабочих завода по состоянию на 1 июля было проведено 5%-ное выборочное обследование по методу случайного бесповторного отбора.

Результаты обследования показали следующее распределение рабочих по возрасту:

Группы рабочих по возрасту, лет	Число рабочих
До 20	10
20-30	18
30-40	40
40-50	24
50 лет и старше	8
Итого	100

На основании данных выборочного обследования вычислите: а) средний возраст рабочего; б) среднее квадратическое отклонение. С вероятностью 0,997 возможные границы среднего возраста рабочих завода. С вероятностью 0,954 возможные границы доли рабочих завода, возраст которых составляет менее 20 лет.

ЗАДАЧА 6. Для изучения выполнения норм выработки рабочими завода была проведена 10%- ная механическая выборка. Результаты обследования показали следующее распределение рабочих по выполнению норм выработки:

Выполнение норм, %	Число рабочих
До 95	2
95-100	10
100-105	60
105-110	20
Свыше 110	8
Итого	100

На основании этих данных исчислите: а) средний процент выполнения норм выработки; б) среднее квадратическое отклонение; С вероятностью 0,954 возможные пределы, в которых ожидается средний процент выполнения норм выработки рабочими завода.

ЗАДАЧА 7. Из 5000 рабочих завода необходимо установить долю имеющих высшее образование. Какова должна быть численность выборки, чтобы с вероятностью 0,954 ошибка выборки не превышала 0,05 при дисперсии, равной 0,25.

ЗАДАЧА 8. Выборочное обследование 200 рабочих завода показало, что выполнение норм выработки в среднем составило 124% при среднем квадратическом отклонении 20%. Определить пределы среднего процента выполнения норм выработки в генеральной совокупности с вероятностью 0,997.

ЗАДАЧА 9. По данным 100 проб железной руды содержание окиси железа в них составило в среднем 60% при среднем квадратическом отклонении 10%. Определить предельную ошибку выборки с вероятностью 0,954 и пределы среднего процента содержания окиси железа в общем объеме руды.

Тема V. РЯДЫ ДИНАМИКИ

ЗАДАЧА 1. Остатки материалов на складе машиностроительного завода составили на начало квартала, млн. руб.:

01. 01.	01.04.	01.07	01.10.	01.01 следующего года
58,6	60,2	74,4	80,3	64,4

Определите средние остатки материалов за первое, второе полугодие и в среднем за год.

ЗАДАЧА 2. Численность работников в цехе предприятия на начало месяца составила:

01.01	01.02	01.03	01.-4	01.05.	01.06	01.07
280	284	290	292	286	284	300

Определить среднюю численность рабочих за первый, второй кварталы и за полугодие. Определить среднегодовую стоимость основных фондов предприятия.

ЗАДАЧА 3. Производство продукции предприятия характеризуется следующими данными:

Год	Производство продукции млн. руб.
2009	100
2010	110
2011	120
2012	130
2013	135
2014	150

Для анализа ряда динамики производства продукции исчислите:

- 1) абсолютные приросты, темпа роста и темпы прироста (по годам и к базисному 2009г.), абсолютное содержание 1% прироста. Полученные показатели представьте в таблице;
- 2) среднегодовое производство продукции;
- 3) среднегодовой прирост продукции;
- 4) среднегодовой темп роста и прироста продукции;
- 5) изобразите динамику производства продукции на графике.

ЗАДАЧА 4. Урожайность овощей в области (по всем категориям хозяйств) характеризуется следующими данными:

Год	Средняя урожайность,
2009	150
2010	154
2011	162
2012	176
2013	180
2014	200

Для анализа данного ряда динамики исчислите:

- 1) абсолютные приросты, темпы роста, темпы прироста – базисные и цепные; абсолютное содержание 1% прироста. Полученные показатели представьте в таблице;
- 2) среднегодовую урожайность овощей;
- 3) среднегодовой прирост овощей;
- 4) среднегодовой темп роста и прироста;

ЗАДАЧА 5. Производство картофеля в области характеризуется следующими данными:

Год	Валовой сбор картофеля, млн. т.
2009	9,0
2010	10,0
2011	11,0
2012	12,0
2013	14,0
2014	16,0

Для анализа ряда динамики исчислите:

- 1) абсолютные приросты, темпы роста, темпы прироста – базисные и цепные; абсолютное содержание 1%прироста. Полученные данные представьте в таблице.
- 2) среднегодовое производство картофеля;
- 3) среднегодовой абсолютный прирост валового сбора картофеля;
- 4) среднегодовой темп роста и прироста;
- 5) изобразите на графике производство картофеля в области.гг.

ЗАДАЧА 6. Выпуск продукции заводом, который работает по непрерывному графику, в апреле по числам составил:

Число месяца	Продукция, т.	Число месяца	Продукция, т.
1	2100	16	2090
2	1740	17	2630
3	1540	18	2990
4	1870	19	3190
5	2700	20	1917
6	2840	21	2220
7	2690	22	1938
8	1720	23	3170
9	1860	24	2060
10	2150	25	3240
11	3040	26	2700
12	2670	27	2960
13	2100	28	3320
14	2110	29	3300
15	1948	30	3600

Произвести сглаживание ряда динамики способами укрупнения периодов (взять объем за пять дней) и скользящей средней. Проиллюстрировать результаты графически.

Тема VI. ИНДЕКСЫ

ЗАДАЧА 1. Имеются данные о выпуске продукции и ценах на нее по предприятию за соответствующие периоды:

Продукция	Выпуск, шт.		Цена за единицу продукции, тыс.руб.	
	базисный	отчетный	базисный	отчетный
Вентиляторы	8720	9050	46,9	46,3
Кондиционеры	610	662	880,0	879,0

Определить: а) индивидуальные индексы физического объема продукции и цен; б) общие индексы физического объема продукции, цен и стоимости. Проверить соотношение взаимосвязанных общих индексов.

