МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Т.Н. Колесник

СТАТИСТИКА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

(для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 6.030504 – «Экономика и предпринимательство», а также для иностранных студентов)

Харьков – ХНАГХ – 2009

«Статистика»: Конспект лекций (для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 6.030504 – «Экономика и предпринимательство», а также для иностранных студентов) / Сост. Колесник Т.Н. – Харьков: ХНАГХ, 2009. – 109 с.

Автор: к.э.н., доц. Т.Н. Колесник

Рецензент: зав. кафедры менеджмента и маркетинга в городском хозяйстве ХНАГХ, проф., к.э.н. Е.Н. Кайлюк

Рекомендовано на заседании кафедры менеджмента и маркетинга в городском хозяйстве, протокол № 7 от 18.02.2009 г.

Содержание

Введение

В системе экономических наук важная роль принадлежит статистической науки. Она рассматривает основные понятия, категории науки, методы изучения социально-экономических явлений, правила сбора и обработки статистической информации, методы анализа.

Главное предназначение курса заключается в том, чтобы дать студентам основы знаний в области статистики как науки, которая освещает и дает количественное выражение всем общественным явлениям, а также прививает навыки применения теоретических знаний по статистике при анализе реальных общественных явлений.

В освоении статистической методологии большое значение имеет самостоятельное решение студентом практических примеров, задач, которое способствует более глубокому пониманию тем курса, прочному усвоению вопросов теории статистики, приобретению навыков в расчетах статистических показателей.

Освоение указанных материалов и рекомендуемой литературы позволяет студентам целенаправленно и заблаговременно подготовиться к сдаче экзамена, а также применить полученные знания в своей практической работе.

Тема 1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАТИСТИКИ

Вопросы для теоретической подготовки

1.1. Понятие о статистике. Значение статистики как общественной науки.
1.2. Предмет статистической науки.
1.3. Метод статистики.

1.1. Понятие о статистике. Значение статистики как общественной науки

Слово «статистика» происходит от латинского слова «status»- положение, состояние явлений.

Термин «статистика» употребляется в различных значениях.

Так, под ***статистикой*** понимается практическая деятельность по сбору, накоплению, обработке и анализу цифровых данных, характеризующих население, экономику, культуру, образование и др. явления в жизни общества.

Статистикой также называют особую науку, т.е. отрасль знаний, изучающую явления в жизни общества с их количественной стороны.

Между статистической наукой и практикой существует тесная связь и зависимость.

Статистика имеет многовековую историю. Ее возникновение и развитие обусловлено такими потребностями, как подсчет населения, скота, учет земельных угодий, имущества. Наиболее ранние сведения о таких работах в Китае относятся к XXIII в. до нашей эры. В Древнем Риме проводились цензы (учеты) свободных граждан и их имущества, многообразная практика учетно-статистических работ стала подвергаться теоретическим обобщениям. Началось формирование статистической науки.

Статистика как наука возникла во второй половине XVII века. Считается, что основы статистической науки заложены английским экономистом У. Петти (1623-1687).

Опыт статистики нашел отражение в трудах таких видных ученых, как немецкие ученые Г. Конринг, Г. Ахенваль, А. Шлицер, русские М.В. Ломоносов, И.К. Кирилов, В.Н. Татищев и др.

Таким образом, история развития статистики показывает, что статистическая наука сложилась в результате теоретического обобщения накопленного человечеством передового опыта учетно-статистических работ, и обусловлена, прежде всего, потребностями управления жизни общества.

Статистика - это общественная наука, которая присущими только ей методами изучает количественную сторону массовых явлений в неразрывной связи с их качественной стороной. Она дает числовые выражения закономерностям развития общественных явлений в конкретных условиях места и времени.

1.2. Предмет статистической науки

Статистика как наука имеет свой предмет исследования. Она изучает с количественной стороны (в непосредственной связи с качественным содержанием) массовые социально-экономические явления.

Предметом статистического изучения выступают совокупности тех или иных явлений. Статистическая совокупность состоит из единиц совокупности. Каждая единица совокупности представляет собой частный случай проявления изучаемой закономерности.

Единицы совокупности обладают определенными свойствами, качествами. Эти свойства принято называть ***признаками.***

Под ***признаком*** в статистике понимается характерное свойство, черта изучаемого явления, отличающая его от других явлений (пол, национальность).

Иногда понятие признака изучаемого явления отождествляется с понятием «статистический показатель».

Статистический показатель - это количественная оценка свойства изучаемого явления (объем).

В зависимости от целевой функции статистических показателей их можно подразделить на два вида:

- учетно-оценочные показатели;
- аналитические показатели.

Учетно-оценочные показатели - это статистическая характеристика размера качественно определенных социально-экономических явлений в конкретных условиях места и времени,

Аналитические показатели применяют для анализа статистической информации, они характеризуют особенности развития изучаемого явления (расчетные показатели, относительные и средние величины, показатели динамики и вариации, тесноты связи и др.).

Надо иметь в виду, что в статистических показателях выражается единство качественной и количественной сторон. Изучаемый признак отображает лишь качественную особенность изучаемого явления.

Изучаемые статистикой признаки могут выражаться как смысловыми понятиями, так и числовыми значениями.

Признаки, выраженные смысловыми понятиями, принято называть атрибутивными или описательными (например, пол человека).

Признаки, выраженные числовыми значениями, называются количественными (например, возраст).

Признаки, принимающие различные значения у отдельных единиц изучаемого явления, называется ***варьирующими.***

Значение варьирующего признака у отдельных единиц изучаемого явления называют ***вариантом*** **(X_i)**, частота встречаемости вариантов – ***частотой*** **(f_i)**.

Признаки различаются способами их измерения и другими особенностями.

Первичные признаки - характеризуют единицу совокупности в целом. Это абсолютные величины.

Вторичные признаки **–** не измеряются непосредственно, а рассчитываются.

Прямые - это свойства, непосредственно присущие тому объекту, который ими характеризуется (например, поголовье коров колхоза, численность рабочих завода).

Косвенные признаки – являются свойствами, присущими не самому объекту, а другим совокупностям, относящимся к объекту, входящим в него (например, продуктивность коров, оплата труда рабочим).

Выделяются альтернативные признаки, которые могут принимать только два значения.

Дискретные признаки - это количественные признаки, которые могут принимать отдельные значения, без промежуточных значений между ними, чаще целочисленные (например, число комнат).

Непрерывные, точнее непрерывно варьирующие признаки способны принимать любые значения, конечно, в отдельных границах. К непрерывным относятся расчетные - как результат деления.

Моментные признаки характеризуют изучаемый объект в какой-то момент времени, установленный планом статистического исследования, они существуют на любой момент времени и характеризуют наличие чего-либо (например, численность населения, размер жилья - **S**).

Интервальные признаки - это признаки, характеризующие результаты процессов. Их значения могут возникать только за интервал времени: год, месяц, сутки, но не на момент времени (например, число родившихся за год).

1.3. Метод статистики

Для изучения своего предмета статистика разрабатывает и принимает разнообразные методы, совокупность которых образует статистическую методологию.

Применение в статистических исследованиях конкретных методов предопределяется поставленными при этом задачами и зависит от характера исходной информации.

Общей основой разработки и применения статистической методологии являются принципы диалектического подхода к изучению явлений жизни и общества. При статистическом изучении социально-экономических явлений руководствуются положением материалистической диалектики о переходе количественных изменений в качественные.

Все многообразие статистических методов систематизируется по их целевому применению в последовательно выполняемых при этом трех стадиях экономико-статистического исследования:

1) сбор первичной статистической информации;

2) статистическая сводка и обработка первичной информации;

3) анализ статистической информации.

Для осуществления начальной стадии статистического исследования применяются методы массового наблюдения.

Важным методом второй стадии является метод статистических группировок.

На третьей стадии проводится анализ статистической информации на основе применения обобщающих статистических показателей: абсолютных, относительных и средних величин, статистических коэффициентов и др.

Тема 2. СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Вопросы для теоретической подготовки

2.1. Сущность статистического наблюдения и его задачи.
2.2. Основные организационные формы статистического наблюдения.
2.3. Виды и способы статистического наблюдения.
2.4. Программно-методологические и организационные вопросы статистического наблюдения.
2.5. Ошибки статистического наблюдения и виды контроля.

2.1. Сущность статистического наблюдения и его задачи

Статистическое наблюдение - начальная стадия экономико-статистического исследования.

Оно представляет собой научно-организованную работу по собиранию массовых первичных данных о явлениях и процессах общественной жизни.

Любое статистическое наблюдение осуществляется с помощью оценки и регистрации признаков единиц изучаемой совокупности в соответствующих документах.

Статистическое наблюдение должно отвечать ***следующим требованиям:***

- наблюдаемые явления должны иметь научную или практическую ценность, выражать определенные социально-экономические типы явлений.
- непосредственный сбор массовых данных должен обеспечить полноту фактов, относящихся к рассматриваемому вопросу, так как явления находятся в постоянном изменении и развитии.
- для обеспечения достоверности статистических данных необходима тщательная и всесторонняя проверка (контроль) качества собираемых фактов.
- научная организация статистического наблюдения необходима для того, чтобы создать наилучшие условия для получения объективных материалов.

2.2. Основные организационные формы статистического наблюдения

Статистическое наблюдение осуществляется в следующих формах:

- предоставление отчетности;
- проведение специально организованных статистических наблюдений;
- сбор статистической информации по деловым документам.

Отчетностью называют такую организованную форму статистического наблюдения, при которой сведения поступают в виде обязательных отчетов в определенные сроки и по утвержденным формам.

При этом источником сведений, как правило, являются первичные учетные записи в документах бухгалтерского и оперативного учета.

Отчетность подразделяется на:

- общегосударственную;
- внутриведомственную.

Общегосударственная отчетность представляется как в вышестоящую организацию, так и в соответствующие органы государственной статистики.

Ведомственная отчетность представляется только в вышестоящие органы.

Отчетность подразделяется на:

- текущую, представляемую в течение года;
- годовую, которая является наиболее полной по составу отображаемых показателей.

Любая форма отчетности содержит следующие реквизиты (сведения):

- номер формы и дата утверждения;
- название формы;
- название предприятия, объединения, министерства;
- адрес или местонахождение данного предприятия;
- срок представления отчета;
- адрес, куда представляется отчет;
- подписи лиц, ответственных за составление отчетности.

Однако в ряде случаев сведения не могут быть получены только через отчетность, тогда организуют различного рода специальные обследования. Специально организованное статистическое наблюдение представляет собой сбор сведений посредством переписей, единовременных учетов и обследований (например, перепись населения, перепись промышленного оборудования и др.). Социологические обследования проводят от случая к случаю по мере возникновения какого-либо явления.

2.3. Виды и способы статистического наблюдения

Виды статистического наблюдения различают:

- по времени регистрации данных;
- по степени охвата единиц исследуемой совокупности.

По характеру регистрации данных во времени различают наблюдение:

- непрерывное, или текущее;
- прерывное (периодическое).

Прерывное наблюдение, в свою очередь, подразделяется на:

- наблюдение периодическое;
- наблюдение единовременное.

Текущим (непрерывным) является наблюдение, которое ведется систематически. При этом регистрация фактов производится по мере их свершения (например, регистрация актов гражданского состояния).

Прерывным (периодическим) называется наблюдение, которое повторяется через определенные промежутки времени (например, ежегодная перепись скота, регистрация цен ярмарочной торговли).

Одновременные (разовые) наблюдения проводят по мере надобности, время от времени, без соблюдения строгой периодичности или вообще проводят единожды (например, мнение покупателей о качестве товаров).

По степени охвата единиц изучаемой совокупности различают:

- сплошные статистические наблюдения;
- несплошные статистические наблюдения.

Сплошным называют наблюдение, при котором обследованию подвергают все единицы изучаемой совокупности (например, перепись населения).

Несплошным называется наблюдение, при котором обследованию подвергаются не все единицы, а только заранее установленную их часть (например, изучение торговых оборотов и цен на городских рынках).

Виды несплошного наблюдения:

- выборочное;
- метод основного массива;
- анкетное;
- монографическое.

Основным видом несплошного наблюдения является выборочное.

Выборочным называется наблюдение, при котором характеристика всей совокупности фактов дается по некоторой их части, отобранной в случайном порядке (например, контроль качества продукции, спрос населения на товары народного потребления).

Метод основного массива состоит в том, что обследованию подвергается та часть единиц совокупности, у которой величина изучаемого признака является преобладающей во всем объеме (например, наблюдение за работой городских рынков).

В ***анкетном обследовании*** сбор данных основан на принципе добровольного заполнения адресатами анкет (листов опроса). К этому методу прибегают, когда не требуется высокая точность сведений, в частности, при проведении социологических обследований (например, для опроса читателей в библиотеке, для изучения спроса населения в торговле).

Монографическое обследование представляет собой детальное, глубокое изучение и описание отдельных, характерных в каком-либо отношении единиц совокупности (например, передовой опыт отдельных хозяйств, работа магазинов, перешедших на новые формы обслуживания).

Различают такие способы наблюдения:

- непосредственное наблюдение;
- документальное наблюдение;
- опрос.

Непосредственным является наблюдение, при котором сами регистраторы путем замера, взвешивания или подсчета устанавливают факт, подлежащий регистрации, и на этом основании производят записи в формуляре наблюдения (например, инвентаризация - учет остатков товаров в торговле).

При документальном учете фактов источником сведений служат соответствующие документы. Этот способ используют при сопоставлении предприятиями и учреждениями отчетности на основе документов первичного учета. Данный способ наблюдения обеспечивает большую точность сведений.

Опрос - это наблюдение, при котором ответы на изучаемые вопросы записывают со слов опрашиваемого (например, перепись населения).

В статистике применяют следующие способы опроса:

- экспедиционный (устный опрос);
- саморегистрация;
- корреспондентский способ.

Экспедиционный способ заключается в том, что специально подготовленные работники, которых обычно называют счетчиками или регистраторами, сами устанавливают учитываемые факты путем непосредственного наблюдения на основании документов или опроса соответствующих лиц и сами заполняют формуляр наблюдения.

При способе саморегистрации (самоисчислении) соответствующие документы заполняют сами опрашиваемые.

Корреспондентский способ заключается в том, что сведения в органы, ведущие наблюдение, сообщают их корреспонденты.

2.4. Программно-методологические и организационные вопросы статистического наблюдения

Организационный план статистического наблюдения содержит две группы вопросов:

1) программно-методологические;
2) организационные.

К первой группе относятся вопросы, связанные с определением цели, объекта и единицы наблюдения, разработкой программы наблюдения, проектированием формуляров и текста инструкций, установлением источников и способов сбора данных.

Вторая группа включает вопросы об органе наблюдения, сроках и месте проведения наблюдения, составлении предварительных списков единиц изучаемой статистической совокупности, расстановке и подготовке кадров и др.

Объектом статистического наблюдения называется совокупность единиц изучаемого явления, о которых должны быть собраны статистические данные.

Единица наблюдения - это первичный элемент объекта статистического наблюдения, являющийся носителем признаков, подлежащих регистрации и основой ведущегося при обследовании счета.

Основным вопросом статистического наблюдения является его программа, подлежащая изучению. В программу наблюдения должны включаться только те вопросы, которые отвечают задачам исследования и на которые могут быть получены правдивые, достоверные ответы.

При организации статистического наблюдения должен быть решен вопрос о времени проведения наблюдения, включая выбор сезона наблюдения, установление срока (периода) и критического момента наблюдения.

Под периодом (сроком) проведения наблюдения понимается время начала и окончания сбора сведений.

Время наблюдения – это время, к которому относятся данные собранной информации.

Критической называют дату, по состоянию на которую сообщаются сведения.

2.5. Ошибки статистического наблюдения и виды контроля

В зависимости от характера и степени влияния на конечные результаты наблюдения, а также исходя из источников и причин возникновения неточностей, допускаемых в процессе статистического наблюдения, обычно выделяют: ошибки регистрации и ошибки репрезентативности (представительности).

1. ***Ошибки регистрации*** возникают вследствие неправильного установления фактов в процессе наблюдения или неправильной их записи.

Они подразделяются на:

- случайные;
- систематические.

Случайные ошибки - это, как правило, ошибки регистрации, которые могут быть допущены как опрашиваемыми в их ответах, так и регистраторами при заполнении бланков.

