

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «Российский государственный
профессионально-педагогический университет»
Учреждение Российской академии образования «Уральское отделение»

С. Л. Логинова

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СТАТИСТИКИ

Конспект лекций

*Допущено Научно-методическим советом по экономике и управлению
Учебно-методического объединения по профессионально-педагогическому
образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по специальности 050501.18 – Профессиональное обучение
(экономика и управление)*

Екатеринбург
РГППУ
2011

УДК 33(075.8)

ББК С6я73-2

Л69

Логинава С. Л.

Л69 **Общая теория статистики: конспект лекций / С. Л. Логинава.**
Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2011. 90 с.
ISBN 978-5-8050-0435-4

В конспекте лекций кратко раскрывается методология общей теории статистики. Последовательно и логично рассмотрены основные методы измерений в экономике, методы организации сбора и обработки данных статистического наблюдения, их анализа с помощью обобщающих показателей, методы статистического прогнозирования.

Предназначен для студентов специальности 050501.18 Профессиональное обучение (экономика и управление) и других экономических специальностей.

УДК 33(075.8)

ББК С6я73-2

Рецензенты: доктор экономических наук, профессор А. Г. Мокроносов; кандидат экономических наук, доцент Е. И. Чучкалова (ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»); кандидат экономических наук, доцент Т. В. Попп (ГОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения»)

ISBN 978-5-8050-0435-4

© ФГАОУ ВПО «Российский
государственный профессионально-
педагогический университет», 2011
© Логинава С. Л., 2011

Оглавление

Введение	5
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
Контрольные вопросы	86
Заключение	87
Библиографический список.....	88

Введение

В условиях современной экономики значительно повышаются требования к качеству подготовки специалиста. Чтобы быть конкурентоспособным на рынке труда, современный специалист в сфере экономики и управления должен владеть количественными методами анализа и прогнозирования в экономике, в социальной сфере и бизнесе. В связи с этим в процессе подготовки студентов большое внимание уделяется изучению учебной дисциплины «Статистика». Она включает в себя два блока: курс «Общая теория статистики» и курс «Экономическая статистика».

Конспект лекций по курсу «Общая теория статистики» является фундаментом для изучения курса «Экономическая статистика».

Цель данного конспекта лекций – организация самостоятельной работы студентов по овладению теоретическим материалом теории статистики.

В основные задачи конспекта лекций входит помощь студентам:

- в овладении общими основами статистической науки;
- овладении методологией проведения статистических измерений;
- формировании навыков статистического анализа, обработки

результатов и прогнозирования.

Конспект лекций построен в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов специальности 050501.65 Профессиональное обучение (экономика и управление) и рабочими программами по изучаемой дисциплине.

Конспект лекций отражает методологию статистической науки и раскрывает два основных направления теории статистики – описательное и аналитическое.

Конспект создан на основе нормативных, инструктивных, научно-методических материалов, а также с учетом опыта преподавания автора.

Конспект включает в себя краткое изложение 9 лекций. В материал каждой лекции входит несколько основных вопросов, представленных в плане ее изучения. После изложения содержания каждой лекции даны контрольные вопросы для закрепления изученного материала и самопроверки студентов.

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. Основной метод, используемый на данном эта-

ле, – метод статистических группировок. В результате его реализации осуществляется переход от больших массивов статистических данных к компактному и удобному 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

Организационные формы статистического наблюдения	Виды статистического наблюдения		Способы статистического наблюдения
	по времени регистрации фактов	по охвату единиц совокупности	
1. Статистическая отчетность 2. Специально организованное наблюдение 3. Регистры	1. Текущее, или непрерывное 2. Прерывное: <ul style="list-style-type: none"> • периодическое; • единовременное 	1. Сплошное 2. Несплошное: <ul style="list-style-type: none"> • выборочное; • основного массива; • монографическое 	1. Непосредственное 2. Документальное 3. Опрос: <ul style="list-style-type: none"> • 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].

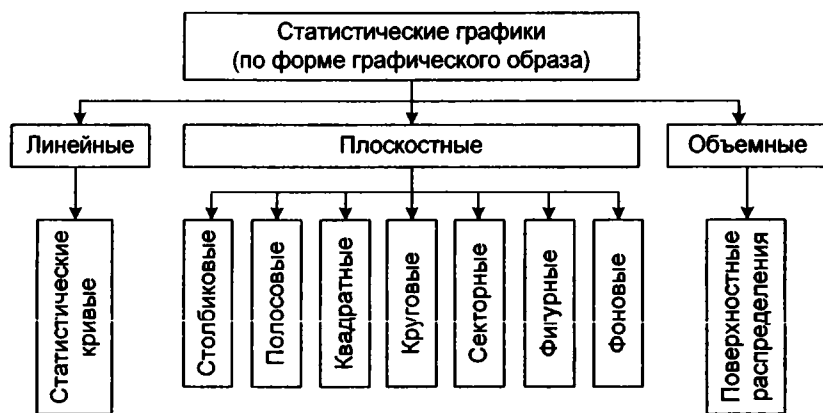


Рис. 3. Классификация статистических графиков по форме графического образа

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 продисемилле (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
$0,1 \div 0,3$	Слабая
$0,3 \div 0,5$	Умеренная
$0,5 \div 0,7$	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 рассчитываться 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, исключающих 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:

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

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

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?