ЗАДАЧА 2. Имеются следующие данные о производстве продукции и ее себестоимости за соответствующие периоды:

Продукция	Выпуск, шт.		Себестоимость единицы продукции, т. руб.	
	Базисный	отчетный	базисный	отчетный
Электромоторы	7130	7950	103	101
трансформаторы	3260	3710	44	43

Исчислить индивидуальные и общие индексы физического объема продукции, себестоимости и затрат на производство продукции. Определить абсолютное изменение физического объема продукции в отчетном периоде по сравнению с базисным, а также абсолютную сумму экономии, полученную в результате снижения себестоимости. Проверить соотношение взаимосвязанных индексов.

ЗАДАЧА 3. Имеются данные о производстве продукции химическим заводом:

Продукция	По плану		фактически	
	Выпуск продукции, т.	Себестоимость 1т, т. руб.	Выпуск продукции, т.	Себестоимость 1т,т. руб.
А	2800	29,0	2942	28,3
Б	164	21,8	171	21,0

Исчислить: а) индивидуальные индексы выполнения плана по каждому виду продукции и её себестоимости; б) общие индексы выполнения плана физического объема, себестоимости и затрат на производство; в) абсолютную сумму экономии, полученную от снижения себестоимости.

Проверить соотношение взаимосвязанных индексов.

ЗАДАЧА 4. Имеются следующие данные о производстве продукции обувной фабрики:

Обувь	Стоимость произведенной обуви в 2002 г. млн. руб.	Увеличение количества производства обуви в 2003 по сравнению с 2002 г., %
Сапоги женские	500	+10
Сапоги мужские	400	+15

Вычислите: 1) общий индекс физического объема производства обуви в 2003 г. по сравнению с 2002 г. 2) общий индекс себестоимости продукции если известно что затраты на производство обуви в 2003 г. по сравнению с 2002 г. увеличились на 8%.

ЗАДАЧА 5. Имеются следующие данные о реализации товаров:

Товар	Товарооборот, млн. руб		Изменение цен в отчетном периоде к базисному, %
	период базисный	отчетный	
Шерстяные ткани	350	385	+10
Одежда	800	900	-5
Обувь	400	425	-15

Вычислите: 1) Общий индекс товарооборота; 2) Общий индекс цен; 3) Общий индекс физического объема товарооборота; 4) абсолютную сумму экономии или перерасхода, полученную населением от изменения цен.

Тема VII. СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ

ЗАДАЧА 1. По десяти предприятиям за отчетный период имеются следующие данные о средней выработке продукции на одного работника и электровооруженности труда:

Предприятие	Электровооруженность труда, кВт.-ч. На одного работника	Выработка продукции на одного работника в среднем за год, млн. руб.
1	7	8,7
2	3	3,7
3	4	6,0
4	5	6,2
5	4	5,9
6	6	7,8
7	7	8,7
8	3	3,6
9	5	6,2
10	6	7,5

На основании приведенных данных вычислите:

1) уравнение регрессии., характеризующее зависимость между электровооруженностью труда и выработкой продукции одного работника; 2) различные показатели тесноты связи.

ЗАДАЧА 2. Имеются следующие данные по 10 заводам:

№ завода	Стоимость основных промышленно-производственных фондов, млрд. руб.	Выпуск продукции млрд. руб.
1	2,2	2,5
2	3,5	4,0
3	2,0	2,0
4	3,0	3,5
5	3,5	4,0
6	2,0	1,9
7	2,3	3,0
8	2,5	3,3
9	4,0	5,2
10	4,0	5,0

Для установления характера связи между стоимостью основных промышленно- производственных фондов и выпуском продукции вычислите уравнение связи. Поясните значение полученного коэффициента регрессии. Для определения тесноты связи вычислите несколько показателей связи и поясните их значение.

ЗАДАЧА 3. Для изучения тесноты (силы) связи между стоимостью основных производственных фондов (факторный признак- X) и объемом выпущенной продукции (результативный признак – Y), исчислите по данным зад. 7 (тема 1) показатель эмпирического корреляционного отношения и поясните значение полученного коэффициента.

ЗАДАЧА 4. Для изучения тесноты (силы) связи между стажем работы (факторный признак- X) и месячной выработкой рабочих (результативный признак- Y) исчислите по данным зад. 8 (тема I) показатель эмпирического корреляционного отношения и поясните его значение.

ЗАДАЧА 5. Для изучения связи между размером товарооборота (факторный признак – X) и издержками обращения (результативный признак- Y) по данным задачи 9 (тема I) определите эмпирическое корреляционное отношение и поясните его значение.

Учебные программы

«СТАТИСТИКА»

Составители:

В.В. Павлова, к.э.н., доцент кафедры «Экономика и логистика»

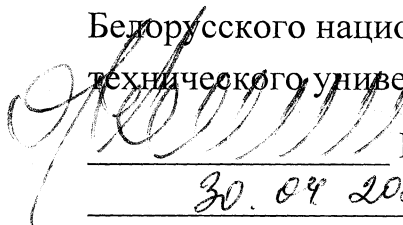
Ю.А. Копко, старший преподаватель кафедры «Экономика и логистика»

Минск 2024

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Белорусского национального
технического университета



Ю.А. Николайчик

30.04.2024

Регистрационный № УД- АФР 114-18 /уч.

СТАТИСТИКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
6-05-1042-01 «Транспортная логистика»**

Минск 2024

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 6-05-0718-01-2023 и учебного плана по специальности 6-05-1042-01 «Транспортная логистика» профилизация: «Транспортно-логистические системы и управление цепями поставок» (рег. № АТФ117д-1/уч. утв. 31.03.2023, рег. № АТФ113з-1/уч. утв. 03.04.2023, рег. № АТФ117зи-1/уч. утв. 03.04.2023.)

СОСТАВИТЕЛИ:

В.В. Павлова, доцент кафедры «Экономика и логистика» Белорусского национального технического университета, кандидат экономических наук, доцент.

Ю.А. Копко, старший преподаватель кафедры «Экономика и логистика» Белорусского национального технического университета.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

О.С. Гулягина, заместитель декана факультета маркетинга и логистики Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат экономических наук, доцент.