Систематические ошибки могут быть:

- преднамеренными;
- непреднамеренными.

Преднамеренные ошибки получаются в результате того, что опрашиваемый, зная действительное положение дела, сознательно сообщает неправильные данные.

Непреднамеренные ошибки вызываются случайными различными причинами.

2. ***Ошибки репрезентативности*** свойственны несплошному наблюдению. Они возникают в результате того, что состав, отобранный для обследования части единиц совокупности недостаточно полно отображает

состав всей изучаемой совокупности, хотя регистрация сведений по каждой отобранной для обследования единице была проведена точно.

Ошибки репрезентативности могут быть:

1) случайными;
2) систематическими.

Случайные ошибки репрезентативности - это отклонения, возникающие при несплошном наблюдении из-за того, что совокупность отобранных единиц наблюдения неполно воспроизводит всю совокупность в целом. Они могут быть оценены математическими методами.

Систематические ошибки репрезентативности – это отклонения, возникающие вследствие нарушения принципов случайного отбора единиц изучаемой совокупности. Они не поддаются количественной оценке.

Для выявления и устранения допущенных при регистрации ошибок могут применяться:

- счетный контроль собранного материала;
- логический контроль собранного материала.

Счетный контроль заключается в проверке точности при составлении отчетности или заполнении формуляров отчетности.

Логический контроль заключается в проверке ответов на вопросы программы наблюдения путем их логического осмысления или путем сравнения полученных данных с другими источниками по этому же вопросу.

Тема 3. СВОДКА И ГРУППИРОВКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Вопросы для теоретической подготовки

3.1. Понятие о статистической сводке.
3.2. Задачи статистических группировок, их виды.
3.3. Принципы выбора группировочного признака. Образование групп и интервалов группировки.
3.4. Статистические ряды распределения.

3.1. Понятие о статистической сводке

Важнейшим этапом исследования социально-экономических явлений и процессов является систематизация первичных данных и получение на этой основе сводной характеристики объекта в целом с помощью обобщающих показателей, что достигается путем сводки и группировки первичного статистического материала.

Сводка - это комплекс последовательных операций по обобщению конкретных единичных фактов для выявления типичных черт и закономерностей, присущих изучаемому явлению.

По глубине и точности обработки материалов различают сводку простую и сложную.

Простая сводка - это операция по подсчету общих итогов по совокупности единиц наблюдения.

Сложная сводка - это комплекс операций, включающих группировку единиц наблюдения, подсчет итогов по каждой группе и по всему объекту и представление результатов группировки и сводки в виде статистических таблиц.

Проведение сводки необходимо осуществлять по следующим этапам:

- выбор группировочного признака;
- определение порядка формирования групп;
- разработка системы статистических показателей для характеристики групп и объекта в целом;

- разработка макетов статистических таблиц для представления результата сводки.

По форме обработки материалов сводка бывает:

- ***централизованной*** - когда весь первичный материал поступает в одну организацию, подвергается в ней обработке от начала до конца;
- ***децентрализованной*** - когда отчеты предприятий сводятся статистическими органами субъектов Украины, а полученные итоги поступают в Госкомстат Украины и там определяют итоговые показатели в целом по народному хозяйству страны.

По технике выполнения статистическая сводка бывает: механизированная (с использованием ЭВМ) и ручная.

3.2. Задачи статистических группировок, их виды

Группировка- расчленение единиц изучаемой совокупности на однородные группы по определенным, существенным для них признакам.

Признаки, положенные в основу группировки, по которым производится распределение единиц совокупности на группы, называются ***группировочными признаками.*** Особым видом группировки является ***классификация.*** **Эта** объективная необходимость разработки классификации обусловлена разнообразием атрибутивных признаков при изучении многочисленных явлений и процессов (например, классификация по труду основных фондов).

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

С помощью метода группировок решают ***следующие задачи:***

1. Выделение социально-экономических типов явления.
2. Изучение структуры явления и структурных сдвигов, происходящих в нем.
3. Выявление связей и зависимости между явлениями.

Виды группировок:

- типологическая;
- структурная;
- аналитическая;
- комбинированная.

Типологическая группировка - важнейшим ее содержанием является выделение из множества признаков, характеризующих изучаемое явление, основных типов качественно однородных.

При использовании типологических группировок важное значение имеет правильный выбор группировочного признака.

При атрибутивном признаке с незначительным разнообразием его значений число групп определяется свойствами изучаемого явления.

Введение типов на основе количественных признаков состоит в определении групп с учетом величины изучаемых признаков, при этом очень важно правильно установить интервал группировки.

Структурные группировки - это группировки, используемые для изучения строения изучаемой совокупности. В большинстве своем структурные группировки производят на основе образования качественно однородных групп. С помощью структурной группировки изучаются, например, работники по профессиям, возрасту, образованию и т.д.

Для изучения явлений и связи между отдельными признаками используется ***аналитическая группировка.***

Комбинированная группировка - образование групп по двум и более признакам, взятым в определенном сочетании. При этом группировочные признаки необходимо располагать, начиная с атрибутивного в определенной последовательности.

3.3. Принципы выбора группировочного признака. Образование групп и интервалов группировки

Социально-экономические явления отличаются большим многообразием форм своего развития, поэтому при группировке встает вопрос о выборе того признака, который адекватен цели исследования и характеру исходной функции.

Определяющими являются признаки, которые наиболее полно характеризуют объект и позволяют выбрать его типичные черты и свойства.

Все многообразие признаков, на основе которых могут формироваться статистические группы, классифицируются:

1) по форме выражения:

- атрибутивные (не имеющие количественного выражения);
- количественные.

2) по характеру колеблемости:

- альтернативные, которыми одни единицы обладают, а другие – нет;
- имеющие множество количественных признаков.

3) по той роли, которую играют признаки во взаимосвязи изучаемых явлений:

- факторные, которые воздействуют на другие признаки;
- результативные, которые испытывают влияние на себе.

Следующим важным шагом после определения группировочного признака является распределение единиц совокупности по группам. Здесь встает вопрос о количестве групп и величине интервала, которые между собой взаимосвязаны. Так, чем больше число групп, тем меньше величина интервала и наоборот. Поэтому одним из основных требований является выбор такого числа групп и величины интервала, который позволит более равномерно распределить единицы совокупности по группам.

Количество групп во многом зависит от того, какой признак служит основанием группировки. В зависимости от степени колеблемости группировочного признака, характера распределения статистической совокупности, устанавливаются интервалы равные и неравные. При более или менее равномерной разности между верхней и нижней границами интервала устанавливаются одинаковые границы во всех группах. Число групп тесно связано с объемом совокупности. Так, при равенстве интервалов для ориентировки существует формула, предложенная американским ученым ***Стерджессом,*** с помощью которой можно определить число групп (**n**) при известной численности совокупности **(N):**

$$\mathbf{n = 1 + 3{,}322\ lg\ N.} \qquad (3.1)$$

Зная размах колеблемости значений изучаемого признака во всей совокупности и намеченное число групп, величину равного интервала определяют по формуле

$$\mathbf{i = (X_{max} - X_{min}) : n,} \qquad (3.2)$$

где $\mathbf{X_{max}}$ - максимальное значение интервала;

$\mathbf{X_{min}}$ - минимальное значение интервала;

n - число групп.

В большинстве случаев в экономической практике применяют неравные интервалы, прогрессивно возрастающие или убывающие. При определении величины интервала и распределении единиц объекта наблюдения по группам важное значение имеет точное установление границ, которые в большинстве обозначаются указанием значений признаков «от» и «до» для единиц, включаемых в данную группу.

Получение серединного значения интервала:

1. Этот показатель можно рассчитать суммированием верхних и нижних границ интервала и делением суммы пополам (среднеарифметическая простая).

2. Расчет осуществляют прибавлением к среднему значению второго интервала величины равного интервала.

3.4. Статистические ряды распределения

Результаты сводки и группировки материалов статистического наблюдения оформляют в виде статистических рядов распределения и таблиц.

Статистические ряды распределения - упорядоченное расположение единиц изучаемой совокупности на группы по группировочному признаку.

Ряды распределения, образованные по качественному признаку, называются ***атрибутивными*** (например, распределение по профессиям, образованию).

При группировке рядов по количественному признаку получают ***вариационные*** ряды. При этом они бывают ***дискретными*** (прерывными), основанными на прерывной вариации признака (например, число комнат в квартире), и ***интервальными*** (непрерывными), базирующихся на непрерывно изменяющимися значениях признаков, имеющие любые значения, в том числе дробные (например, величина оплаты труда).

Вариационные ряды состоят из двух элементов:

- варианты $\mathbf{X_i}$;
- частоты $\mathbf{f_i}$.

Частоты, выраженные в долях единиц или в процентах к итогу, называются ***частностями (w)***.

Тема 4. ОБОБЩАЮЩИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Вопросы для теоретической подготовки

4.1. Виды и значение статистических показателей.
4.2. Абсолютные величины и их основные виды.
4.3. Относительные величины, их значение и основные виды.

4.1. Виды и значение статистических показателей

После проведения группировки статистических данных приступают к исчислению обобщенных статистических показателей.

Обобщенные статистические показатели - отражают полную сторону изучаемой совокупности общественных явлений. Они представляют собой их величину, выраженную соответствующей единицей измерения. Эти статистические величины характеризуют объемы изучаемых процессов (например, численность работников, выпуск продукции, объем товарооборота), их соотношения (например, между рабочими и другими категориями работников). В практике исчисляют разнообразные статистические показатели, относящиеся ко многим сторонам жизни общества. Многообразие функций и целей, которые выполняют статистические показатели, определяют их виды. Так, данные, выражающие развитие явлений за отдельные периоды времени, являются ***интервальными показателями*** (например, выпуск продукции за месяц, квартал, год). Они характеризуют процесс изменения признаков.

Моментные показатели - показатели, которые отражают состояние явления на определенную дату (момент времени, например, величина товарных запасов на начало и конец периода).

Если интервальные показатели можно суммировать, то данные, приведенные на конкретную дату, - нельзя!

4.2. Абсолютные величины и их основные виды

Абсолютные величины, выражающие размеры, уровни, объемы явлений и процессов, получают в результате статистического наблюдения и сводки исходной информации.

Практически статистическая информация начинает формироваться с абсолютных величин. Ими измеряются все стороны общественной жизни.

Абсолютные величины **–** всегда числа именованные, имеющие определенную размерность, единицы измерения. Единицы измерения абсолютных величин сводятся к пяти типам.

Типы единиц измерения абсолютных величин:

- ***натуральные единицы*** - в большинстве своем соответствуют природным или потребительным свойствам предмета, товара и выражаются в физических мерах веса, длины и т.д. (например, продажа мяса - в кг, т; жидких продуктов - в л).
- ***условно-натуральные*** - такие единицы получают, приводя натуральные различные единицы к одному, принятому за основу эталону.
- ***денежные (стоимостные)*** - используют, как правило, в сопоставимых или неизменных ценах для характеристики в стоимостном выражении (например, национальный доход, товарооборот).
- ***трудовые*** - используют для определения затрат труда на производство продукции (например, чел./часы, чел./дни, чел./месяцы).
- ***для счета времени*** (например, продолжительность жизни людей измеряется в годах).

4.3. Относительные величины: их значение и основные виды

Изучая экономические явления, статистика не может ограничиваться исчислением только абсолютных величин. В анализе статической информации важное место занимают производственные обобщающие показатели - это средние и относительные величины.

Относительные величины в статистике представляют собой частное от деления двух статистических величин и характеризуют полное соотношение между абсолютными величинами.

При расчете относительных величин следует иметь в виду, что в числителе всегда находятся показатели, отражающие то явление, которое изучается, т.е. сравниваемый показатель, а в знаменателе - показатель, с которым производится сравнение, принимаемый за основание или базу сравнения.

База сравнения выступает в качестве своеобразного измерителя. В зависимости от того, какое числовое значение имеет база сравнения (основание), результат отношения может быть выражен либо в форме коэффициента и процента, либо в форме промилле или децимилле.

Существуют также именованные относительные величины (например, показатель фондоотдачи: объем выпуска продукции, среднегодовая стоимость основных фондов).

Если значение основания или базы сравнения принимается за единицу (1), эта относительная величина является коэффициентом и показывает во сколько раз изучаемая величина больше основания.

Расчет относительных величин в виде коэффициента применяют в том случае, если сравниваемая величина (т.е. числитель) существенно больше той, с которой она сравнивается. Если значение основания или базу сравнения принять за 100%, результат вычисления относительных величин будет выражаться также в %. В тех случаях, когда базу сравнения принимают за 1 тыс. (например, при исчислении демографических коэффициентов) результат сравнения выражается в промилле (‰). Относительные величины могут быть выражены и в децимилле, если основание отношения равно 10 000.

Форма выражения относительных величин (ОВ) зависит от количественного соотношения сравниваемых величин, а также от смыслового содержания полученного результата сравнения.

Расчет ОВ может быть правильным лишь при условии, что показатели, которые сравниваются, являются сопоставимыми.

По своему познавательному значению относительные величины подразделяются на следующие виды:

- процент выполнения плана;
- относительные величины динамики:

1) цепная;
2) базисная.

- относительные величины структуры (доли или удельного веса);
- относительные величины координации;
- относительные величины интенсивности;
- относительные величины уровня экономического развития;
- относительные величины сравнения.

Процент выполнения плана

Рассчитывают путем деления фактического уровня изучаемого показателя на плановый уровень:

$$\frac{Факт}{План} \times 100\ \% \tag{4.1}$$

Относительные величины динамики

Характеризуют изменение изучаемого явления во времени. Выявляют направление развития и измеряют его интенсивность. Расчет относительных величин выполняют в виде темпов роста и других показателей динамики. Рассчитывают базисные и цепные показатели.

Базисные – отношение уровня каждого последующего периода к одному, принятому за базу сравнения (ОВДБ):

$$ОВДБ = \frac{У_i}{У_0}. \qquad (4.2)$$

Цепные величины – величины с переменной базой сравнения. Отношения уровня каждого последующего периода к предыдущему (ОВДЦ):

$$ОВДЦ = \frac{У_i}{У_i - 1}. \qquad (4.3)$$

Относительные величины структуры

Характеризуют состав изучаемых совокупностей. Их исчисляют, как отношение абсолютной величины каждого из элементов совокупности к абсолютной величине всей совокупности, т.е. как отношение части к целому и представляют собой удельный вес части в целом. Как правило, относительные величины структуры выражают в % (базу сравнения принимают за 100):

$$ОВ\ структуры = \frac{часть}{целое} \times 100\%. \qquad (4.4)$$

Относительная величина координации

Представляет собой одну из разновидностей показателей сравнения. Она применяется для статистической совокупности. Показывают, во сколько раз сравниваемая часть совокупности больше или меньше части, которая принимается за основание или базу сравнения:

$$ОВ\ координации = \frac{часть}{часть} \qquad (4.5)$$

Относительные величины интенсивности

Показывают, на сколько широко распространено изучаемое явление в той или иной среде. Они характеризуют соотношение разноименных, не связанных между собой абсолютных величин.

Рассчитывают делением абсолютной величины изучаемого явления на абсолютную, характеризующую объем среды, в которой происходит развитие или распространение явления. Данный вид относительных величин показывает, сколько единиц одной совокупности приходится на единицу другой совокупности (плотность населения $= \dfrac{\text{численность населения}}{\text{территория}}$ (чел/ км^2).

Относительные величины уровня экономического развития

Это показатели, характеризующие размеры производства различных видов продукции на душу населения:

$$\text{ОВ уровня эконом. развития} = \frac{\text{годовой объем производства продукции}}{\text{средняя численность населения}} \qquad (4.6)$$

Относительные величины сравнения

Характеризуют количественное соотношение одноименных показателей, но относящихся к различным объектам статистического наблюдения (например, национальный доход Франции сопоставляется с национальным доходом Украины).

Тема 5. СРЕДНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Вопросы для теоретической подготовки

5.1. Сущность и значение средних величин.
5.2. Виды средних величин и методы их расчета.
5.3. Основные свойства средней арифметической.
5.4. Структурные средние величины.