Заключение

Знания в области статистической методологии и практические навыки проведения экономико-статистических расчетов (включая использование компьютерной техники), приобретенные студентами в результате изучения курса, будут полезны при освоении специальных дисциплин профессиональной подготовки – курсов экономического и финансового анализа, менеджмента, маркетинга, экономики труда и др., при написании курсовых работ и выполнении выпускных квалификационных работ.

Конспект лекций разработан в качестве дополнения к имеющимся учебникам и учебным пособиям по изучаемому предмету и предназначен для формирования навыков самостоятельной работы студентов при изучении теоретических основ методологии статистики, умения статистического анализа.

Представленный в конспекте лекций информационно-методический материал должен помочь студентам получить представление о дисциплине «Статистика», наиболее результативно организовать работу по овладению статистическими методами.

Распространенное представление о возможности доказать любое явление с помощью статистики хотя и не лишено оснований, однако слишком преувеличено, так как статистические методы анализа данных, будучи безупречными с научно-методологической точки зрения, имеют строго определенные условия и границы применения. Даже незначительное нарушение этих условий и границ может привести к получению недостаточно объективной статистической информации и, следовательно, к неправомерным заключениям и выводам о состоянии и тенденциях развития изучаемого явления. Ввиду этого при изучении статистической методологии студент должен не только овладеть принятыми в отечественной и международной практике статистическими методами, но и научиться правильно их применять при анализе и оценке того или иного конкретного социально-экономического явления или процесса.

Библиографический список

Основная литература

1. *Васильева Э. К.* Статистика: учебник для студентов, обучающихся по специальностям экономики и управления / Э. К. Васильева, В. С. Лялин. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 399 с.
2. *Гусаров В. М.* Статистика: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / В. М. Гусаров, Е. И. Кузнецова. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 479 с.
3. *Елисеева И. И.* Статистика: учебник для вузов / И. И. Елисеева. Москва: ТК «Велби»: Проспект, 2005. 385 с.
4. *Неганова Л. М.* Статистика: конспект лекций / Л. М. Неганова. Москва: Юрайт, 2010. 220 с.

Дополнительная литература

5. *Баклушина О. А.* Краткий курс по экономической статистике: учебное пособие / О. А. Баклушина. Москва: Окей-книга, 2009. 144 с.
6. *Башкатов Б. И.* Практикум по национальному счетоводству: учебное пособие / Б. И. Башкатов, Б. Т. Рябушкин; под ред. Б. И. Башкатова. Москва: Финансы и статистика, 2004. 320 с.
7. *Блинова В. С.* Статистика в вопросах и ответах: учебное пособие / В. С. Блинова. Москва: ТК «Велби»: Проспект, 2004. 344 с.
8. *Голуб Л. А.* Социально-экономическая статистика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Л. А. Голуб. Москва: ВЛАДОС, 2001. 272 с.
9. *Гольшев А. В.* Краткий курс по статистике: учебное пособие / А. В. Гольшев. 2-е изд. Москва: Окей-книга, 2008. 188 с.
10. *Громыко Г. Л.* Теория статистики: практикум / Г. Л. Громыко. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: ИНФРА-М, 2004. 368 с.
11. *Елисеева И. И.* Практикум по макроэкономической статистике: учебное пособие / И. И. Елисеева, С. А. Силаева, А. Н. Щирина. Москва: ТК «Велби»: Проспект, 2007. 288 с.
12. *Колесникова И. И.* Статистика: учебное пособие / И. И. Колесникова, Г. В. Круглякова. Москва: Новое знание, 2005. 208 с.
13. *Неганова Л. М.* Общая теория статистики: учебное пособие / Л. М. Неганова. Москва: РИОР, 2007. 96 с.

14. *Татарников Е. А.* Система национального счетоводства: конспект лекций / Е. А. Татарников. Москва: ПРИОР-ИЗДАТ, 2004. 80 с.

15. *Чижова Л. П.* Практикум по социально-экономической статистике: учебное пособие / Л. П. Чижова. Москва: ИТК «Дашков и К^о», 2003. 188 с.

16. *Экономическая статистика: учебник / под ред. Ю. Н. Иванова.* 2-е изд., доп. Москва: ИНФРА-М, 2004. 480 с.

Учебное издание

Логинова Светлана Леонидовна

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СТАТИСТИКИ

Конспект лекций

Редактор Е. А. Ушакова
Компьютерная верстка Н. А. Ушениной

Печатается по постановлению
редакционно-издательского совета университета

Подписано в печать 14.10.11. Формат 60×84/16. Бумага для множ. аппаратов.
Печать плоская. Усл. печ. л. 6,3. Уч.-изд. л. 6,5. Тираж 500 экз. Заказ № *103*.
Издательство Российского государственного профессионально-педагогического университета. Екатеринбург, ул. Машиностроителей, 11.

Отпечатано ООО "ТРИКС"
Свердловская обл., г. Верхняя Пышма, ул. Феофанова, 4
www.printvp.ru