В.Л. Шабека, доцент кафедры «Транспортные системы и технологии Белорусского национального технического университета, кандидат экономических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Экономика и логистика» Белорусского национального технического университета

(протокол № 12 от 18.03 2024 г.)

Заведующий кафедрой

 Р.Б. Ивуть

Методической комиссией автотракторного факультета Белорусского национального технического университета

(протокол № 7 от 25.03.2024 г.)

Председатель методической комиссии

 А.И. Рахлей

Научной библиотекой БНТУ

 Т.И. Бирюкова

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол № 4 секции №1 от 30.04 2024 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Статистика» разработана для специальности 6-05-0718-01 «Инженерная экономика» профилизация: «Транспорт»

Цель изучения учебной дисциплины: организация и проведение статистических исследований; познание методологических основ и практическое овладение приемами экономико-статистического анализа; ознакомление с системой статистических показателей.

Задачи учебной дисциплины: получение навыков в расчете и применении основных статистических показателей для конкретных экономических ситуаций, выработка экономического мышления и умения правильно интерпретировать полученные результаты расчетов; формирование умений самостоятельно приобретать, усваивать и применять экономические знания на практике

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как: «Математика», «Макроэкономика». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, таких как: «Экономика предприятия», «Организация и нормирование труда», «Анализ хозяйственной деятельности».

В результате изучения учебной дисциплины «Статистика» студент должен:

знать:

- основные понятия, категории и методы статистической науки;
- основные этапы статистического исследования;
- методологию построения статистических показателей;

уметь:

- определять обобщающие показатели и использовать их при анализе уровня;
- структуры и динамики общественных явлений и процессов;
- применять статистические методы для изучения общественных явлений;
- формулировать выводы, необходимые для проведения научных исследований и осуществления практической деятельности;

иметь навыки:

- навыками проводить статистическое наблюдение;
- навыками обработки полученной информации;
- навыками расчета основных показателей;
- навыками анализа полученных результатов;

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование следующих компетенций:

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

СК-11. Владеть основными методами сбора, обработки, анализа и наглядного представления статистической информации на макро- и микроуровне.

Согласно учебному плану для *очной формы* получения высшего образования на изучение учебной дисциплины всего 120ч., из них аудиторных - 68 часа;

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1

		Очная форма получения высшего образования				
Курс	Семестр	Лекции ч.	Практиче ские занятия, ч.	Лаборатор ные занятия, ч.	Форма текущей аттестации	Форма промежуточ ной аттестации
2	3	34	18	16	Защита лабораторных работ, опрос.	Экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Введение в теорию статистики

Тема 1.1 Предмет, метод и задачи статистики в Республике Беларусь

Понятие статистики как науки. Объект, предмет и метод статистики. Задачи статистики. Выдающиеся ученые статистической мысли и их открытия. Основные категории статистики. Организация статистики в Республике Беларусь

Раздел II. Описательная статистика

Тема 2.1 Статистическое наблюдение

Понятие статистического наблюдения. Подготовка статистического наблюдения. План статистического наблюдения. Виды статистического наблюдения. Программно-методологические и организационные вопросы статистического наблюдения. Ошибки статистического наблюдения и контроль материалов статического наблюдения.

Тема 2.2 Сводка и группировка материалов статистического наблюдения

Статистическая сводка. Группировка статистических данных. Интервалы группировок. Ряды распределения. Графическое изображение рядов распределения. Статистические таблицы. Основные правила построения и оформления статистических таблиц.

Тема 2.3 Абсолютные и относительные статистические величины

Абсолютные статистические величины, их значение и способы получения. Относительные статистические величины, их значение. Виды относительных статистических величин.

Тема 2.4 Средние величины

Сущность и значение средних величин. Виды средних величин. Степенные средние. Структурные средние. Расчет структурных средних величин в дискретных и интервальных рядах распределения.

Раздел III. Аналитическая статистика

Тема 3.1 Статистическое изучение вариации признака

Понятие о вариации признака. Система показателей вариации и порядок их расчета. Дисперсия и ее свойства. Правило сложения дисперсий. Дисперсия альтернативного признака. Показатели асимметрии и эксцесса.

Тема 3.2 Выборочное наблюдение

Сущность выборочного метода. Причины и условия его применения. Виды и способы отбора единиц в выборочную совокупность. Порядок определения ошибок выборки.

Тема 3.3 Статистическое изучение взаимосвязей

Сущность связей изучаемых статистикой. Функциональные и корреляционные связи. Статические методы выявления корреляционной связи. Корреляционно - регрессионный метод анализа. Измерение тесноты связи между признаками.

Тема 3.4 Ряды динамики

Ряды динамики и их виды. Аналитические показатели динамики. Средние показатели ряда динамики. Выявление общей тенденции развития в рядах динамики. Изучение сезонных колебаний.

Тема 3.5 Экономические индексы

Понятие экономических индексов. Виды индексов. Агрегатные индексы. Средние индексы. Индексы переменного и фиксированного состава, индекс структурных сдвигов. Цепные и базисные индексы. Индексный факторный анализ.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Очная форма получения высшего образования

№ раздела, темы	Название раздела, темы, занятия	Количество аудиторных часов			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	3 семестр					
1	Введение в теорию статистики					
1.1	Предмет, метод и задачи статистики в Республике Беларусь	2				
	<i>Практическое занятие № 1</i> Предмет, метод и задачи статистики в Республике Беларусь		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 1</i> Социально - экономическая статистика			2		Защита лабораторной работы
2	Описательная статистика					
2.1	Статистическое наблюдение	2				
	<i>Практическое занятие № 2</i> Статистическое наблюдение		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 2</i> Статистика персонала предприятия			2		Защита лабораторной работы
2.2	Сводка и группировка материалов статистического наблюдения	4				