5.1. Сущность и значение средних величин

Средняя величина - один из распространенных приемов обобщения. Важность средних величин для статической практики и науки отмечалась в работах многих ученых: В. Петти (1623-1667), Г. Кинг (1648-1712), А. Кетле (1796-1874), А. Боули (1869-1957) и др.

В 30-е и последующие годы XX столетия средние величины все чаще стали рассматриваться как социально значимая характеристика, информативность которой зависит от однородности данных.

Средние величины - обобщающие показатели, в которых находят выражение действия общих условий, закономерность изучаемого явления.

Статистические средние рассчитывают на основе массовых данных правильно статистически организованного массового наблюдения (сплошного или выборочного).

Однако статистическая средняя будет объективна и типична, если ее рассчитывают по массовым данным для качественно однородной совокупности.

Средняя величина - величина абстрактная, так как характеризует значение абстрактной единицы и поэтому отвлекается от структуры совокупности.

Средняя величина абстрагируется от разнообразия признаков у отдельных объектов, но то, что средняя является абстракцией, не лишает ее научного исследования.

В средних величинах, как и во всякой абстракции, осуществляется диалектическое единство отдельного и общего. Средняя величина отражает то общее, что складывается в каждом отдельном единичном объекте, благодаря этому средняя величина имеет большое значение для выявления закономерностей, присущих массовым общественным явлениям и не заметных в единичных явлениях.

Средние величины являются отражением значений изучаемого признака и измеряются в той же размерности, что и этот признак.

Сочетание общих средних с групповыми дает возможность ограничить качественно однородные совокупности.

5.2. Виды средних величин и методы их расчета

В практике статистической обработки материала возникают различные задачи, имеются особенности изучаемых явлений, поэтому для их решения требуются различные сведения.

В статистике используют следующие виды средних величин:

- средняя арифметическая (простая и взвешенная);
- средняя гармоническая (простая и взвешенная);
- средняя геометрическая;
- средняя квадратическая (простая и взвешенная);
- средняя хронологическая;
- мода;
- медиана.

Вопрос о том, какой вид средней необходимо применить в каждом отдельном случае, разрешают путем анализа изучаемой совокупности. Определяется материальным содержанием изучаемого явления. Только тогда средняя величина применима правильно, когда получают величины, имеющие реальный экономический смысл.

Введем следующие понятия и обозначения.

Признак, по которому находится средняя, – ***осредняемый признак X.***

Величина **X** у каждой единицы совокупности называется

индивидуальным его значением (вариантом) X_1 X_2, X_3, ...X_n.

Частота **-** повторяемость индивидуальных значений признака - **f.**

Средняя арифметическая

Наиболее распространенный вид средних величин. Она исчисляется в тех случаях, когда объем **X** получается как сумма его значений у отдельных единиц изучаемой статистической совокупности. В зависимости от характера исходных данных средняя арифметическая определяется так:

1) как средняя арифметическая невзвешенная (простая): делением количества сводного признака на число показаний

$$\overline{X}\ ap.np. = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + ... + X_n}{n}, \qquad (5.1)$$

2) как средняя арифметическая взвешенная

$$\overline{X}\ ap.взв. = \frac{\sum X_i f_i}{\sum f_i} = \frac{X_1 f_1 + X_2 f_2 + ... + X_n f_n}{f_1 + f_2 + ... + f_n}. \qquad (5.2)$$

Часто приходится рассчитывать среднее значение признака по ряду распределения, когда одно и то же значение признака встречается несколько раз. Частоты отдельных вариантов могут быть выражены не только абсолютными величинами, но и средними величинами – ***частостями (W_i).***

Заменив абсолютные значения частот соответствующими относительными величинами, получим

$$\overline{X}\ ap.взв. = \frac{\sum X_i W_i}{\sum W_i}. \qquad (5.3)$$

Взвешенная средняя учитывает различное значение отдельных вариантов в пределах совокупности.

Часто вычисление средних величин приходится производить по данным, сгруппированным в виде интервальных рядов распределения. Тогда варианты признака, из которых исчисляется средняя величина, представлены в виде интервала (от и до).

Для вычисления средних величин надо в каждом варианте определить ***серединное значение X¹***, после чего произвести взвешивание обычным порядком:

$$X^1 \cdot f\,. \tag{5.4}$$

В закрытом интервале серединное значение определяется как полусумма значений нижней и верхней границ. Иногда задача исчисления средней по величинам интервального ряда осложняется тем, что не известны крайние границы начального и конечного интервалов. В этом случае предполагается, что расстояние между границами данного интервала такое же, как и в соседнем интервале. Этот прием основан на предположении, что отдельно конкретные варианты равномерно распределены внутри интервала. Но в действительности распределение отдельных вариантов в пределах интервала может оказаться неравномерным, тогда середина интервала будет в той или иной степени отличаться от принятой средней. Это может повлиять на правильность общей средней, исчисленной по данным интервального ряда. Надо отметить, что хотя мы и используем для расчета средней из интервального ряда формулу средней арифметической взвешенной, исчисленная средняя не является точной величиной, так как в результате умножения средних значений групп на их численность мы не получим действительного значения.

Средняя гармоническая

Величина, обратная средней арифметической, т.е. статистическая информация не содержит частот по отдельным вариантам совокупности, а представлена как их произведение $(X_i \cdot f)$. В данном случае применяют формулу средней гармонической взвешенной:

$$\overline{X}\ гарм.взв. = \frac{\sum M_i}{\sum \frac{M_i}{X_i}} = \frac{M_1 + M_2 + ... + M_n}{\frac{M_1}{X_1} + \frac{M_2}{X_2} + ... + \frac{M_n}{X_n}}, \qquad (5.5)$$

где $M_i = X_i \cdot f_i$, т.е. x_i и f_i находятся не в свободном состоянии, а в связанном.

Отдельно **X** и **f** нет, например, М - валовой сбор зерна, получаемый в результате перемножения двух признаков – урожайности (X_i) на площадь участка (f_i).

В том случае, если объемы явлений, т.е. произведения по каждому признаку равны, применяется средняя гармоническая простая:

$$\overline{X}\ гарм.пр. = \frac{n}{\sum \frac{1}{X_i}}, \qquad (5.6)$$

где $\sum \frac{1}{X_i}$ - сумма обратных значений, вариант;

n – число вариант.

Средняя геометрическая

Это величина, используемая как средняя из отношений или в рядах распределения, представленных в виде геометрической прогрессии:

$$\overline{X}\ геом. = \sqrt[n]{П(X_i)} = \sqrt[n]{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot ... \cdot X_n}\ . \qquad (5.7)$$

Этой средней удобно пользоваться, когда уделяется внимание не абсолютным разностям, а отношениям двух чисел. Средняя геометрическая величина используется в расчетах среднегодовых темпов роста.

Средняя квадратическая

Используется в тех случаях, когда в совокупность включаются единицы квадратной функции (средний диаметр труб, стволов и т.д.).

Средняя квадратическая простая:

$$\overline{X}\ кв.пр. = \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{n}}\ . \quad (5.8)$$

Средняя квадратическая взвешенная:

$$\overline{X}\ кв.взв. = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 \cdot f_i}{\sum f_i}}\ . \quad (5.9)$$

Средняя хронологическая:

$$\overline{X}\ хр. = \frac{1/2X_1 + X_2 + X_3 + ... + 1/2X_n}{n-1}\ . \quad (5.10)$$

Используется в том случае, когда показатели представлены на определенный момент времени и в виде равных интервалов (например, численность населения, остатки материала на складах).

5.3. Основные свойства средней арифметической

1. От уменьшения или увеличения частот каждого значения признака $\mathbf{X_i}$ **n**-раз величина средней арифметической не изменится. Если все частоты разделить или умножить на какое-либо число, то величина средней не изменится. Это свойство дает возможность частоты заменить удельными весами - ***частостями.*** Когда вычисляют среднюю по формуле средней арифметической простой, тогда

$\overline{X} = \frac{\sum X_i \cdot d}{100}$, если d- в процентах (%); (5.11)

$\overline{X} = \sum X_i \cdot d$, если d- в долях единицы. (5.12)

2. Общий множитель индивидуальных значений признака может быть вынесен за знак средней:

$$\overline{Kx} = K \cdot \overline{x}\ . \quad (5.13)$$

3. Средняя суммы (разности) двух или нескольких величин равна сумме (разности) их средних:

$$\overline{X \pm Y} = \overline{X} \pm \overline{Y} \quad . \tag{5.14}$$

4. Если X = C, где C = const, то $\overline{X} = \overline{C} = C$

5. Сумма отклонений значений признака X от средней арифметической

$$\overline{X} = 0 \qquad\qquad \sum(X - \overline{X}) = 0$$

Изложенные выше свойства средней арифметической позволяют во многих случаях упростить ее расчет: можно из всех значений признака вычесть произвольную постоянную величину, разность сократить на общий множитель, а затем исчисленную среднюю умножить на общий множитель и прибавить произвольную постоянную величину.

Формула средней арифметической взвешенной получит следующий вид

$$\overline{X} = m_1 \cdot i + A, \tag{5.15}$$

где $m_1 = \dfrac{\sum(\frac{X - A}{i}) \cdot f}{\sum f}$.

Средняя m_1 из значения X-A/i называется ***моментом первого порядка,*** а способ вычисления средней - ***способом отсчета от условного нуля.***

5.4. Структурные средние величины

Для характеристики структуры совокупности применяют особые показатели, которые можно назвать ***структурными средними.***

Мода (M_0) - чаще всего встречающийся вариант, или ***модой*** называется то значение признака, которое соответствует максимальной точке теоретической кривой распределения. Мода представляет собой наиболее часто встречающееся или типичное значение признака.

В дискретном ряду мода - это варианта с наибольшей частотой.

В интервальном вариационном ряду моду приближенно считают как центральный вариант так называемого модального интервала, т.е. того интервала, который имеет наибольшую частоту (частность).

Конкретное значение моды для интервального ряда определяется формулой

$$M_0 = Xm_0 + im_0 \frac{(fm_0 - fm_{0-1})}{(fm_0 - fm_{0-1}) + (fm_0 - fm_{0+1})}, \qquad (5.16)$$

где Xm_0 - нижняя граница модального интервала;

im_0 - величина модального интервала;

fm_0 - частота, соответствующая модальному интервалу;

fm_{0-1} - частота, предшествующая модальному интервалу;

fm_{0+1} - частота интервала, следующая за модальным.

Медиана (M_e) - величина, которая делит численность упорядоченного вариационного ряда на две равные части: одна часть имеет значение варьирующего признака меньшее, чем средний вариант, а другая - большее.

Если предполагать, что внутри нарастание или убывание изучаемого признака происходит равномерно, то формула медианы в интервальном ряду распределения будет иметь следующий вид

$$M_e = Xm_e + im_e \frac{\sum f/2 - SM_{e-1}}{fM_e}, \qquad (5.17)$$

где Xm_e - нижняя граница медианного интервала;

Im_e - величина медианного интервала;

$\sum f/2$ - полусумма частот ряда;

SM_{e-1} - сумма накопленных частот, предшествующих медианному интервалу;

fm_e - частота медианного интервала.

Медиана находит практическое применение вследствие особого свойства: сумма абсолютных отклонений членов ряда от медианы есть величина наименьшая

$$\sum (X - M_e) = \min. \qquad (5.18)$$

Тема. 6. ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАЦИИ

Вопросы для теоретической подготовки

6.1. Понятие вариации.
6.2. Показатели вариации и способы их расчета.

6.1. Понятие вариации

Различие индивидуальных значений признака (X_i) внутри изучаемой совокупности в статистике называется ***вариацией признака.***

Она возникает в результате того, что его индивидуальные значения складываются под совокупным влиянием разнообразных факторов, которые по-разному сочетаются в каждом отдельном случае.

Термин «variatio» - изменение, колеблемость, различие. Однако не всякие различия принято называется вариацией.

Под вариацией в статистике понимают такие количественные изменения величины исследуемого признака в пределах однородной совокупности, которые обусловлены перекрещивающимся влиянием различных факторов.

Вариация бывает:

- случайная;
- периодическая.

6.2. Показатели вариации и способы их расчета

Для характеристики колеблемости признака используют такие показатели:

- размах вариации;
- среднее линейное отклонение (простое и взвешенное);
- показатель дисперсии (простой и взвешенной);
- среднее квадратическое отклонение (простое, взвешенное);
- коэффициент осцилляции;

- относительное линейное отклонение;
- коэффициент вариации.

Наиболее простой величиной вариации является ***размах вариации,*** определенный как разность между наибольшим (X_{max}) и наименьшим (X_{min}) значениями вариации:

$$R = X_{\max} - X_{\min} \tag{6.1}$$

Но этот показатель улавливает только крайние значения и не отражает всех отклонений в ряду.

Чтобы дать обобщающую характеристику распределению отклонений, исчисляют ***среднее линейное отклонение*** $(\bar{d})$***,*** которое учитывает различие всех единиц изучаемой совокупности. Среднее линейное отклонение определяется как среднее арифметическое из отклонений индивидуальных значений от средней без учета знаков этих отклонений:

$$\bar{d}\ пр. = \frac{\sum \left| X - \overline{X} \right|}{n} \tag{6.2}$$

или

$$\bar{d}\ взв. = \frac{\sum \left| X - \overline{X} \right| \cdot f}{\sum f}\ . \tag{6.3}$$

На практике меру вариации более объективно отражает показатель ***дисперсии*** (σ^2)- средний квадрат отклонений, определяемый как средняя из отклонений, возведенных в квадрат $(X - \overline{X})^2$:

$$\bar{\sigma}\ пр^2 = \frac{\sum (X - \overline{X})^2}{n}\ ; \tag{6.4}$$

$$\overline{\sigma^2}\ взв = \frac{\sum (X - \overline{X})^2 \cdot f}{\sum f}\ . \tag{6.5}$$

Корень квадратный из дисперсии σ^2 среднего квадрата отклонений представляет собой среднее квадратическое отклонение

$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ (простое и взвешенное).

Среднее квадратическое отклонение является мерилом надежности средней: чем меньше среднее квадратическое отклонение, тем лучше среднее арифметическое отражает собой всю представляемую совокупность.

Дисперсия обладает рядом свойств (доказываемых в математической статистике), которые позволяют упростить расчеты:

1. Если из всех значений вариант отнять какое-то постоянное число А, то средний квадрат отклонений от этого не изменится

$$\sigma_{(Xi-A)^2} = \sigma^2 \ . \qquad (6.6)$$

2. Если все значения вариант разделить на какое-то постоянное число А, то средний квадрат отклонений уменьшается от этого в A^2 раз, а среднее квадратическое отклонение в А раз:

$$\sigma_{(\frac{Xi}{A})}^2 = \sigma^2 \div A^2 \ . \qquad (6.7)$$

3. Если исчислить средний квадрат отклонений от любой величины А, которая в той или иной степени отличается от средней арифметической, то он всегда будет больше среднего квадрата отклонений, исчисленного от средней арифметической:

$$\sigma_A^2 > \sigma_X^2 \ , \qquad (6.8)$$

при этом больше на вполне определенную величину и на квадрат разности между средней и этой условно взятой величиной, т.е. на $(\overline{X} - A^2)$:

$$\sigma^2 = \sigma_A^2 + (\overline{x} - A)^2 ; \qquad (6.9)$$

$$\sigma^2 = \sigma_A^2 - (\overline{x} - A)^2 \ . \qquad (6.10)$$

Показатели относительного рассеивания

Для характеристики меры колеблемости изучаемого признака исчисляют показатели колеблемости в относительных величинах: они позволяют сравнивать характер рассеивания в различных распределениях. Расчет показателей меры относительного рассеивания осуществляют, как отношение абсолютного показателя рассеивания к средней арифметической, умноженное на 100 %:

1. Коэффициент осцилляции отражает относительную колеблемость крайних значений признака вокруг средней величины.
2. Относительное линейное отклонение характеризует долю усредненного значения абсолютных отклонений от средней величины.
3. Коэффициент вариации равен

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \bullet 100\% . \qquad (6.11)$$

Учитывая, что средний квадрат отклонения дает обобщающую характеристику колеблемости всех вариантов совокупности, коэффициент вариации является наиболее распространенным показателем колеблемости, используемым для оценки типичности средних величин. При этом исходят из того, что если V > 40 %, то это свидетельствует о большой колеблемости признаков изучаемой совокупности.

Виды дисперсий и закон «Сложения дисперсий»

Изучая дисперсию, выделяют виды дисперсий и закон «Сложения дисперсий».

Изучая дисперсию интересующего нас признака в пределах исследуемой совокупности и опираясь на общую среднюю в своих расчетах, мы не можем определить влияние отдельных факторов, характеризующих колеблемость индивидуальных значений (вариант признака). Это можно сделать с помощью группировок, разделив изучаемую совокупность на группы однородные по признаку - фактору, при этом можно определить три показателя колеблемости признаков совокупности:

- общую дисперсию;

- межгрупповую дисперсию;
- среднюю из внутригрупповых дисперсий.

Общая дисперсия

Характеризует вариацию признака, которая зависит от всех условий в данной совокупности. Исчисляют по формуле

$$\sigma_0^2 = \frac{\sum (Xi - \overline{X_0})^2 fi}{\sum fi}, \qquad (6.12)$$

где $\overline{X_0}$ - общая средняя для всей изучаемой совокупности.

Межгрупповая дисперсия

Отражает вариацию изучаемого признака, которая возникает под влиянием признака - фактора, положенного в основу группировки. Она характеризует колеблемость групповых (частных) средних $\overline{X_i}$ около общей средней $\overline{X_0}$:

$$\delta^2 = \frac{\sum (\overline{x_i} - \overline{x_0})^2 \cdot f_i}{\sum f_i}, \qquad (6.13)$$

где $\overline{X_i}$ - средняя по отдельным группам;

$\overline{X_0}$ - средняя общая;

f_i - численность отдельных групп.

Средняя внутригрупповых дисперсий

Характеризует случайную вариацию в каждой отдельной группе. Эта вариация возникает под влиянием других, не учитываемых факторов и не зависит от условия (признака-фактора), положенного в основу группировки

$$\overline{\sigma^2} = \frac{\sum \sigma_i^2 \cdot fi}{\sum fi}. \qquad (6.14)$$

Дисперсия альтернативного (качественного) признака

В статистике наряду с показателями вариации количественного признака определяют показатели вариации альтернативного признака.

Альтернативными являются признаки, которыми обладают одни единицы изучаемой совокупности и не обладают другие (например, пол, в данном случае это два взаимоисключающих варианта).

При статистическом выражении колеблемости альтернативных признаков наличие изучаемого признака обозначается «1», а его отсутствие «0».

Доля вариантов, обладающих изучаемым признаком обозначается - p, а доля вариантов, не обладающих признаком, - q. Следовательно,

$$p + q = 1. \qquad (6.15)$$

Найдем их среднее значение и дисперсию:

$$\overline{X} = \frac{\sum x \cdot f}{\sum f} = \frac{1 \cdot p + 0 \cdot q}{\underbrace{p+q}_{1}} = p\,, \qquad (6.16)$$

т.е. доля единиц, обладающих изучаемым признаком, равна p.

Дисперсия альтернативного признака равна произведению доли единиц, обладающих признаком и доли единиц, не обладающих им:

$$(\sigma_p^2 = p \cdot q) \qquad (6.17)$$

$$\sigma_p^2 = \frac{\sum (x-\overline{x})^2 \cdot f}{\sum f} = \frac{(1-p)^2 \cdot p + (0-p)^2 \cdot q}{p+q} = pq. \qquad (6.18)$$

Тема 7. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

Вопросы для теоретической подготовки

7.1. Взаимосвязи показателей социально - экономических явлений.
7.2. Методы корреляционно - регрессионного анализа связей показателей.
7.3. Применение корреляционно - регрессионного анализа. Связи парной корреляции.
7.4. Множественная регрессия.

7.1. Взаимосвязи показателей социально - экономических явлений

Явления в природе и обществе находятся между собой в диалектической связи, познание их требует изучения как влияния, оказываемого одним отдельно взятым явлением на другое, так и совместного влияния многих явлений.

Существуют различные виды и формы связей, различающиеся по существу, характеру, направлению, тесноте, аналитическому выражению и т.д.

По характеру зависимости явлений различают функциональную (полную) и корреляционную (неполную) связи.

Статистические соотношения и пропорции отличны от функциональных зависимостей. В статистических связях одной и той же величине факторного признака соответствуют различные значения результативного признака, образующие ряд распределения. Такого рода зависимости имеют название корреляционных. Корреляционная связь проявляется лишь в среднем, в массе случаев, в отличие от корреляционной функции для каждого отдельного случая.

По направлению различают связи прямые и обратные, по аналитическому выражению - линейные и нелинейные. При прямой взаимосвязи с увеличением значения факторного признака наблюдается тенденция к увеличению индивидуальных и средних значений результативного признака. При обратной связи с ростом факторного признака значения результативного уменьшаются. Существуют также связи ***непосредственные и косвенные.*** Фактор X может непосредственно оказывать влияние на У или косвенно, через другой фактор W. Связи между социальными и экономическими явлениями могут быть слабыми и сильными (тесными), и статистика способна измерить это свойство.

Связь двух признаков называется ***парной корреляцией,*** влияние нескольких факторов на результативный признак - ***многофакторной*** (множественной).

Факторные связи характеризуются тем, что они проявляются в согласованной вариации изучаемых показателей. При этом одни показатели выступают как факторные, а другие - как результативные. По своему характеру этот вид связи является причинно-следственной (детерминированной) зависимостью.

В свою очередь, факторные связи могут рассматриваться как функциональные и корреляционные.

При функциональной связи изменение результативного признака У всецело обусловлено действием факторного признака X:

$$\boldsymbol{Y=f(x)}. \tag{7.1}$$

При корреляционной связи изменение результативного признака У обусловлено влиянием факторного признака X не полностью, а лишь частично, так как возможно влияние прочих факторов ε :

$$Y = \Psi(x) + \varepsilon \tag{7.2}$$

По своему характеру корреляционные связи – это связи соотносительные. Они не являются полными (жесткими) зависимостями.

Характерной особенностью функциональной связи является то, что она проявляется с одинаковой силой у каждой единицы изучаемой совокупности.

При корреляционных связях для одного и того же значения учтенного факторного признака возможны различные значения результативного признака. Это обусловлено наличием других факторов, которые могут быть различными по составу, направлению и силе действия на отдельные (индивидуальные) единицы статистической совокупности. Поэтому для изучаемой статистической совокупности в целом устанавливается такое соотношение, в котором определенному изменению факторного признака соответствует среднее изменение признака результативного. Следовательно, характерной особенностью корреляционных связей является то, что они проявляются не в единичных случаях, а в массе явлений.

При изучении корреляционной связи показателей перед статистикой ставятся следующее задачи:

- проверка положений экономической теории о возможности связи между изучаемыми показателями и придание выявленной связи аналитической формы зависимости;
- установление количественных оценок в тесноте связи, характеризующих силу влияния факторных признаков на результативные.

7.2. Методы корреляционно - регрессионного анализа связей показателей

Использование возможностей современной вычислительной техники, оснащенной пакетами программ машинной обработки статистической информации на ЭВМ, делает практически осуществимым, оперативное решение задач изучения корреляционной связи показателей социально-экономических явлений методами корреляционно-регрессионного анализа.

В основу выявления и установления аналитической формы связи положено применение в анализе исходной информации математических функций. При изучении связи показателей применяют различного вида уравнения прямолинейной и криволинейной связи.

Так, при анализе прямолинейной зависимости используют уравнение

$$Y_x = a_0 + a_1 x \,. \qquad (7.3)$$

При криволинейной зависимости применяют ряд математических функций:

- полулогарифмическая

$$y_x = a_0 + a_1 \lg x\,; \tag{7.4}$$

- показательная

$$y_x = a_0 + a_1^x\,; \tag{7.5}$$

- степенная

$$y_x = a_0 x^{a2}\,; \tag{7.6}$$

- параболическая

$$y_x = a_0 + a_1 x + a_2 x\,; \tag{7.7}$$

- гиперболическая

$$y_x = a_0 + a_1 \cdot \frac{1}{x}\,. \tag{7.8}$$

Решение математических уравнений связи предполагает вычисление по исходным данным их параметров. Это осуществляется способом выравнивания эмпирических (факторных) данных методом наименьших квадратов. В основу этого метода положено требование минимальности сумм квадратов отклонений эмпирических данных y_i от выравненных y_{xi}

$$\sum (y_i - y_{xi})^2 = \min\,. \tag{7.9}$$

Для статистической оценки тесноты связи применяют следующие показатели вариации:

1) Общая дисперсия результативного признака σ_y^2, отображающая совокупное влияние всех факторов

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n}\,. \tag{7.10}$$

В формуле отклонения $y_i - \bar{y}$ обусловлены тем, что сочетание значений факторов на вариацию признака у, для каждой единицы анализируемой совокупности различно;

2) Факторная дисперсия результативного признака $\sigma^2_{y_x}$, отображающая вариацию **Y** только от воздействия изучаемого факторах **x**

$$\sigma^2_{y_x} = \frac{\sum (y_{x_i} - \overline{y})^2}{n}. \qquad (7.11)$$

В формуле отклонения $(y_{x_i} - \overline{y})$ характеризуют колеблемость выравненных значений y_x от их общей средней величины $\overline{y}$;

3) Остаточная дисперсия σ^2_{ε} , отображающая вариацию результативного признака **Y** от всех прочих, кроме **X**, факторов

$$\sigma^2_{\varepsilon} = \frac{\sum (y_i - y_{x_i})^2}{n}. \qquad (7.12)$$

В формуле отклонения (y_i - y_{xi}) характеризуют колеблемость эмпирических (фактических) значений результативного признака **Y** от их выравненных значений Y_{xi}..

Соотношение между факторной и общей дисперсиями характеризует меру тесноты связи между признаками х и у

$$\frac{\sigma^2_{y_x}}{\sigma^2_y} = R^2. \qquad (7.13)$$

Показатель R называется индексом детерминации (причинности). Он выражает долю факторной дисперсии в общей дисперсии, т.е. характеризует, какая часть общей вариации результативного признака Y объясняется изучаемым фактором X.

На основе вышеназванной формулы определяется индекс корреляции R

$$R = \sqrt{\frac{\sigma_{y_x}^2}{\sigma_y^2}} \quad (7.14)$$

При прямолинейной форме связи показатель тесноты связи определяется по формуле линейного коэффициента корреляции r

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right]\left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}} \quad (7.15)$$

Алгоритм применяют при определении показателя тесноты связи с использованием ЭВМ.

Заметим, что по абсолютной величине линейный коэффициент корреляции r равен прямолинейной связи.

Для получения выводов о практической значимости синтезированных в анализе моделей показаниям тесноты связи дается качественная оценка. Это осуществляется на основе ***шкалы Чеддока***

Показания тесноты связи	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-0,9	0,9-0,99
Характеристика силы связи	слабая	умеренная	заметная	высокая	весьма высокая

7.3. Применение корреляционно – регрессионного анализа. Связи парной корреляции

Рассмотрим применение методов корреляционно-регрессионного анализа влияния вариации факторного показателя X на результативный Y.

При статистическом изучении связи показателей нередко рассматривается прямолинейная форма зависимости между признаками X и Y применением формулы

$$y_x = a_0 + a_1 x \quad (7.16)$$

Для определения параметров уравнения на основе требований метода наименьших квадратов $\sum(y_i - y_{xi})^2 = \min$ составляют систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} na_0 + a_1\sum x = \sum y \\ a_0\sum x + a_1\sum x^2 = \sum xy \end{cases}. \tag{7.17}$$

Для решения системы применяют способ определителей, позволяющий сводить к минимуму неточности округлений в расчетах параметров уравнений регрессии:

$$a_0 = \frac{\sum y\sum x^2 - \sum xy\sum x}{n\sum x^2 - \sum x\sum x}, \tag{7.18}$$

$$a_1 = \frac{n\sum xy - \sum x\sum y}{n\sum x^2 - \sum x\sum x}. \tag{7.19}$$

При статистическом анализе криволинейной связи часто применяют полулогарифмическую функцию

$$y_x = a_0 + a_1 \lg x. \tag{7.20}$$

Параметры уравнения определяются из системы нормальных уравнений, отвечающих требованию метода наименьших квадратов $\sum(y_i - y_{x_i})^2 = \min$

$$\begin{cases} na_0 + a_1\sum \lg x = \sum y; \\ a_0\sum \lg x + a_1\sum (\lg x)^2 = \sum y\cdot \lg x \end{cases}. \tag{7.21}$$

С использованием метода определителей составляются алгоритмы расчета параметров уравнения:

$$a_0 = \frac{\sum y\sum (\lg x)^2 - \sum y\lg x\sum \lg x}{n\sum (\lg x)^2 - \sum \lg x\sum \lg x}; \tag{7.22}$$

$$a_1 = \frac{n\sum y\lg x - \sum y\sum \lg x}{n\sum (\lg x)^2 - \sum \lg x\sum \lg x}. \tag{7.23}$$

7.4. Множественная регрессия

Проведенный выше анализ статистических совокупностей позволяет изучать взаимосвязь только двух переменных. На практике часто приходится исследовать зависимость результативного признака от нескольких факторных признаков. В этом случае статистическая модель может быть представлена уравнением регрессии с несколькими переменными величинами. Такая регрессия называется ***множественной.***

Например, линейная регрессия с m независимыми переменными имеет вид

$$\hat{y}_i = a_0 x_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \ldots + a_m x_m . \qquad (7.24)$$

При оценке параметров этого уравнения в каждом i-м наблюдении фиксируют значение результативного признака y и факторных признаков $x_{i0} \ldots x_{im}$.

Оценки параметров уравнения регрессии с помощью метода наименьших квадратов в случае множественной регрессии удобнее вычислять с использованием машинной обработки.

Совокупный коэффициент множественной корреляции r_y характеризует тесноту связи результативного y и факторных x_1 x_2, ...,x_m признаков и в общем случае определяется по формуле

$$r_y = \sqrt{\frac{\sigma^2_{y12\ldots m}}{\sigma_{y^2}}} = \sqrt{1 - \frac{\sigma^2_{y(12\ldots m)}}{\sigma_{y^2}}} , \qquad (7.25)$$

значение коэффициента находится в пределах $0 \le r_y \le 1$

где $\sigma^2{}_{y12\ldots m}$ - факторная дисперсия;

$\sigma^2{}_{y(12\ldots m)}$ - остаточная дисперсия;

σ_{y^2} - дисперсия результативного признака:

$$\sigma^2{}_{y12\ldots m} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n-1} ; \qquad (7.26)$$

$$\sigma^2{}_{y(12...m)} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1}; \qquad (7.27)$$

$$\sigma_{y^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \qquad (7.28)$$

где $\hat{y}_i$ - расчетное значение результативного признака;

$\bar{y}$ - среднее значение результативного признака.

Квадрат величины r_y является коэффициентом множественной детерминации и характеризует долю влияния выбранных признаков на результативный фактор

$$B_y = r_{y^2} = \frac{\sigma^2{}_{y12...m}}{\sigma_{y^2}}. \qquad (7.29)$$

Тема 8. АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ДИНАМИКИ

Вопросы для теоретической подготовки

8.1. Понятие о статистических рядах динамики.
8.2. Статистические показатели динамики социально-экономических явлений.
8.3. Средние показатели в рядах динамики.

8.1. Понятие о статистических рядах динамики

Любое социально-экономическое явление развивается во времени. Изучение происходящих при этом изменений является одним из необходимых условий познания закономерностей их динамики. Динамизм социально-экономических явлений есть результат взаимодействия разнообразных причин и условий.

Рядами динамики называются статистические данные, отображающие развитие изучаемого явления во времени.

В каждом ряду динамики имеются два основных элемента:

- показатель времени - элемент t;
- соответствующие элементу t уровни развития изучаемого явления Y.

В качестве показаний времени в рядах динамики выступают либо определенные даты (моменты) времени, либо отдельные периоды (годы, кварталы, месяцы, сутки).

Уровни рядов динамики отображают количественную оценку (меру) развития во времени изучаемого явления. Они могут выражаться абсолютными, относительными или средними величинами.

В зависимости от характера изучаемого явления уровни рядов динамики могут относиться или к определенным датам (моментам) времени, или к отдельным периодам. В соответствии с этим ряды динамики подразделяются на моментные и интервальные.