	<i>Практическое занятие № 3</i> Сводка и группировка материалов статистического наблюдения		2			Устный опрос
2.3	Абсолютные и относительные статистические величины	4				
	<i>Практическое занятие № 4</i> Способы расчета относительных показателей, область их применения		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 3</i> Статистика производительности труда			2		Защита лабораторной работы
2.4	Средние величины	4				
	<i>Практическое занятие № 5</i> Сущность средних величин и правила их применения		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 4</i> Статистика оплаты труда			2		Защита лабораторной работы
3	Аналитическая статистика					
3.1	Статистическое изучение вариации признака	4				
	<i>Практическое занятие № 6</i> Статистическое изучение вариации признака		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 5</i> Статистика основных средств			2		Защита лабораторной работы
3.2	Выборочное наблюдение	2				
	<i>Практическое занятие № 7</i> Выборочное наблюдение		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 6</i> Статистика материальных ресурсов			2		Защита лабораторной работы
3.3	Статистическое изучение взаимосвязей	4				
	<i>Практическое занятие № 8</i> Статистическое изучение взаимосвязи социально-экономических явлений		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 7</i> Статистика себестоимости продукции (работ, услуг)			2		Защита лабораторной работы
3.4	Ряды динамики	4	2			
	<i>Практическое занятие № 9</i>					Устный опрос

	Статистическое изучение динамики социально-экономических явлений					
	<i>Лабораторное занятие № 8</i> Статистика финансовых результатов и финансового положения предприятия			2		Защита лабораторной работы Защита РГР
3.5	Экономические индексы	4				
	Итого за семестр	34	18	16		Экзамен
	Всего аудиторных часов	68				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Шундалов Б.М. статистика. Общая теория: учебник для студентов высшего образования по экономическим специальностям / Б. М. Шундалов. – Минск: РИВШ, 2021. – 339 с.

2. Статистика: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по экономическим специальностям / [Н. В. Агабекова и др.]; под редакцией Н. В. Агабековой. – Минск: БГЭУ, 2020. – 302 с.

3. Статистика: рабочая тетрадь для практических занятий для студентов экономических специальностей / Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет"; [составители: Т. В. Касаева, С. С. Медвецкий, В. С. Рябиков]. – Изд. 6-е, стер. – Витебск: ВГТУ, 2020. – 151 с.

4. Экономика организации (предприятия): учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Экономика и управление на предприятии", "Экономика", "Бухгалтерский учет, анализ и аудит", "Статистика", "Финансы и кредит", "Экономическая теория", "Экономическая информатика", "Менеджмент (по направлениям)", "Маркетинг", "Логистика", "Государственное управление", "Экономическая кибернетика" / [Л. Н. Нехорошева и др.]; под редакцией Л. Н. Нехорошевой. – Минск: БГЭУ, 2020. – 686 с.

Дополнительная литература

1. Статистика: рабочая тетрадь для практических занятий для студентов экономических специальностей / Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет"; [составители: Т. В. Касаева, С. С. Медвецкий, В. С. Рябиков]. – Изд. 6-е, стер. – Витебск: ВГТУ, 2020. – 151 с.

2. Малинковский Ю.В. Математическая статистика. Случайные процессы: учебник для студентов учреждений высшего образования по математическим специальностям / Ю. В. Малинковский. – Минск: РИВШ, 2019. – 203 с.

3. Теория вероятностей и математическая статистика: учебно-методическое пособие для иностранных студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-25 01 01 "Экономическая теория" / [М. В. Дубатовская и др.]; Белорусский государственный университет. – Минск: БГУ, 2021. – 140, [3] с.

4. Статистика. Общая теория статистики: методические указания и задания для практических занятий и самостоятельной работы по темам "Сводка и группировка статистических данных. Статистические таблицы", "Обобщающие статистические показатели" для студентов, обучающихся по специальностям 1-25 01 08 Бухгалтерский учет, анализ и аудит, 1-25 01 04

Финансы и кредит, 1-26 02 03 Маркетинг, 1-25 01 10 Коммерческая деятельность, 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях АПК / [И. И. Лобан и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Учреждение образования "Белорусская государственная сельскохозяйственная академия", Кафедра экономического анализа и прикладной информатики. – Горки: БГСХА, 2019. – 47 с.

Электронные учебно-методические комплексы

1. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Статистика» для специальностей: 1 - 27 03 02 «Управление дизайн-проектами на промышленном предприятии»; 1 - 27 03 01 «Управление инновационными проектами промышленных предприятий» [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Бизнес-администрирование" ; авторы-сост.: С. В. Шевченко, С. В. Морозова, Г. В. Ходанович. – Минск : БНТУ, 2020.

2. Статистика [Электронный ресурс] : практикум для студентов специальности 1-26 02 02 Менеджмент (по направлениям), дневной и заочной формы обучения / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Менеджмент» ; сост.: Г. Д. Веренич, С. В. Марцева. – Минск : БНТУ, 2022.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время практических занятий;
- защита выполненных на практических и лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы заданий;
- выполнение расчетно-графической работы;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача экзамена.

Тематика расчетно-графических работ

1. Статистические ряды распределения в изучении экономических процессов.

2. Относительные величины структуры и динамики в анализе экономических процессов.

3. Статистическое изучение вариации экономических явлений и процессов.

4. Статистическое изучение динамики экономических явлений и процессов.

5. Статистические методы выявления сезонной составляющей в экономических процессах.

6. Статистические методы выявления тенденций в развитии экономических явлений и процессов.

7. Статистическое моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов.

8. Выборочный метод в статистическом изучении экономических и финансовых показателей.

9. Статистические индексы и их применение в анализе динамики производственных показателей и их факторов.

10. Корреляционно-регрессионный анализ технико-экономических показателей работы предприятия.

11. Статистическое изучение и анализ объема производства и реализации продукции (работ, услуг).

12. Статистический анализ ритмичности производства на предприятии.

13. Статистический анализ качества производимой продукции.

14. Статистическое изучение трудовых ресурсов предприятия.