Моментные ряды динамики отображают состояние изучаемых явлений на определенные даты (моменты) времени.

Примером моментного ряда динамики является следующая информация о списочной численности работников предприятия в 2008 году:

Дата	1.01. 2008 г.	1.04. 2008 г.	1.07. 2008 г.	1.10. 2008 г.	1.01. 2009 г.
Число работников, чел.	1902	1900	1905	1908	2000

Интервальные ряды динамики отображают итоги развития (функционирования) изучаемых явлений за отдельные периоды (интервалы) времени.

Примером интервального ряда динамики могут служить данные о выпуске продукции предприятием в 2004-2008 гг.:

Год	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Выпуск продукции, млн. грн.	885,7	932,6	980,1	1028,1	1088,4

Основным условием для получения правильных выводов при анализе рядов динамики является сопоставимость его элементов.

Несопоставимость в рядах динамики вызывается различными причинами:

- разновеликость показаний времени;
- неоднородность состава изучаемых совокупностей во времени;
- изменения в методике первичного учета и обобщения исходной информации;
- различия примененных в отдельные периоды единиц измерения, цен.

8.2. Статистические показатели динамики социально-экономических явлений

Для количественной оценки динамики социально-экономических явлений применяют следующие статистические показатели:

- абсолютные приросты;

- темпы роста;
- темпы прироста;
- темпы наращивания и др.

В основе расчета показателей рядов динамики лежит сравнение его уровней. В зависимости от применяемого способа сопоставления показатели динамики могут вычисляться на постоянной и переменной базах сравнения.

Для расчета показателей динамики на постоянной базе каждый уровень ряда сравнивается с одним и тем же базисным уровнем. Исчисляемые при этом показатели называются базисными. Для расчета показателей динамики на переменной базе каждый последующий уровень ряда сравнивается с предыдущим. Вычисленные таким образом показатели динамики называются цепными.

Для рядов динамики со значительными колебаниями уровней в качестве базы сравнения применяют средние уровни и т.д.

Важнейшим статистическим показателем является ***абсолютный прирост,*** который определяется в разностном сопоставлении двух уровней ряда динамики в единицах измерения исходной информации.

Базисный абсолютный прирост исчисляется как разность между сравниваемым уровнем и уровнем, принятым за постоянную базу сравнения

$$\Delta y_{б} = y_i - y_{oi} . \qquad (8.1)$$

Цепной абсолютный прирост - разность между сравниваемым уровнем и уровнем, который ему предшествует

$$\Delta y_{цi} = y_i - y_{i-1} . \qquad (8.2)$$

Абсолютный прирост может иметь и отрицательный знак, показывающий, насколько уровень изучаемого периода ниже базисного.

Между базисным и цепными абсолютными приростами имеется связь: сумма цепных абсолютных приростов равна базисному абсолютному приросту последнего периода ряда динамики

$$\Delta y_{бп} = \sum \Delta y_{ц} . \tag{8.3}$$

Распространенным статистическим показателем динамики является темп роста. Он характеризует отношение двух уровней ряда и может выражаться в виде коэффициентов или в процентах (%).

Базисные темпы роста $Тр_б$ исчисляют делением сравниваемого уровня (y_i) на уровень, принятый за постоянную базу сравнения, y_{oi}:

$$Тр_{бi} = y_i : y_{oi}$$

Цепные темпы роста $Тр_ц$ исчисляют делением сравниваемого уровня y_i на предыдущий уровень y_{i-1}:

$$Тр_{цi} = y_i : y_{i-1} . \tag{8.4}$$

Если темп роста больше единицы (или 100%), то это показывает на увеличение изучаемого уровня по сравнению с базисным. Темп роста, равный единице (или 100%), показывает, что уровень изучаемого периода по сравнению с базисным не изменился. Темп роста всегда имеет положительный знак.

Между базисными и цепными темпами роста имеется взаимосвязь: произведение последовательных цепных темпов роста равно базисному темпу роста, а частное от деления последующего базисного темпа роста на предыдущий равно соответствующему цепному темпу роста

$$\frac{y_1}{y_0} \cdot \frac{y_2}{y_1} \cdot \frac{y_3}{y_2} \cdot \ldots \cdot \frac{y_n}{y_{n-1}} = \frac{y_n}{y_0} . \tag{8.5}$$

Темпы прироста характеризуют абсолютный прирост в относительных величинах. Исчисленный в процентах темп прироста показывает, на сколько процентов изменился сравниваемый уровень с уровнем, принятым за базу сравнения.

Базисный темп прироста $Тп_б$ вычисляют делением сравниваемого базисного абсолютного прироста на уровень, принятый за постоянную базу сравнения

$$Тп_{бi} = \Delta y_{бi} : y_{oi} \,. \tag{8.6}$$

Цепной темп прироста $Тп_ц$ – это отношение сравниваемого цепного абсолютного прироста к предыдущему уровню

$$Тп_{цi} = \Delta y_{цi} : y_{i-1} \,. \tag{8.7}$$

Между показателями темпа прироста и темпа роста имеется взаимосвязь

$$Тп_i(\%) = Тр_i(\%) - 100 \tag{8.8}$$

(при выражении темпа роста в процентах)

$$Тп_i = Тр_i - 1 \tag{8.9}$$

(при выражении темпа роста в коэффициентах).

Важным статистическим показателем динамики социально-экономических процессов является ***темп наращивания,*** который в условиях интенсификации экономики измеряет наращивание во времени экономического потенциала.

Вычисляются темпы наращивания делением цепных абсолютных приростов на уровень, принятый за постоянную базу сравнения

$$Тн_i = \Delta y_{цi} : y_{oi} \,. \tag{8.10}$$

Из преобразований в вышеназванной формуле следует, что темпы наращивания можно непосредственно определять по базисным темпам роста

$$Тн_i = \frac{\Delta y_{цi}}{y_{oi}} = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{oi}} = Тр_{бi} - Тр_{бi-1} \,. \tag{8.11}$$

8.3. Средние показатели в рядах динамики

Для получения обобщающих показателей динамики социально-экономических явлений определяют средние величины: средний уровень, средний абсолютный прирост и др.

Средний уровень ряда динамики характеризует типическую величину абсолютных уровней.

В интервальных рядах динамики средний уровень $\overline{y}$ определяют делением суммы уровней $\sum y_i$ - на их число n

$$\overline{y_{ар.пр.}} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{y_1 + y_2 + ... + y_n}{n}. \quad (8.12)$$

В моментном ряду динамики с равноотстоящими датами времени средний уровень определяются по формуле средней хронологической

$$\overline{y_{хр.}} = \frac{1/2y_1 + y_2 + ... + 1/2y_n}{n-1}. \quad (8.13)$$

В моментном ряду динамики с равно отстоящими датами средний уровень определяют по формуле средней арифметической взвешенной

$$\overline{y_{ар.взв.}} = \frac{\sum t_i y_i}{\sum t_i} = \frac{t_1 y_1 + t_2 y_2 + ... + t_n y_n}{t_1 + t_2 + ... + t_n}, \quad (8.14)$$

где y_i – уровни ряда динамики, сохранившееся без изменения в течение промежутка времени t_i.

Средний абсолютный прирост представляет собой обобщенную характеристику индивидуальных абсолютных приростов ряда динамики. Для определения среднего абсолютного прироста сумма цепных абсолютных приростов делится на их число

$$\overline{\Delta y} = \sum \Delta y_{цi} : n. \quad (8.15)$$

Средний абсолютный прирост можно определять по абсолютным уровням ряда динамики. Для этого находят разность между конечными y_n и базисным y_0 уровнями изучаемого периода, которая делится на m-1 субпериодов:

$$\overline{\Delta y} = \frac{y_n - y_0}{m-1}. \tag{8.16}$$

Основываясь на взаимосвязи между цепными и базисными абсолютными приростами $\Delta y_{бп} = \sum \Delta y_ц$, показатель среднего абсолютного прироста можно определить по формуле

$$\overline{\Delta y} = \frac{\Delta y_{бп}}{m-1}. \tag{8.17}$$

Средний темп роста - обобщающая характеристика индивидуальных темпов роста ряда динамики. Для определения среднего темпа роста $\overline{Tp}$ применяют формулу средней геометрической

$$Tp = \sqrt[n]{Tp_1 \cdot Tp_2 \cdot \ldots \cdot Tp_n}, \tag{8.18}$$

где Tp_1, Tp_2,..., Tp_n – индивидуальные (цепные) темпы роста (в коэффициентах);

n - число индивидуальных темпов роста.

Средний темп роста можно определить и по абсолютным уровням ряда динамики по формуле

$$\overline{Tp} = \sqrt[m-1]{y_n : y_0}$$

На основе взаимосвязи между цепными и базисными темпами роста $\frac{y_1}{y_0} \cdot \frac{y_2}{y_1} \cdot \frac{y_3}{y_2} \cdot \ldots \cdot \frac{y_n}{y_{n-1}} = \frac{y_n}{y_0}$ средний темп роста можно найти по формуле

$$\overline{Tp} = \sqrt[m-1]{Tp_{бi}}. \tag{8.19}$$

Средний темп прироста $\overline{Tn}$ можно определить на основе взаимосвязи между темпами роста и прироста. При наличии данных о средних темпах роста $\overline{Tp}$ для получения средних темпов прироста $\overline{Tn}$ используют зависимость

$$\overline{Tn} = \overline{Tp} - 1 \tag{8.20}$$

(при выражении среднего темпа роста в коэффициентах).

Тема 9. АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ И КОЛЕБАНИЙ

Вопросы для теоретической подготовки

9.1. Изучение основной тенденции развития.
9.2. Изучение сезонных колебаний.
9.3. Экстраполяция в рядах динамики и прогнозирование.

9.1. Изучение основной тенденции развития

Важным направлением в исследовании закономерностей динамики социально-экономических процессов является изучение общей тенденции развития (тренда). Это можно осуществить, применяя специальные методы анализа рядов динамики. Конкретное их использование зависит от характера исходной информации и предопределяется задачами анализа.

Изменения уровней рядов динамики обусловливаются влиянием на изучаемое явление ряда факторов, которые, как правило, неоднородны по силе, направлению и времени действия. Постоянно действующие факторы оказывают на изучаемые явления определяющее влияние и формируют в рядах динамики основную тенденцию развития (тренд). Воздействие других факторов проявляется периодически.

Особенностью изучения развития социально-экономических процессов во времени является то, что в одних рядах динамики основная тенденция роста проявляется при визуальном обзоре исходной информации, в других рядах динамики общая тенденция развития непосредственно не проявляется. Она может быть выражена расчетным путем в виде некоторого теоретического уровня.

В рядах динамики сильно колеблющихся уровней основная тенденция непосредственно не просматривается.

На практике наиболее распространенными методами статистического изучения тренда являются: укрупнение интервалов, сглаживание скользящей средней, аналитическое выравнивание.

Метод укрупнения интервалов применяют для выявления тренда в рядах динамики колеблющихся уровней, затушевывающих основную тенденцию развития. Главное в этом методе заключается в преобразовании первоначального ряда динамики в ряды более продолжительных периодов (например, месячные в квартальные, квартальные в годовые и т.д.).

Для статистического изучения тренда применяют так называемое *сглаживание методом скользящей средней.* В основу этого метода положено определение по исходным данным теоретических уровней, в которых случайные колебания погашаются, а основная тенденция развития выражается в виде некоторой плавной линии.

Применение в анализе рядов динамики методов укрупнения интервалов и скользящей средней позволяет выявить тренд для его описания, но получать обобщенную статистическую оценку тренда посредством этих методов невозможно. Решение этой задачи более высокого порядка – измерения тренда – достигается *методом аналитического выравнивания.* Основным содержанием данного метода аналитического выравнивания в рядах динамики является то, что основная тенденция развития $У_t$ рассчитывается как функция времени

$$У_{t_i} = f(t_i)\,. \tag{9.1}$$

Определение теоретических (расчетных) уровней $У_{t_i}$ производится на основе так называемой адекватной математической функции, которая наилучшим образом отображает основную тенденцию ряда динамики.

Подбор адекватной функции осуществляется *методом наименьших квадратов* – минимальностью отклонений суммы квадратов между теоретическими $У_{t_i}$ и эмпирическими $У_i$ уровнями

$$\sum(У_{t_i} - У_i)^2 = min. \tag{9.2}$$

Значения уравнения состоит в том, что при изучении тренда оно принимается в качестве критерия оценки соответствия расчетных (теоретических) уровней с фактическими (эмпирическими) уровнями ряда динамики.

Важнейшей проблемой, требующей своего решения при применении метода аналитического выравнивания, является подбор математической функции, по которой рассчитываются теоретические уровни тренда. От правильности решения этой проблемы зависят выводы о закономерностях тренда изучаемых явлений.

В практике статистического изучения тренда различают следующие эталонные типы развития социально-экономических явлений во времени:

1) *равномерное развитие*. Для этого типа динамики присущи постоянные абсолютные приросты

$$\Delta У_ц \approx const \quad . \tag{9.3}$$

Основная тенденция развития в рядах динамики со стабильными абсолютными приростами отображается уравнением прямолинейной функции

$$\overline{У_t} = a_0 + a_1 t , \tag{9.4}$$

где a_0, a_1 – параметры уравнения;

t – обозначение времени.

Параметр a_1 является коэффициентом регрессии, определяющим направление развития. Если $a_1 > 0$, то уровни ряда динамики равномерно возрастают, а при $a_1 < 0$, происходит их равномерное снижение;

2) *равноускоренное (равнозамедленное) развитие.* Этому типу динамики свойственно постоянное во времени увеличение (замедление) развития.

Уровни таких рядов динамики изменяются с постоянными темпами прироста

$$T_{п_ц} \approx const . \tag{9.5}$$

Основная тенденция развития в рядах динамики со стабильными темпами прироста отображается функцией параболы второго порядка

$$\overline{У} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 . \tag{9.6}$$

В этой формуле значения параметров a_0 и a_1 идентичны параметрам, используемым в формуле $\overline{У_t} = a_0 + a_1 t$, параметр a_2 характеризует постоянное изменение интенсивности развития (в единицу времени). При $a_2 > 0$ происходит ускорение развития, а при $a_2 < 0$ идет процесс замедления роста. Параметр a_1 может быть как со знаком плюс, так и со знаком минус;

3) *развитие с переменным ускорением (замедлением).* Для этого типа динамики основная тенденция развития выражается функцией параболы третьего порядка

$$\overline{У} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 . \tag{9.7}$$

В уравнении параметр a_3 отображает изменение ускорения. При $a_3 > 0$ ускорение возрастает, а при $a_3 < 0$ ускорение замедляется;

4) *развитие по экспоненте.* Этот тип динамики характеризуют стабильные темпы роста

$$T_{p_ц} \approx const . \tag{9.8}$$

Основная тенденция в рядах динамики с постоянными темпами роста отображается показательной функцией

$$\overline{У_t} = a_0 a_1^{\,t} , \tag{9.9}$$

где a_1 – темп роста (снижения) изучаемого явления в единицу времени, т.е. интенсивность развития;

5) *развитие с замедлением роста в конце периода.* У этого типа динамики показание цепного абсолютного прироста сокращается в конечных уровнях ряда динамики

$$\Delta У_{ц_n} \to 0 . \tag{9.10}$$

Основная тенденция развития в таких рядах динамики выражается полулогарифмической функцией

$$\overline{У_t} = a_0 + a_1 \lg t\ . \quad (9.11)$$

При аналитическом выравнивании в рядах динамики можно применить и другие математические функции. Так, при изучении основной тенденции неудовлетворенного и реализованного спроса населения применяются

- степенная функция - $\overline{У_t} = a_0 t^{a_1}$, (9.12)
- функция гиперболы - $\overline{У_t} = a_0 + a_1 \frac{1}{t}$. (9.13)

9.2. Изучение сезонных колебаний

Под сезонными колебаниями понимается более или менее устойчивые внутригодовые колебания уровней развития социально-экономических явлений. Проявляются они с различной интенсивностью во всех сферах жизни общества: производстве, обращении и потреблении.

Большое практическое значение статистического изучения сезонных колебаний состоит в том, что получаемые при анализе рядов внутригодовой динамики количественные характеристики отображают специфику развития изучаемых явлений во внутригодовой динамике, прогнозирования и разработки оперативных мер по квалифицированному управлению их развитием во времени.

Повседневная жизнедеятельность людей в условиях периодической сменяемости сезонов сопровождается специфическими изменениями интенсивности динамики социально-экономических процессов. В большинстве отраслей народного хозяйства это проявляется в виде внутригодовых чередований подъемов и спадов выпуска продукции, неодинаковом потреблении сырья и энергии, колебаний уровней производительности труда, себестоимости, прибыли и других показателей. Для некоторых сфер человеческой деятельности внутригодовая динамика характеризуется приостановкой процессов в межсезонные периоды (сахароварение, рыболовство, лесоразработка, охота, навигация, туризм и т.д.). Ярко выраженный сезонный характер имеет сельскохозяйственное производство, особенно растениеводство в условиях открытого грунта. Это вызывает неравномерность использования трудовых ресурсов, напряженность в работе транспорта, хранилищ, баз. С этим связаны неравномерность работы предприятий по переработке сельскохозяйственного сырья и поставка изготовленной продукции в торговлю. Сельскохозяйственное производство было и остается сезонным.

Значительной колеблемости во внутригодовой динамике подвержены денежное обращение и товарооборот. Наибольшие денежные доходы образуются у населения в III и IV кварталах, особенно это характерно для крестьян. Максимальный объем розничного товарооборота приходится на конец каждого года. Продажа молочных продуктов приходится на II и III кварталы, а мясных продуктов и овощей – на второе полугодие. Такие ритмы просматриваются из года в год.

При статистическом изучении в рядах внутригодовой динамики сезонных колебаний решаются следующие две взаимосвязанные задачи:

- выявление специфики развития изучаемого явления во внутригодовой динамике;
- измерение сезонных колебаний изучаемого явления с построением модели сезонной волны.

Для измерения сезонных колебаний изучаемого явления обычно исчисляются *индексы сезонности* i_S. В общем виде они определяются отношением исходных (эмпирических) уровней ряда динамики $У_t$ к теоретическим (расчетным) уровням $У_{t_i}$ выступающим в качестве сравнения

$$i_{S_i} = У_i / У_{t_i} . \tag{9.14}$$

Поскольку на сезонные колебания могут накладываться случайные отклонения, для их устранения производится усреднение индивидуальных индексов одноименных внутригодовых периодов анализируемого ряда динамики. Поэтому для каждого периода годового цикла определяют обобщенные показатели в виде средних индексов сезонности $\overline{i_S}$

$$\overline{i_{S_i}} = \frac{\sum i_{S_i}}{n}. \qquad (9.15)$$

Вычисленные на основе этой формулы средние индексы сезонности (с применением в качестве базы сравнения соответствующих уровней тренда) свободны от влияния основной тенденции развития и случайных отклонений.

В зависимости от характера тренда вышеуказанная формула принимает следующие формы:

1) для рядов внутригодовой динамики с ярко выраженной основной тенденцией развития

$$\overline{i_{S_i}} = \frac{\sum {}^{y_i}\!/_{y_{t_i}}}{n}. \qquad (9.16)$$

Выступающие при этом в качестве переменной базы сравнения теоретические уровни y_{t_i} представляют собой своего рода «среднюю ось кривой», так как их расчет основан на методе наименьших квадратов;

2) для рядов внутригодовой динамики, в которых повышающийся (снижающийся) тренд отсутствует или он незначителен, формула имеет вид

$$\overline{i_{S_i}} = \overline{y_i} : \overline{y}. \qquad (9.17)$$

В этой формуле базой сравнения является общий для анализируемого ряда динамики средний уровень $\overline{y}$.

9.3. Экстраполяция в рядах динамики и прогнозирование

Под ***экстраполяцией*** понимается распространение выявленных в анализе рядов динамики закономерностей развития изучаемого явления на будущее.

Основой прогнозирования является предположение, что закономерность, действующая внутри анализируемого ряда динамики, выступающего в качестве базы прогнозирования, сохраняется и в дальнейшем. Точность прогноза зависит от того, насколько обоснованными окажутся предположения о сохранении на будущее действий тех факторов, которые сформировали в базисном ряду динамики его основные компоненты.

Важное значение при экстраполяции имеет продолжительность базисного ряда динамики и сроков прогнозирования.

Практика прогнозирования динамики социально-экономических явлений показывает, что при экстраполяции следует брать те субпериоды базисного ряда динамики, которые составляют определенный этап в развитии изучаемого явления в конкретных исторических условиях.

Установление сроков прогнозирования l зависит от задачи исследования. Но следует иметь в виду, что чем короче сроки упреждения прогноза, тем надежнее результаты экстраполяции.

Применение методов экстраполяции зависят от характера изменений в базисном ряду динамики и предопределяется постановкой задачи исследования.

При экстраполяции уровней развития изучаемого явления на базе ряда динамики с постоянными абсолютными приростами ($\Delta У_{ц} \approx const$) применяется формула

$$У_{n+l} = У_n + \overline{\Delta У} \times l\,, \qquad (9.18)$$

где $У_{n+l}$ - экстраполируемый уровень;

$У_n$ - конечный уровень базисного ряда динамики;

l - срок прогноза (период упреждения);

$\overline{\Delta У}$ - средние абсолютные приросты.

При экстраполяции уровня развития изучаемого явления на базе ряда динамики со стабильными темпами роста ($Тр_{ц} \approx const$) применяется формула:

$$У_{n+l} = У_n (Тр)^l\,. \qquad (9.19)$$

Тема 10. ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД

Вопросы для теоретической подготовки

10.1. Статистические индексы и их роль в изучении социально-экономических явлений.
10.2. Индивидуальные и общие индексы.
10.3. Агрегатная форма общего индекса.
10.4. Средние индексы.
10.5. Индексы с постоянными и переменными весами.
10.6. Взаимосвязи индексов.
10.7. Территориальные индексы.

10.1. Статистические индексы и их роль в изучении социально-экономических явлений

Важное значение в статистических исследованиях имеет индексный метод. Полученные на основе этого метода показатели используются для характеристики развития анализируемых показателей во времени, по территории, изучения структуры и взаимосвязей, выявления роли факторов в изменении сложных явлений.

Статистический индекс – это относительная величина сравнения сложных совокупностей и отдельных их единиц. При этом под сложной понимается такая статистическая совокупность, отдельные элементы которой непосредственно не подлежат суммированию.

Основой индексного метода при определении изменений в производстве и приращении товаров является переход от натурально-вещественной формы выражения товарных масс к стоимостным (денежным) измерителям. Именно посредством денежного выражения стоимости отдельных товаров устраняется их несравнимость как потребительных стоимостей и достигается единство.

10.2. Индивидуальные и общие индексы

В зависимости от степени охвата подвергнутых обобщению единиц изучаемой совокупности индексы подразделяются на индивидуальные (элементарные) и общие.

Индивидуальные индексы характеризуют изменения отдельных единиц статистической совокупности.

Общие индексы выражают сводные (обобщающие) результаты совместного изменения всех единиц, образующих статистическую совокупность.

Для определения индекса надо произвести сопоставление не менее двух величин. При изучении динамики социально-экономических явлений сравниваемая величина (числитель индексного отношения) принимается за текущий (или отчетный) период, а величина, с которой производится сравнение, - за базисный период. Если в индексном отношении сравнивается величина фактического уровня развития явления с величиной планового задания, то основание сравнения называют плановым уровнем.

Основным элементом индексного отношения является индексируемая величина. Под ***индексируемой величиной*** понимается значение признака статистической совокупности, изменение которой является объектом изучения. Так, при изучении изменения цен индексируемой величиной является цена единицы товара Р. При изучении изменения физического объема товарной массы выступают данные о количестве товаров в натуральных измерителях – q.

Индивидуальные индексы принято обозначать – i, а общие индексы - I.

Индивидуальные индексы физического объема реализации товаров i_q определяют по формуле

$$i_q = q_1 : q_0 , \qquad (10.1)$$

где q_1 и q_0 – количество продаж отдельной товарной разновидности в текущем и базисном периодах в натуральных измерителях.

Для определения индивидуальных индексов цен i_p применяется формула

$$i_p = \frac{p_1}{p_0}, \tag{10.2}$$

где p_1 и p_0 цены за единицу товара в текущем и базисном периодах.

Результат расчета индексных отношений может выражаться в коэффициентах или в процентах.

Общие индексы физического объема реализации товаров I_q определяют по формуле

$$Iq = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}, \tag{10.3}$$

где $\sum q_1 p_0$ – сумма стоимости продажи товаров в текущем периоде по ценам базисного периода;

$\sum q_1 p_0$ – сумма стоимости продажи товаров в базисном периоде.

Общие индексы цен Ip рассчитывают по следующей формуле

$$I = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_1 p_0}, \tag{10.4}$$

где $\sum q_1 p_1$ – сумма стоимости продажи товаров в текущем периоде по ценам того же текущего периода.

Общие индексы стоимости продажи товаров

$$Iqp = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_0}. \tag{10.5}$$

10.3. Агрегатная форма общего индекса

Основной формой общих индексов являются агрегатные индексы. Свое название они получили от латинского слова «aggrega», что означает «присоединяю». В числителе и знаменателе общих индексов в агрегатной форме содержатся соединенные наборы (агрегаты) элементов изучаемых статистических совокупностей.

Достижение в сложных статистических совокупностях сопоставимости разнородных единиц осуществляется введением в индексные отношения специальных сомножителей индексируемых величин. В литературе такие сомножители называются ***соизмерителями***. Они необходимы для перехода от натуральных измерителей разнородных единиц статистической совокупности к однородным показателям. При этом в числителе и знаменателе общего индекса изменяется лишь значение индексируемой величины, а их соизмерители являются постоянными величинами и фиксируются на одном уровне (текущего или базисного) периода.

Это необходимо для того, чтобы на величине индекса сказывалось лишь влияние фактора, который определяет изменение индексируемой величины.

В качестве соизмерителей индексируемых величин выступают тесно связанные с ними экономические показатели: цены, количества и др. произведение каждой индексируемой величины на соизмеритель образует в индексном отношении определенные экономические категории.

При определении общего индекса цен в агрегатной форме Ip в качестве соизмерителя индексируемых величин p_1 и p_0 могут применяться данные о количестве реализации товаров в текущем периоде q_1. При умножении q_1 на индексируемые величины в числителе индексного отношения образуется значение $\sum p_1 q_1$, т.е. сумма стоимости продажи товаров в текущем периоде по ценам того же текущего периода. В знаменателе индексного отношения образуется значение $\sum p_0 q_1$, т.е. сумма стоимости продажи товаров в текущем периоде по ценам базисного периода.

Агрегатная формула такого общего индекса имеет следующий вид

$$Ip = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}. \qquad (10.6)$$

Расчет агрегатного индекса цен по данной формуле предложен немецким экономистом Г. Пааше. Поэтому индекс принято называть индексом Пааше.

При сравнении числителя и знаменателя формулы в разности определяется показатель абсолютного прироста товарного оборота за счет фактора изменения цен в текущем периоде по сравнению с базисным периодом

$$\sum \Delta qp\,(p) = \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1 . \tag{10.7}$$

При другом способе определения агрегатного индекса цен в качестве соизмерителя индексируемых величин p_1 и p_0 могут применяться данные о количестве реализации товаров в базисном периоде q_0 . При этом умножение q_0 на индексируемые величины в числителе индексного отношения образует значение $\sum p_1 q_0$, т.е. сумму стоимости продажи товаров в базисном периоде по ценам текущего периода. В знаменателе индексного отношения образуется значение $\sum p_0 q_0$, т.е. сумма стоимости продажи товаров в базисном периоде по ценам того же базисного периода.

Агрегатная форма такого общего индекса имеет вид

$$Ip = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}. \tag{10.8}$$

Расчет общего индекса цен по данной формуле предложен немецким экономистом Э. Ласпейресом. Поэтому индекс цен, рассчитанный по этой формуле, принято называть индексом Ласпейреса.

При сравнении числителя и знаменателя формулы определяется показатель прироста товарооборота при продаже товаров в базисном периоде по ценам текущего периода

$$\sum \Delta qp(p) = \sum p_1 q_0 - \sum p_0 q_0$$

Применение индексов Пааше и Ласпейреса зависит от цели исследования. Если анализ проводится для определения экономического эффекта от изменения цен в отчетном периоде по сравнению с базисным, то применяется индекс Пааше.

Если целью анализа является определение объема товарооборота при продаже в предстоящем периоде такого же количества товаров, что и в базисном периоде, но по новым ценам, то применяется индекс Ласпейреса.

При синтезировании общего индекса цен вместо фактического количества товаров (в отчетный или базисный периоды) в качестве соизмерителя индексируемых величин (p_1 и p_0) могут применяться средние величины реализации товаров за два или большее число периодов. При таком способе расчета формула общего индекса синтезируется в следующем виде:

$$Ip = \frac{\sum p_1 \bar{q}}{\sum p_0 \bar{q}}, \tag{10.9}$$

где $\bar{q}$ – среднее количество товаров, реализованных за анализируемый период.

В литературе данный индекс принято называть индексом Лоу.

Если при определении этого индекса цен исходная информация содержит лишь данные о количестве реализации товаров в базисном и текущем периодах, то средняя их величина определяется методом средней невзвешенной

$$\bar{q} = \frac{q_0 + q_1}{2}. \tag{10.10}$$

Индекс цен Лоу применяется в расчетах при закупках или реализации товара в течение продолжительных периодов времени (пятилетках, десятилетках и др.) этот метод дает возможность анализа цен с учетом происходящих внутри отдельных субпериодов изменений в ассортиментном составе товаров.

10.4. Средние индексы

Для определения сводных обобщающих показателей изменения различных цен в торговле используется средняя гармоническая формула общего индекса цен, в которой в отличие от индекса Пааше $Ip = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$ знаменатель преобразован

$$Ip = \frac{\sum q_1 p_1}{\frac{\sum q_1 p_1}{i_p}}. \qquad (10.11)$$

Суть этого преобразования заключается в том, что на основе формулы $i_p = \frac{p_1}{p_0}$ в значении $\sum p_0 q_1$,вместо p_0 подставляется $p_1 : i_p = p_0$

$$\sum p_0 q_1 = \sum (\frac{p_1}{i_p}) q_1 = \frac{\sum p_1 q_1}{i_p}. \qquad (10.12)$$

Если в этой формуле из числителя вычесть значение знаменателя, то получают <u>показатель прироста товарооборота в текущем периоде в результате изменения цен</u>

$$\sum \Delta qp(p) = \sum q_1 p_1 - \frac{\sum q_1 p_1}{i_p}. \qquad (10.13)$$

Полученное в итоге значение: $\sum \frac{q_1 p_1}{i_p} = \sum q_1 p_0$ может использоваться для определения общего индекса физического объема товарооборота в сопоставимых (базисных) ценах. Для этого на основе вышеуказанного тождества применяется преобразованная формула <u>агрегатного индекса физического объема</u>

$$Ip = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} = \frac{\sum \frac{q_1 p_1}{i_p}}{\sum q_0 p_0}. \qquad (10.14)$$

При этом $i_p = p_1 : p_0$, т.е. индивидуальный индекс цен.