15. Статистическое изучение квалификации персонала.
16. Статистический анализ системы показателей использования труда на предприятии.
17. Статистическое изучение использования рабочего времени.
18. Статистическое изучение производительности труда на предприятии.
19. Статистическое изучение оплаты труда работников предприятия.
20. Статистический анализ наличия, движения использования основных фондов.
21. Статистическое изучение эффективности использования основных средств.
22. Статистическое изучение использования производственного оборудования.
23. Статистический анализ состава, структуры и оборачиваемости оборотного капитала фирмы.
24. Статистическое изучение использования сырья и материалов на промышленном предприятии.
25. Статистическое изучение себестоимости продукции на производстве.
26. Статистический анализ основных показателей, характеризующих финансовую деятельность предприятий.
27. Статистический анализ инвестиционных процессов на предприятии (в стране, регионе).
28. Статистическое изучение инновационных процессов на предприятии (в стране, регионе).
29. Статистический анализ экономической эффективности производственной деятельности фирмы.
30. Экономико-статистический анализ развития промышленности Республики Беларусь (региона).

Тематика рефератов

1. Возникновение статистики как науки. Основоположники статистики.
2. Современная организация статистики в Республике Беларусь, принципы официального статистического учета и системы государственной статистики.
3. Роль статистического наблюдения в комплексном социально-экономическом исследовании.
4. Роль средних показателей в управлении экономикой.
5. Применение показателей вариации в статистическом исследовании.
6. Технология проведения выборочного статистического наблюдения.
7. Оценка существенности расхождения выборочных средних.
8. Измерение тесноты взаимосвязи между двумя признаками с помощью различных методов. Оценка существенности показателей.
9. Измерение уровня динамического ряда, выявление основной тенденции в измерениях выровненного ряда динамики.

10. Значение индексного метода в экономических исследованиях.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов

1. Объект, предмет и методы статистики.
2. Статистическое наблюдение.
3. Виды статистического наблюдения.
4. Контроль результатов статистического наблюдения. Ошибки статистического наблюдения.
5. Группировки статистических данных. Интервалы группировок.
6. Статистическая сводка.
7. Ряды распределения. Графическое изображение вариационных рядов.
8. Статистические таблицы.
9. Обобщающие статистические показатели.
10. Абсолютные и относительные величины
11. Относительные величины планового задания, выполнения планового задания, динамики, структуры, координации, наглядности, интенсивности.
12. Средние величины. Степенные средние величины
13. Средняя арифметическая. Математические свойства средней арифметической величины.
14. Мода. Медиана. Квартиль, дециль.
15. Понятие о вариации признака.
16. Абсолютные показатели вариации и порядок их расчёта.
17. Относительные показатели вариации и порядок их расчёта.
18. Дисперсия альтернативного признака.
19. Виды дисперсий и правило их сложения.
20. Нормальное распределение.
21. Моменты распределения
22. Показатели асимметрии и эксцесса.
23. Сущность связей, изучаемых статистикой. Функциональные и корреляционные связи.
24. Статистические методы выявления корреляционной связи между признаками
25. Корреляционно-регрессивный анализ.
26. Измерение тесноты корреляционной связи между двумя признаками.
27. Непараметрические показатели измерения тесноты связи признаков.
28. Понятие о рядах динамики. Их виды.
29. Аналитические показатели рядов динамики
30. Средние показатели динамики.
31. Методы выявления основной тенденции (тренда) в рядах динамики.
32. Сущность выборочного наблюдения.
33. Теоретические основы выборочного наблюдения.
34. Ошибки выборки.
35. Виды и способы отбора единиц в выборочную совокупность

36. Сущность индексов и их виды.
37. Агрегатная форма индексов и правила их построения. Средние индексы.
38. Индексы переменного и фиксированного состава. Индекс, структурных сдвигов.
39. Цепные и базисные индексы.
40. Индексный факторный анализ.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка сообщений по заданным темам
- проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

<p>Название дисциплины с которой требуется согласование</p>	<p>Название кафедры</p>	<p>Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине</p>	<p>Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола заседания кафедры)</p>
<p>Согласование не требуется</p>	<p>Кафедра «Экономика и логистика»</p>		<p>Содержание данной учебной программы не требует согласования с другими учебными дисциплинами специальности Протокол № _____ от «__» _____ 202__</p>

Белорусский национальный технический университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Белорусского национального

технического университета


О.А. Николайчик

30.09.2024

Регистрационный № УД- АТР 117-15 /уч.

СТАТИСТИКА

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности

6-05-0718-01 «Инженерная экономика»

профилизация: «Транспорт»

Минск 2024

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 6-05-0718-01-2023 и учебного плана по специальности 6-05-0718-01 «Инженерная экономика» профилизация: «Транспорт» (рег. № АТФ117д-11/уч, от 31.03.2023)

СОСТАВИТЕЛИ:

В.В. Павлова, доцент кафедры «Экономика и логистика» Белорусского национального технического университета, кандидат экономических наук, доцент

Ю.А. Копко, старший преподаватель кафедры «Экономика и логистика» Белорусского национального технического университета.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:


О.С. Гулягина, зам. декана факультета маркетинга и логистики Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат экономических наук, доцент.

В.Л. Шабека, доцент кафедры «Транспортные системы и технологии» Белорусского национального технического университета, кандидат экономических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:


Кафедрой «Экономика и логистика» Белорусского национального технического университета
(протокол № 12 от 18.03 2024 г.)

Заведующий кафедрой


 Р.Б. Ивуть

Методической комиссией автотракторного факультета Белорусского национального технического университета
(протокол № 7 от 25.03.2024 г.)

Председатель методической комиссии

 А.И. Рахлей

Научной библиотекой БНТУ

 Т.И. Бирюкова

Научно-методическим советом Белорусского национального технического университета (протокол № 4 секции №1 от 30.04 2024 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Статистика» разработана для специальности 6-05-1042-01 «Транспортная логистика» профилизация: «Транспортно-логистические системы и управление цепями поставок».

Цель изучения учебной дисциплины: организация и проведение статистических исследований; познание методологических основ и практическое овладение приемами экономико-статистического анализа; ознакомление с системой статистических показателей.

Задачи учебной дисциплины: получение навыков в расчете и применении основных статистических показателей для конкретных экономических ситуаций, выработка экономического мышления и умения правильно интерпретировать полученные результаты расчетов; формирование умений самостоятельно приобретать, усваивать и применять экономические знания на практике

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как: «Математика», «Макроэкономика». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, таких как: «Экономика предприятия», «Организация и нормирование труда», «Анализ хозяйственной деятельности».

В результате изучения учебной дисциплины «Статистика» студент должен:

знать:

- основные понятия, категории и методы статистической науки;
- основные этапы статистического исследования;
- методологию построения статистических показателей;

уметь:

- определять обобщающие показатели и использовать их при анализе уровня;
- структуры и динамики общественных явлений и процессов;
- применять статистические методы для изучения общественных явлений;
- формулировать выводы, необходимые для проведения научных исследований и осуществления практической деятельности;

иметь навык:

- навыками проводить статистическое наблюдение;
- навыками обработки полученной информации;
- навыками расчета основных показателей;
- навыками анализа полученных результатов;

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечить формирование следующей компетенции:

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

БПК-12. Владеть основными методами сбора, обработки, анализа и наглядного представления статистической информации на макро- и микроуровне.

Согласно учебным планам на изучение учебной дисциплины отведено:

- для *очной формы* получения высшего образования всего 120ч., из них аудиторных - 68 часа;

Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблице 1.

Таблица 1

		Очная форма получения высшего образования				
Курс	Семестр	Лекции ч.	Практические занятия, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Форма текущей аттестации	Форма промежуточной аттестации
2	3	34	18	16	лабораторная работа	Экзамен

- для *заочной формы* получения высшего образования, а также *заочной формы получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием*, всего 120 ч., из них 16 ч. аудиторных занятий. Распределение аудиторных часов по курсам, семестрам и видам занятий приведено в таблицах 2,3.

Таблица 2

		Заочная форма получения высшего образования				
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Практические занятия, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Форма текущей аттестации	Форма промежуточной аттестации
2	4	8	4	4	лабораторная работа	Экзамен

Таблица 3

		Заочная форма получения высшего образования				
Курс	Семестр	Лекции, ч.	Практические занятия, ч.	Лабораторные занятия, ч.	Форма текущей аттестации	Форма промежуточной аттестации
2	3	8	4	4	лабораторная работа	Экзамен

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Введение в теорию статистики

Тема 1.1 Предмет, метод и задачи статистики в Республике Беларусь

Понятие статистики как науки. Объект, предмет и метод статистики. Задачи статистики. Выдающиеся ученые статистической мысли и их открытия. Основные категории статистики. Организация статистики в Республике Беларусь

Раздел II. Описательная статистика

Тема 2.1 Статистическое наблюдение

Понятие статистического наблюдения. Подготовка статистического наблюдения. План статистического наблюдения. Виды статистического наблюдения. Программно-методологические и организационные вопросы статистического наблюдения. Ошибки статистического наблюдения и контроль материалов статического наблюдения.

Тема 2.2 Сводка и группировка материалов статистического наблюдения

Статистическая сводка. Группировка статистических данных. Интервалы группировок. Ряды распределения. Графическое изображение рядов распределения. Статистические таблицы. Основные правила построения и оформления статистических таблиц.

Тема 2.3 Абсолютные и относительные статистические величины

Абсолютные статистические величины, их значение и способы получения. Относительные статистические величины, их значение. Виды относительных статистических величин.

Тема 2.4 Средние величины

Сущность и значение средних величин. Виды средних величин. Степенные средние. Структурные средние. Расчет структурных средних величин в дискретных и интервальных рядах распределения.

Раздел III. Аналитическая статистика

Тема 3.1 Статистическое изучение вариации признака

Понятие о вариации признака. Система показателей вариации и порядок их расчета. Дисперсия и ее свойства. Правило сложения дисперсий. Дисперсия альтернативного признака. Показатели асимметрии и эксцесса.

Тема 3.2 Выборочное наблюдение

Сущность выборочного метода. Причины и условия его применения. Виды и способы отбора единиц в выборочную совокупность. Порядок определения ошибок выборки.

Тема 3.3 Статистическое изучение взаимосвязей

Сущность связей изучаемых статистикой. Функциональные и корреляционные связи. Статические методы выявления корреляционной связи. Корреляционно - регрессионный метод анализа. Измерение тесноты связи между признаками.

Тема 3.4 Ряды динамики

Ряды динамики и их виды. Аналитические показатели динамики. Средние показатели ряда динамики. Выявление общей тенденции развития в рядах динамики. Изучение сезонных колебаний.

Тема 3.5 Экономические индексы

Понятие экономических индексов. Виды индексов. Агрегатные индексы. Средние индексы. Индексы переменного и фиксированного состава, индекс структурных сдвигов. Цепные и базисные индексы. Индексный факторный анализ.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Очная форма получения высшего образования

раздела, темы	Название раздела, темы, занятия	Количество аудиторных часов			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	3 семестр					
1	Введение в теорию статистики					
1.1	Предмет, метод и задачи статистики в Республике Беларусь	2				
	<i>Практическое занятие № 1</i> Предмет, метод и задачи статистики в Республике Беларусь		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 1</i> Социально - экономическая статистика			2		Защита лабораторной работы
2	Описательная статистика					
2.1	Статистическое наблюдение	2				
	<i>Практическое занятие № 2</i> Статистическое наблюдение		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 2</i> Статистика персонала предприятия			2		Защита лабораторной работы
2.2	Сводка и группировка материалов статистического наблюдения	4				
	<i>Практическое занятие № 3</i> Сводка и группировка материалов статистического наблюдения		2			Устный опрос
2.3	Абсолютные и относительные статистические величины	4				
	<i>Практическое занятие № 4</i> Способы расчета относительных показателей, область их применения		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 3</i> Статистика производительности труда			2		Защита лабораторной работы
2.4	Средние величины	4				
	<i>Практическое занятие № 5</i>		2			Устный опрос