На основе преобразованной формулы агрегатного индекса физического объема исчисляется прирост сумма товарооборота в текущем периоде в результате изменения физического объема продажи товаров

$$\sum \Delta qp(p) = \sum \frac{q_1 p_1}{i_p} - \sum q_0 p_0. \tag{10.15}$$

Применительно к практике ведения стоимостного учета реализации товаров невозможно непосредственно применима в анализе агрегатной формы индекс Ласпейреса $I_p = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}$. Но при наличии информации об индивидуальных индексах цен эта формула может быть преобразована в ***среднюю арифметическую.*** Это осуществляется заменой $\sum p_1 q_0$ на $\sum i_p \cdot p_0 q_0$ так как из формулы $i_p = p_1/p_0$, $p_1 = i_p p_0$

$$Ip = \frac{\sum i_p \cdot p_0 q_0}{\sum p_0 q_0}. \tag{10.16}$$

Отсутствие данных о количестве товаров (в натуральных измерителях) не позволяет непосредственно применять агрегатные индексы физического объема

$$Iq = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}, \tag{10.17}$$

и

$$Iq = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_1}. \tag{10.18}$$

При наличии информации об индивидуальных индексах физического объема $i_q = q_1 : q_0$ и стоимости реализованных в базисном периоде товаров $q_0\ p_0$ общий индекс физического объема может определяться по формуле среднего арифметического индекса

$$Iq = \frac{\sum i_q \cdot q_0 p_0}{\sum q_0 p_0}. \qquad (10.19)$$

Числитель данной формулы получен заменой в агрегатном индексе физического объема $Iq = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}$ значения $\sum q_1 p_0$ на $\sum i_q q_0 p_0$, так как из формулы $i_q = q_1 : q_0$ следует $q_1 = i_q\, q_0$. На основе вышеназванной формулы можно определить <u>общую сумму прироста объема производства продукции в предстоящем периоде.</u> Для этого из числителя индекса надо вычесть значение знаменателя

$$\sum \Delta qp\,(q) = \sum i_q q_0 p_0 - \sum q_0 p_0. \qquad (10.20)$$

При наличии информации об индивидуальных индексах физического объема $i_q = q_1 : q_0$ и фактической стоимости продукции (товара) в текущем периоде $q_1 p_1$ общий индекс физического объема определяется по средней гармонической формуле

$$Iq = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \frac{1}{i_q} \cdot q_1 p_1}. \qquad (10.21)$$

Эта формула получена заменой в формуле $Iq = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_1}$ знаменателя $q_0 p_1$ на $\sum \frac{q_1 p_1}{i_q}$, т.к. из формулы $i_q = q_1 : q_0$ следует $q_0 = q_1 / i_q$.

Сопоставление числителя и знаменателя индексного отношения дает показатель прироста стоимости продукции вследствие изменения физического объема

$$\sum \Delta qp(p) = \sum q_1 p_1 - \sum \frac{1}{i_q} q_1 p_1. \qquad (10.22)$$

Такие же принципы положены в преобразование агрегатных форм индексов качественных и объемных показателей.

10.5. Индексы с постоянными и переменными весами

При изучении динамики социально-экономических явлений приходится производить индексные сопоставления более чем за два периода. Поэтому индексные величины могут определяться как на постоянной так и на переменной базах сравнения. При этом если задача анализа состоит в получении характеристик изменения изучаемого явления во всех последующих периодах по сравнению с начальным, то вычисляются базисные индексы. Например, сопоставление объема розничного товарообмена II, III и IV кварталов с I кварталом.

Но если требуется охарактеризовать последовательное изменение изучаемого явления из периода в период, то вычисляются цепные индексы. Например, при изучении объема розничного товарообмена по кварталам года сопоставляют товарооборот II квартала с I кварталом, III квартала - со II кварталом и IV квартала - с III кварталом.

В зависимости от задачи исследования и характера исходной информации базисные и цепные индексы исчисляются как индивидуальные, так и общие.

Способы расчета индивидуальных базисных и цепных индексов аналогично расчету относительных величин динамики.

Общие индексы в зависимости от их вида (по экономическому содержанию) вычисляются с переменными и постоянными весами-соизмерителями. Так, рассмотренная в предыдущих вопросах агрегатная форма общего индекса физического объема вычисляется как индекс с постоянными весами соизмерителями. Агрегатная форма общего индекса цен исчисляется как индекс с переменными весами-соизмерителями.

Цепные и базисные индексы с постоянными весами-соизмерителями находятся в следующей взаимосвязи:

1) произведение цепных индексов дает базисный индекс (последнего периода);

2) деление последующего базисного индекса на предыдущий базисный индекс дает цепной индекс (последующего периода).

10.6. Взаимосвязи индексов

Изучаемые в статистике торговли показатели находятся между собой в определенной связи. Так, для каждого периода объем розничного товарооборота зависит от количества реализованных товаров и от уровня цен на эти товары. Связь между изменениями объема товарооборота, количеством продажи товаров и уровнем их цен выражается в системе взаимосвязанных индексов товарооборота.

Поскольку величина объема товарооборота равна произведению количества продажи товаров на цены, то индекс физического объема Iq, умноженный на индекс цен Ip, дает индекс товарооборота в фактических ценах Iqp

$$Iq \times Ip = Iqp. \qquad (10.23)$$

Значение формулы состоит в том, что на ее основе выявляется влияние отдельных факторов на изменение товарооборота.

На основе этой формулы можно определить изменение товарооборота в неизменных ценах

$$Iq = Iqp : Ip. \qquad (10.24)$$

На основе формулы можно также по известным индексам товарооборота в фактических ценах Iqp и товарооборота в сопоставимых ценах Iq определить индекс цен Ip

$$Ip = Iqp : Iq. \qquad (10.25)$$

При использовании данных формул взаимосвязанных индексов надо иметь в виду, что взаимосвязь образуется лишь при условии, когда веса-соизмерители в индексах физического объема и цен берутся на разных уровнях.

Индекс влияния структурных сдвигов в реализованной продукции на изменение средней цены определяется по формуле

$$I_{стр} = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0}\ . \qquad (10.26)$$

Индекс цен постоянного (фиксированного) состава рассчитывают так:

$$Ip = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}. \qquad (10.27)$$

Вычисленные по формулам индексы находятся во взаимосвязи

$$I\ \overline{p} = Ip \cdot I_{стр}\ . \qquad (10.28)$$

10.7. Территориальные индексы

В современных условиях развития статистики все большее значение приобретает использование индексного метода для территориальных сравнений.

Общие принципы использования индексного метода при территориальных сравнениях во многом подобны изучению динамики сложных статистических совокупностей. Так, при двусторонних сравнениях каждый регион может быть принят как в качестве сравниваемого, та и в качестве базы сравнения. При этом для определения сводных (общих) индексов необходимо решить вопрос о весах соизмерителях индексируемых величин.

Для анализа соотношения уровней цен на товары, реализованные в городе К по сравнению с городом М, определяется сводный (общий)индекс цен, в котором в качестве весов-соизмерителей индексируемых величин Рк и Рм принимаются количества товаров, проданных в городе К

$$Ip_{k/m} = \frac{\sum q_k p_k}{\sum q_k p_m}. \qquad (10.29)$$

В формуле числитель $\sum q_k p_k$ характеризует фактический объем товарообмена при продаже данного ассортимента товаров в городе К (по сложившимся там ценам). Знаменатель формулы $\sum q_k p_m$ отображает условную величину товарообмена, которая могла быть при продаже изучаемого ассортимента товаров по ценам, сложившимся в городе М.

Разность между числителем и знаменателем формулы отображает сумму экономического эффекта от различия цен в данных городах

$$\sum q_k p_k - \sum q_k p_m . \qquad (10.30)$$

Но возможна и иная постановка цели анализа: определить <u>соотношение уровней цен на товары, реализованные в городе М по сравнению с городом К.</u> Для определения сводного (общего) индекса цен в качестве весов-соизмерителей индексируемых величин используются данные о количестве реализации товаров в городе М(q_m)

$$Ip_{m/k} = \frac{\sum q_m p_m}{\sum q_m p_k} . \qquad (10.31)$$

В формуле числитель индексного отношения $\sum q_m p_m$ отображает фактический объем товарооборота реализации товаров в городе М (по сложившимся там ценам), а знаменатель индексного отношения $\sum q_m p_k$ характеризует условную величину товарооборота, который мог бы образоваться при продаже изучаемого ассортимента товаров по ценам города К.

Сопоставлением в разности числителя и знаменателя индекса определяется сумма экономического эффекта от различия в уровнях цен по данным регионам

$$\sum q_m p_m - \sum q_m p_k . \qquad (10.32)$$

Для преодоления противоречивых показаний между сводными (общими) территориальными и индивидуальными (однотоварными) индексами определяется индекс цен, в котором в качестве веса – соизмерителя выступает сумма реализации товаров по двум регионам (городам) q

$$q = q_k + q_m. \quad (10.33)$$

С учетом данного значения формулы сводного (общего) индекса цен при анализе изменения цен в городе К по сравнению с городом М следующая

$$Ip_{k/m} = \frac{\sum p_k q}{\sum p_m q}. \quad (10.34)$$

Изменения цен в городе М по сравнению с городом К определяют по формуле

$$Ip_{m/k} = \frac{\sum p_m q}{\sum p_k q}. \quad (10.35)$$

В свободных (общих) территориальных индексах физического объема в качестве весов - соизмерителей могут выступать средние цены $\overline{p}$

$$Ip_{k/m} = \frac{\sum q_k \overline{p}}{\sum q_m \overline{p}}. \quad (10.36)$$

Тема 11. ВЫБОРОЧНЫЙ МЕТОД

Вопросы для теоретической подготовки

11.1. Понятие о выборочном исследовании.
11.2. Ошибки выборки (средняя и предельная).
11.3. Малая выборка.
11.4. Оптимальная численность выборки.
11.5. Способы отбора единиц из генеральной совокупности.

11.1. Понятие о выборочном исследовании

Статистическое исследование может осуществляться по данным несплошного наблюдения, основная цель которого состоит в получении характеристик изучаемой совокупности по обследованной ее части. Одним из наиболее распространенных методов в статистике, применяющим несплошное наблюдение, является выборочный метод.

Выборочный метод - метод статистического исследования, при котором обобщающие показатели изучаемой совокупности устанавливается по некоторой ее части на основе положений случайного отбора.

При выборочном методе обследованию подвергается сравнительно небольшая часть всей изучаемой совокупности (обычно до 5-10 %) реже (15-25 %). При этом подлежащая изучению статистическая совокупность, из которой производится отбор части единиц называется ***генеральной совокупностью (N).***

Отобранная из N некоторая часть единиц, подвергающаяся обследованию, называется ***выборочной совокупностью (выборкой) - (n).*** Значение выборочного метода состоит в том, что при минимальной численности обследованных единиц проведение исследования осуществляется в более короткие сроки и с минимальными затратами труда и средств. Это повышает оперативность статистической информации, уменьшает ошибки регистрации.

При соблюдении правил научной организации обследования, выборочный метод дает достаточно точные результаты, его целесообразно применять для проверки данных сплошного учета.

Минимальная численность обследованных единиц позволяет провести исследования более тщательно и квалифицированно.

По сравнению с другими методами, применяющими несплошное наблюдение, выборочный метод имеет важные особенности: в основе отбора единиц для обследования положены принципы равных возможностей попадания в выборку каждой единицы N. Именно в результате соблюдения этих принципов исключается образование выборочной совокупности только за счет лучших или худших образцов.

Поскольку изучаемая статистическая совокупность состоит из единиц с варьирующими признаками, то состав выборочной совокупности может, в той или иной мере, отличаться от состава генеральной совокупности. Это объективно возникающее расхождение между характеристиками выборки и N составляет ***ошибку выборки.*** Она зависит от ряда факторов:

- степени вариации изучаемого признака;
- численности выборки;
- методов отбора единиц в выборочную совокупность;
- принятого уровня достоверности результата исследования.

В генеральной совокупности доля единиц, обладающих изучаемым признаком, называется ***генеральной долей (P).*** А средняя величина варьирующего признака - ***генеральной средней*** $(\overline{X})$.

В выборочной совокупности долю изучаемого признака называют ***выборочной долей (частостью) (W).*** А среднюю величину в выборке - ***выборочной средней*** $(\tilde{X})$.

Основная задача выборочного обследования состоит в том, чтобы на основе характеристик выборочной совокупности (частости - W или $\tilde{X}$) получить достоверные суждения о показателях доли P или $\overline{X}$ в генеральной совокупности.

11.2 Ошибки выборки (средняя и предельная)

Обобщающие показатели в выборке (W и $\tilde{X}$) могут в той или иной мере отличаться от значений этих характеристик в генеральной совокупности (P и $\overline{X}$). Возможные расхождения между характеристиками выборочной и генеральной совокупности измеряется средней ошибкой выборки.

В математической статистике доказывается, что значения средней ошибки выборки определяется по формуле

$$\mu = \sqrt{\frac{\sigma_0^2}{n}}.$$

При замене генеральной дисперсии σ_0^2 дисперсией выборочной σ^2 формула расчета средней ошибки записывается так

$$\mu \approx \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \text{ (при повторном отборе).} \qquad (11.1)$$

Для показателя доли альтернативного признака дисперсия выборочной совокупности определяют так:

$$\sigma_w^2 = \omega(1-\omega), \quad (11.2) \qquad\qquad \omega = \frac{m}{n}, \qquad (11.3)$$

где ω - доля единиц выборочной совокупности;

m - число единиц, обладающих данным признаком;

n - число единиц выборочной совокупности.

Для показателя средней величины дисперсия количественного признака в выборке определяется по формулам

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum (x_i - \tilde{x})^2}{n} \text{ (простая);} \qquad (11.4)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum (x_i - \tilde{x})^2 \cdot f_i}{\sum f_i} \text{ (взвешенная).} \qquad (11.5)$$

Сущность повторного отбора состоит в том, что каждая попавшая в выборку единица после фиксации значения изучаемого признака должна быть возвращена в генеральную совокупность, где ей опять представляется равная возможность попасть в выборку. Но на практике повторный отбор осуществляется редко. Обычно выборочные обследования проводятся по схеме бесповторного отбора, при котором повторное попадание в выборку одних и тех же единиц исключено.

Поскольку при бесповторном отборе численность генеральной совокупности **N** в ходе выборки сокращаются, то в формулу для расчета <u>средней ошибки выборки</u> включают дополнительный множитель $1-\frac{n}{N}$. Формула средней ошибки выборки принимает следующий вид

$$\mu_{м.в.} \approx \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}(1-\frac{n}{N})} \text{ (при бесповторном отборе).} \qquad (11.6)$$

Итак, значения средней ошибки выборки:

а) для показателя доли стандартных изделий

$$\mu_{м.в.} \approx \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n}(1-\frac{n}{N})}\ ; \qquad (11.7)$$

б) для показателя среднего веса изделия

$$\mu_{м.в.} \approx \sqrt{\frac{\sigma x^2}{n}(1-\frac{n}{N})}\ . \qquad (11.8)$$

Полученные значения средней ошибки выборочной доли и средней ошибки выборочной средней необходимы для установления возможных значений генеральной доли **p** и генеральной средней $\overline{X}$.

Одно из возможных значений, в пределах которых может находиться доля стандартных изделий во всей партии, определяют по формуле

$$p = \omega \pm \mu_{\omega} . \tag{11.9}$$

В общем виде это записывают так:

$$\omega - \mu_{\omega} \le p \le \omega + \mu_{\omega} . \tag{11.10}$$

Одно из возможных значений среднего веса изделия по всей партии продукции определяют по формуле

$$\bar{x} = \tilde{x} \pm \mu_x . \tag{11.11}$$

В общем виде это записывают так

$$\tilde{x} - \mu_x \le \bar{x} \le \tilde{x} + \mu_x . \tag{11.12}$$

Для практики выборочных обследований важно, что средняя ошибка выборки применяется для установления предела отклонений характеристик выборки из соответствующих показателей генеральной совокупности небезотносительно. Лишь с определенной степенью вероятности можно утверждать, что эти отклонения не превысят величины $t \cdot \mu$, которая в статистике называется ***предельной ошибкой выборки*** (Δ). (Δ) связана со средней ошибкой выборки μ отношением

$$\Delta = t \cdot \mu . \tag{11.13}$$

При этом t как коэффициент кратности средней ошибки выборки зависит от вероятности, с которой гарантируется величина предельной ошибки выборки.

Если $P = 0{,}683$ $t = 1$,

$P = 0{,}954$ $t = 2$,

$P = 0{,}997$ $t = 3$.

Если в формулу подставить конкретное содержание μ, то расчет предельной ошибки при бесповторном отборе можно записать следующими алгоритмами:

1. Доля альтернативного признака

$$\Delta\omega = t\sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n}(1-\frac{n}{N})}\ . \qquad (11.14)$$

2. Средняя величина количественного признака

$$\Delta_x = t\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n}(1-\frac{n}{N})}\ . \qquad (11.15)$$

При этом следует иметь ввиду, что при сравнительно небольшом % единиц, взятых в выборку (до 5%) множитель (1-n/N) близок к единице. Поэтому на практике при расчете величины предельной ошибки выборки (при бесповторном отборе) множитель (1-n/N) можно опустить и тогда расчет производится по формулам повторного отбора

$$\Delta\omega = t\sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n}}\ , \qquad (11.16)$$

$$\Delta_x = t\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n}}\ . \qquad (11.17)$$

11.3. Малая выборка

При контроле качества товаров в экономических исследованиях эксперимент может проводиться на основе малой выборки.