	Сущность средних величин и правила их применения					
	<i>Лабораторное занятие № 4</i> Статистика оплаты труда			2		Защита лабораторной работы
3	Аналитическая статистика					
3.1	Статистическое изучение вариации признака	4				
	<i>Практическое занятие № 6</i> Статистическое изучение вариации признака		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 5</i> Статистика основных средств			2		Защита лабораторной работы
3.2	Выборочное наблюдение	2				
	<i>Практическое занятие № 7</i> Выборочное наблюдение		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 6</i> Статистика материальных ресурсов			2		Защита лабораторной работы
3.3	Статистическое изучение взаимосвязей	4				
	<i>Практическое занятие № 8</i> Статистическое изучение взаимосвязи социально-экономических явлений		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 7</i> Статистика себестоимости продукции (работ, услуг)			2		Защита лабораторной работы
3.4	Ряды динамики	4				
	<i>Практическое занятие № 9</i> Статистическое изучение динамики социально-экономических явлений		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 8</i> Статистика финансовых результатов и финансового положения предприятия			2		Защита лабораторной работы
3.5	Экономические индексы	4				
	Итого за семестр	34	18	16		Экзамен
	Всего аудиторных часов		68			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Заочная форма получения высшего образования*

№ раздела, темы	Название раздела, темы, занятия	Количество аудиторных часов			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	4 семестр					
1	Введение в теорию статистики					Защита лабораторной работы
1.1	Предмет, метод и задачи статистики в Республике Беларусь	2				Защита лабораторной работы
2	Описательная статистика					
2.3	Абсолютные и относительные статистические величины	2				
	<i>Практическое занятие № 1</i> Сводка и группировка материалов статистического наблюдения .		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 1</i> Статистика производительности труда			2		Защита лабораторной работы
2.4	Средние величины	2				
3	Аналитическая статистика					
3.1	Статистическое изучение вариации признака	2				
	<i>Практическое занятие № 2</i> Выборочное наблюдение		2			Защита РГР
	<i>Лабораторное занятие № 2</i> Статистика основных средств			2		Защита лабораторной работы
	Итого за семестр	8	4	4		Экзамен
	Всего аудиторных часов			16		

*Темы учебного материала, не указанные в учебно-методической карте, отводятся на самостоятельное изучение студентом.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Заочная форма получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием*

№ раздела, темы	Название раздела, темы, занятия	Количество аудиторных часов			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
	4 семестр					
1	Введение в теорию статистики					Защита лабораторной работы
1.1	Предмет, метод и задачи статистики в Республике Беларусь	2				Защита лабораторной работы
2	Описательная статистика					
2.1	Абсолютные и относительные статистические величины	2				
	<i>Практическое занятие № 1</i> Сводка и группировка материалов статистического наблюдения .		2			Устный опрос
	<i>Лабораторное занятие № 1</i> Статистика производительности труда			2		Защита лабораторной работы
2.2	Средние величины	2				
3	Аналитическая статистика					
3.1	Статистическое изучение вариации признака	2				
	<i>Практическое занятие № 2</i> Выборочное наблюдение		2			Защита РГР
	<i>Лабораторное занятие № 2</i> Статистика основных средств			2		Защита лабораторной работы
	Итого за семестр	8	4	4		Экзамен
	Всего аудиторных часов	16				

*Темы учебного материала, не указанные в учебно-методической карте, отводятся на самостоятельное изучение студентом.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Шундалов Б.М. статистика. Общая теория: учебник для студентов высшего образования по экономическим специальностям / Б. М. Шундалов. – Минск: РИВШ, 2021. – 339 с.
2. Статистика: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по экономическим специальностям / [Н. В. Агабекова и др.]; под редакцией Н. В. Агабековой. – Минск: БГЭУ, 2020. – 302 с.
3. Статистика: рабочая тетрадь для практических занятий для студентов экономических специальностей / Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет"; [составители: Т. В. Касаева, С. С. Медвецкий, В. С. Рябиков]. – Изд. 6-е, стер. – Витебск: ВГТУ, 2020. – 151 с.
4. Экономика организации (предприятия): учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Экономика и управление на предприятии", "Экономика", "Бухгалтерский учет, анализ и аудит", "Статистика", "Финансы и кредит", "Экономическая теория", "Экономическая информатика", "Менеджмент (по направлениям)", "Маркетинг", "Логистика", "Государственное управление", "Экономическая кибернетика" / [Л. Н. Нехорошева и др.]; под редакцией Л. Н. Нехорошевой. – Минск: БГЭУ, 2020. – 686 с.

Дополнительная литература

1. Статистика: рабочая тетрадь для практических занятий для студентов экономических специальностей / Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Витебский государственный технологический университет"; [составители: Т. В. Касаева, С. С. Медвецкий, В. С. Рябиков]. – Изд. 6-е, стер. – Витебск: ВГТУ, 2020. – 151 с.
2. Малинковский Ю.В. Математическая статистика. Случайные процессы: учебник для студентов учреждений высшего образования по математическим специальностям / Ю. В. Малинковский. – Минск: РИВШ, 2019. – 203 с.
3. Теория вероятностей и математическая статистика: учебно-методическое пособие для иностранных студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-25 01 01 "Экономическая теория" / [М. В. Дубатовская и др.]; Белорусский государственный университет. – Минск: БГУ, 2021. – 140, [3] с.
4. Статистика. Общая теория статистики: методические указания и задания для практических занятий и самостоятельной работы по темам "Сводка и группировка статистических данных. Статистические таблицы", "Обобщающие статистические показатели" для студентов, обучающихся по специальностям 1-25 01 08 Бухгалтерский учет, анализ и аудит, 1-25 01 04

Финансы и кредит, 1-26 02 03 Маркетинг, 1-25 01 10 Коммерческая деятельность, 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях АПК / [И. И. Лобан и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Учреждение образования "Белорусская государственная сельскохозяйственная академия", Кафедра экономического анализа и прикладной информатики. – Горки: БГСХА, 2019. – 47 с.

Электронные учебно-методические комплексы

1. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Статистика» для специальностей: 1 - 27 03 02 «Управление дизайн-проектами на промышленном предприятии»; 1 - 27 03 01 «Управление инновационными проектами промышленных предприятий» [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Бизнес-администрирование" ; авторы-сост.: С. В. Шевченко, С. В. Морозова, Г. В. Ходанович. – Минск : БНТУ, 2020.

2. Статистика [Электронный ресурс] : практикум для студентов специальности 1-26 02 02 Менеджмент (по направлениям), дневной и заочной формы обучения / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Менеджмент» ; сост.: Г. Д. Веренич, С. В. Марцева. – Минск : БНТУ, 2022.

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время практических занятий;
- защита выполненных на практических и лабораторных занятиях заданий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- Выполнение расчётно-графических работ;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача экзамена.

Тематика рефератов

1. Возникновение статистики как науки. Основоположники статистики.
2. Современная организация статистики в Республике Беларусь, принципы официального статистического учета и системы государственной статистики.
3. Роль статистического наблюдения в комплексном социально-экономическом исследовании.
4. Роль средних показателей в управлении экономикой.
5. Применение показателей вариации в статистическом исследовании.
6. Технология проведения выборочного статистического наблюдения.
7. Оценка существенности расхождения выборочных средних.
8. Измерение тесноты взаимосвязи между двумя признаками с помощью различных методов. Оценка существенности показателей.
9. Измерение уровня динамического ряда, выявление основной тенденции в измерениях выровненного ряда динамики.
10. Значение индексного метода в экономических исследованиях.

Тематика расчетно-графических работ

1. Статистические ряды распределения в изучении экономических процессов.
2. Относительные величины структуры и динамики в анализе экономических процессов.
3. Статистическое изучение вариации экономических явлений и процессов.
4. Статистическое изучение динамики экономических явлений и процессов.

5. Статистические методы выявления сезонной составляющей в экономических процессах.
6. Статистические методы выявления тенденций в развитии экономических явлений и процессов.
7. Статистическое моделирование и прогнозирование социально-экономических процессов.
8. Выборочный метод в статистическом изучении экономических и финансовых показателей.
9. Статистические индексы и их применение в анализе динамики производственных показателей и их факторов.
10. Корреляционно-регрессионный анализ технико-экономических показателей работы предприятия.
11. Статистическое изучение и анализ объема производства и реализации продукции (работ, услуг).
12. Статистический анализ ритмичности производства на предприятии.
13. Статистический анализ качества производимой продукции.
14. Статистическое изучение трудовых ресурсов предприятия.
15. Статистическое изучение квалификации персонала.
16. Статистический анализ системы показателей использования труда на предприятии.
17. Статистическое изучение использования рабочего времени.
18. Статистическое изучение производительности труда на предприятии.
19. Статистическое изучение оплаты труда работников предприятия.
20. Статистический анализ наличия, движения использования основных фондов.
21. Статистическое изучение эффективности использования основных средств.
22. Статистическое изучение использования производственного оборудования.
23. Статистический анализ состава, структуры и оборачиваемости оборотного капитала фирмы.
24. Статистическое изучение использования сырья и материалов на промышленном предприятии.
25. Статистическое изучение себестоимости продукции на производстве.
26. Статистический анализ основных показателей, характеризующих финансовую деятельность предприятий.
27. Статистический анализ инвестиционных процессов на предприятии (в стране, регионе).
28. Статистическое изучение инновационных процессов на предприятии (в стране, регионе).
29. Статистический анализ экономической эффективности производственной деятельности фирмы.
30. Экономико-статистический анализ развития промышленности Республики Беларусь (региона).

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов

1. Объект, предмет и методы статистики.
2. Статистическое наблюдение.
3. Виды статистического наблюдения.
4. Контроль результатов статистического наблюдения. Ошибки статистического наблюдения.
5. Группировки статистических данных. Интервалы группировок.
6. Статистическая сводка.
7. Ряды распределения. Графическое изображение вариационных рядов.
8. Статистические таблицы.
9. Обобщающие статистические показатели.
10. Абсолютные и относительные величины
11. Относительные величины планового задания, выполнения планового задания, динамики, структуры, координации, наглядности, интенсивности.
12. Средние величины. Степенные средние величины
13. Средняя арифметическая. Математические свойства средней арифметической величины.
14. Мода. Медиана. Квартиль, дециль.
15. Понятие о вариации признака.
16. Абсолютные показатели вариации и порядок их расчёта.
17. Относительные показатели вариации и порядок их расчёта.
18. Дисперсия альтернативного признака.
19. Виды дисперсий и правило их сложения.
20. Нормальное распределение.
21. Моменты распределения
22. Показатели асимметрии и эксцесса.
23. Сущность связей, изучаемых статистикой. Функциональные и корреляционные связи.
24. Статистические методы выявления корреляционной связи между признаками
25. Корреляционно-регрессивный анализ.
26. Измерение тесноты корреляционной связи между двумя признаками.
27. Непараметрические показатели измерения тесноты связи признаков.
28. Понятие о рядах динамики. Их виды.
29. Аналитические показатели рядов динамики
30. Средние показатели динамики.
31. Методы выявления основной тенденции (тренда) в рядах динамики.
32. Сущность выборочного наблюдения.
33. Теоретические основы выборочного наблюдения.
34. Ошибки выборки.
35. Виды и способы отбора единиц в выборочную совокупность
36. Сущность индексов и их виды.

37.Агрегатная форма индексов и правила их построения. Средние индексы.

38.Индексы переменного и фиксированного состава. Индекс, структурных сдвигов.

39.Цепные и базисные индексы.

40.Индексный факторный анализ.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- подготовка сообщений по заданным темам;
- проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

<p>Название дисциплины с которой требуется согласование</p>	<p>Название кафедры</p>	<p>Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине</p>	<p>Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола заседания кафедры)</p>
<p>Согласование не требуется</p>	<p>Кафедра «Экономика и логистика»</p>		<p>Содержание данной учебной программы не требует согласования с другими учебными дисциплинами специальности Протокол № _____ от «__» _____ 202</p>