Малая выборка - несплошное статистическое обследование, при котором выборочная совокупность образуется из сравнительно небольшого числа единиц совокупности.

Объем малой выборки обычно не превышает 30 единиц и может доходить до 4-х…5-ти единиц. К минимальному объему выборки прибегают, когда большая выборка или невозможна или нецелесообразна. Например, если проведение исследования связано с порчей или уничтожением обследованных образцов.

Величина ошибки малой выборки определяется по формулам отличным от формул выборочного наблюдения со сравнительно большим объемом выборки (n > 100).

Среднюю ошибку малой выборки вычисляют по формуле

$$\mu_{м.в.} \approx \sqrt{\frac{\sigma^2 м.в.}{n}} \quad . \tag{11.18}$$

где $\sigma^2_{м.в.}$ - дисперсия малой выборки.

Предельная ошибка малой выборки:

$$\Delta_{м.в.} = t \cdot \mu_{м.в.} . \tag{11.19}$$

При этом значение коэффициента доверия (t) зависит не только от заданной доверительной вероятности, но и от численности единиц выборки (n).

Для отдельных значений t и n доверительную вероятность малой выборки определяют по специальным таблицам ***Стьюдента,*** которые приводятся в учебниках по математической статистике.

11.4. Оптимальная численность выборки

При организации выборочного обследования следует иметь в виду, что размер ошибки выборки, прежде всего, зависит от численности выборочной совокупности (n). Из формулы $\mu \approx \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}$ следует, что средняя ошибка выборки обратно пропорциональна $\sqrt{n}$.

Определение необходимой численности выборки основывается на формуле предельной ошибки выборки

$$\Delta x = t\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n}} \ . \tag{11.20}$$

Объем необходимой выборки можно получить путем преобразований, решая это равенство относительно «n»:

$$\Delta x^2 = t^2 \cdot \frac{\sigma_x^2}{n}. \qquad (11.21)$$

Отсюда необходимая численность выборки при расчете средней величины количественного признака выразится так

$$n_x = \frac{t^2 \sigma_x^2}{\Delta x^2} \qquad (11.22)$$

Также выводят формулу для расчета численности выборки при выборочном обследовании доли альтернативного признака (n_w)

$$\Delta \omega^2 = t^2 \frac{\omega(1-\omega)}{n}. \qquad (11.23)$$

Отсюда

$$n_\omega = \frac{t^2 \omega(1-\omega)}{\Delta \omega^2}. \qquad (11.24)$$

Вывод формул для определения численности выборки при бесповторном отборе аналогичен.

Конечный результат для бесповторного отбора будет следующим:

- для доли альтернативного признака

$$n_w = \frac{N t^2 w(1-w)}{N \Delta_x^2 + t^2 \omega(1-\omega)}. \qquad (11.25)$$

- для средней величины количественного признака

$$n_x = \frac{N t^2 \sigma_x^2}{N \Delta_x^2 + t^2 \sigma_x^2}. \qquad (11.26)$$

11.5. Способы отбора единиц из генеральной совокупности

В статистике применяют различные способы формирования выборочных совокупностей, что обуславливается задачами исследования и зависит от специфики объекта изучения.

Основным условием проведения выборочного обследования является предупреждение возникновения систематических ошибок, возникших вследствие нарушения принципа равных возможностей попадания в выборку каждой единицы генеральной совокупности.

Практика применения выборочного метода в экономико-статистических исследованиях использует следующие способы отбора единиц из генеральной совокупности:

- индивидуальный отбор - в выборку отбираются отдельные единицы;
- групповой отбор – в выборку попадают качественно однородные группы или серии изучаемых единиц.
- комбинированный отбор – как комбинация индивидуального и группового отборов.

Способы отбора

Определяются правилами формирования выборочной совокупности. *Выборка может быть:*

- собственно-случайная;
- механическая;
- типическая;
- серийная;
- комбинированная.

Собственно-случайная выборка

Состоит в том, что выборочная совокупность образуется в результате случайного (непреднамеренного отбора отдельных единиц из генеральной совокупности). При этом количество отобранных в выборочную совокупность единиц обычно определяется исходя из принятой доли выборки. ***Доля выборки*** - отношение числа единиц выборочной совокупности (**n**) к численности единиц генеральной совокупности (N), т.е.

$$\mathbf{n/N = K_B} \qquad (11.27)$$

Эта выборка может быть осуществлена по схемам повторного и бесповторного отбора.

При повторном отборе каждая единица, попавшая в выборку после ее обследованная должна практически возвратиться в генеральную совокупность, но практически это не всегда осуществимо. Например, при контроле качества электроламп в выборке подвергнуты на продолжительность горения, естественно, что возвращать в генеральную совокупность лампочки с перегоревшими нитями не имеет смысла.

Для вычисления средней ошибки собственно-случайной выборки применяется формула

$$\mu \cong \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}, \qquad (11.28)$$

$$\mu \cong \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}(1 - \frac{n}{N})}. \qquad (11.29)$$

Механическая выборка

Состоит в том, что отбор единиц в выборочную совокупность производится из генеральной совокупности, разбитой на равные интервалы (группы). При этом размер интервалов генеральной совокупности равен обратной величине доли выборки. Таким образом, в соответствии с принятой долей отбора, генеральная совокупность как бы механически разбивается на равновеликие группы и с каждой такой группой в выборку отбирается лишь одна единица.

При упорядочении генеральной совокупности по существующему признаку, т.е. по признаку, который всецело определяет поведение изучаемого показателя в выборочную совокупность, должна отбираться та единица, которая находится в середине каждой группы. Это позволяет избежать появление систематической ошибки выборки. Доказано, что механическая выборка по точности результатов близко подходит к собственно случайному способу отбора. Поэтому для определения средней ошибки механической выборки используют формулы собственно случайной выборки.

Типическая выборка

Генеральная совокупность вначале расчленяется на однородные типичные группы, затем из каждой типичной группы собственно случайной или механической выборкой производится индивидуальный отбор единиц в выборочную совокупность.

Важной особенностью типичной выборки является то, что она дает более точные результаты по сравнению с другими способами отбора единиц в выборочную совокупность.

Репрезентативность типичной выборки обеспечивается расчленением генеральной совокупности на качественно однородные группы. Чем однороднее состав образованных типичных групп, тем лучше типичная выборка будет воспроизводить характеристики изучаемого признака в генеральной совокупности.

При определении ошибки типичной выборки в качестве показателя вариации выступает средняя из внутригрупповых дисперсий.

Для доли альтернативного признака среднюю из внутригрупповых дисперсий исчисляют по формуле

$$\overline{\sigma}_{\omega}^{2} = \frac{\sum w_i (1 - w_i) n_i}{\sum n_i}. \qquad (11.29)$$

Для средней величины количественного признака применяют формулу

$$\overline{\sigma}_{x}^{2} = \frac{\sum \sigma_i^2 \cdot n_i}{\sum n_i}. \qquad (11.30)$$

На практике формирование выборочной совокупности типичной выборки обычно осуществляется пропорционально численности единиц, составляющих типические группы, при этом для определения средней ошибки типичной выборки используются формулы:

- для доли альтернативного признака

$$\mu_w = \sqrt{\frac{\overline{w(1-w)}}{n}} \text{ (повторный отбор),} \tag{11.31}$$

$$\mu_w = \sqrt{\frac{\overline{w(1-w)}}{n} \cdot (1-\frac{n}{N})} \text{ (бесповторный отбор);} \tag{11.32}$$

- для средней величины количественного признака:

$$\mu_x = \sqrt{\frac{\overline{\sigma_x^2}}{n}} \text{ (повторный отбор),} \tag{11.33}$$

$$\mu_x = \sqrt{\frac{\overline{\sigma_x^2}}{n}(1-\frac{n}{N})} \text{ (бесповторный отбор).} \tag{11.34}$$

Серийная (гнездовая) выборка

Из генеральной совокупности отбираются не отдельные единицы, а целые их серии (гнезда). Внутри каждой из попавших в выборку серии обследуются все без исключения единицы, т.е. применяется сплошное наблюдение.

Отбор отдельных серий в выборочную совокупность осуществляется либо посредством собственно случайной выборки, либо механическим отбором. Практически серийная выборка производится, как правило, по схеме бесповторного отбора. Для определения средней ошибки выборки применяют формулы:

- для доли альтернативного признака

$$\delta_w^2 = \frac{\sum (w_i - \overline{w})^2}{r}, \tag{11.35}$$

- для средней величины количественного признака

$$\mu_w = \sqrt{\frac{\delta_w^2}{r}(\frac{R-r}{R-1})} . \quad (11.36)$$

При этом $\delta_ч^2$ - межсерийная дисперсия выборочной средней,

где r - число серий в выборке;

R - число серий в генеральной совокупности.

Рассмотренные способы выборки на практике обычно применяются не в «чистом» их виде, а комбинируются в различных сочетаниях и с различной последовательностью.

Это вызвано тем, что отбор единиц из генеральной совокупности для их обследования представляет порой сложный процесс, который затрагивает различные стороны образования выборки и в каждом конкретном случае будет осуществлен по различным схемам.

Средняя ошибка комбинированной выборки определяется по формулам:

- при повторном отборе

$$\mu = \sqrt{\frac{\overline{\sigma^2}}{n} + \frac{\delta^2}{r}} ; \quad (11.37)$$

- при бесповторном отборе

$$\mu = \sqrt{\frac{\overline{\sigma^2}}{n}(1-\frac{n}{N}) + \frac{\delta^2}{r}(\frac{R-r}{R-1})} , \quad (11.38)$$

при этом n - число единиц, взятое в выборке из серий.

В статистике различают также одноступенчатые и многоступенчатый способы единиц в выборочную совокупность.

При одноступенчатой выборке каждая отобранная единица сразу же подвергается изучению по заданному признаку. Так обстоит дело при собственно-случайной и серийной выборке.

При многоступенчатой выборке производят отбор из генеральной совокупности отдельных групп, а из групп выбираются отдельные единицы. Так производится типическая выборка с механическим способом отбора единиц в выборочную совокупность.

Комбинированная выборка может быть двухступенчатой. При этом генеральная совокупность сначала разбивается на группы, затем производят отбор групп, а внутри последних осуществляется отбор отдельных единиц.

Выборка может быть многоступенчатой, если сначала производят отбор крупных групп. Затем из крупных групп отбираются средние группы, потом мелкие и внутри последних отбираются отдельные единицы.

В отличие от типической выборки, где формирование выборочной совокупности производится из всех групп, при многоступенчатой выборке производится отбор самих групп.

Поэтому не все они попадают в выборочную совокупность.

Средняя ошибка выборки при многоступенчатом отборе определяется по формуле

$$\mu = \sqrt{\mu_1^2 + \frac{\mu_2^2}{n_1} + \frac{\mu_3^2}{n_1 n_2} + \cdots + \frac{\mu_n^2}{n_1 n_2, \ldots, n_n}}, \qquad (11.39)$$

где $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_n$ - средние ошибки выборки на отдельных ступенях отбора;

$n_1, n_2, \ldots n_n$ - численность выборки на соответствующих ступенях отбора.

На практике известны случаи, когда выборочное обследование организуется так, что одни сведения получают от всех единиц, а другие - только по некоторым из них. Такая выборка называется многофазной.

Отличие многофазной выборки от многоступенчатого отбора заключается в том, что при многофазной выборке на каждой фазе сохраняется одна и та же единица отбора. В многоступенчатых выборках единица отбора на каждой ступени выборки различная.

Тема 12. ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ: ТАБЛИЦЫ, ГРАФИКИ, КАРТЫ

Вопросы для теоретической подготовки

12.1. Статистические таблицы.
12.2. Основные правила составления таблиц.
12.3. Понятие о статистическом графике. Роль графического способа изображения в статистике.
12.4. Элементы статистического графика и правила его построения.
12.5. Цели и задачи, решающиеся при помощи графиков.
12.6. Формы и виды графиков.

12.1. Статистические таблицы

Результаты сводки и группировки материалов, как правило, представляют в виде ***статистических таблиц.*** Это наиболее рациональная форма представления результатов статистической сводки.

По внешнему виду статистические таблицы представляют собой ряд пересекающихся горизонтальных и вертикальных линий, образующих строки по горизонтали и графы по вертикали (столбцы, колонки).

Составленную, но не заполненную цифрами таблицу называется ***макетом таблицы.***

Статистическая таблица имеет свое подлежащее и сказуемое.

Подлежащее таблицы показывает, о каком явлении идет речь в таблице и представляет собой группы или подгруппы, которые характеризуются рядом показателей.

Сказуемое таблицы - это показатели, с помощью которых изучается объект, т.е. подлежащее таблицы. В основном в сказуемом отражается численное значение и характеристики изучаемого явления. Обычно составляющие части изучаемого объекта, образующие подлежащее, располагаются в левой части таблицы, а показатели, составляющие сказуемое помещают справа. Но бывает и обратное расположение.

Составленная и оформленная статистическая таблица должна иметь общие, боковые и верхние заголовки. Общий заголовок обычно располагается над таблицей и выражает ее основное содержание. Таблица иногда может и не иметь заголовка, если она вмонтирована в текст. В таком случае дается подробное разъяснение ее содержания в текстовой части.

Виды таблиц бывают:

- простые;
- групповые;
- комбинационные.

Простые таблицы получили большое распространение в экономической практике. Они не содержат в подлежащем систематизации изучаемых единиц изучаемой совокупности.

Простая таблица в подлежащем содержит перечисление единиц изучаемой совокупности (табл. 12.1).

Таблица 12.1 - Продажа некоторых продуктов питания продовольственными магазинами города

Товарные группы	Продано, млн. грн.	
	2008 г.	2009 г.
Мясо и птица	400	500
Колбасные изделия и копчености	600	750
Рыба и сельди	275	350

Сведения простой таблицы применяются и для оценки изменения какого-либо явления во времени. Для этого в подлежащем таблицы приводятся периоды времени или даты, а в сказуемом ряд показаний. Таблицы, в подлежащем которых приводится перечень территорий (регионов, областей) называются ***перечневыми территориальными таблицами.***

Довольно часто применяются и ***территориальные хронологические таблицы,*** в которых сказуемое также содержит показатели по годам, кварталам и т.д., а подлежащее - показатели по регионам, областям.

Групповые таблицы дают более информативный материал для анализа изучаемых явлений, благодаря образованным в их подлежащем группам по существенному признаку или выявлению связи между рядом показателей (табл. 12.2).

Таблица 12.2 - Группировка магазинов по уровню производительности труда работников за отчетный период

Группы магазинов по уровню производительности труда, тыс. грн.	Число магазинов, единиц
До 600	4
600-700	4
700-800	7
800-900	7
900-1000	3

Комбинационные таблицы - при построении которых каждая группа подлежащего, сформированная по одному признаку делителем на подгруппы по второму признаку, т.е. факторные признаки в данном случае берутся в определенном сочетании, комбинации (табл. 12.3).

Таблица 12.3 - Прием в высшие и средние специальные учебные заведения по видам обучения (по региону), тыс. чел.

Наименование	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Принято студентов, всего	114,0	117,5	118,4
В Вузы, в т.ч. на отделения:	76,0	78,5	78,9
дневное	47,0	49,0	49,4
заочное	29,0	29,5	29,5
В средние специальные учебные, в т.ч. на отделения	38,0	39,0	39,5
дневное	31,0	31,6	31,9
заочное	7,0	7,4	7,6

12.2. Основные правила составления таблиц

1. По возможности таблицу следует составлять небольшой по размеру, легко обозримой. Иногда целесообразно вместо одной большой таблицы

построить несколько органически связанных между собой, последовательно расположенных таблиц.

2. Общий заголовок таблицы должен коротко выражать ее основное содержание. В нем обычно указывают: время, территорию, к которым относятся данные, единицы измерения, если она выступает единой для всей совокупности. При отсутствии общей единицы измерения, в каждой графе проставляется своя единица измерения. Слова в таблице пишутся без сокращений.

3. Обычно строки подлежащего и графы сказуемого располагают в виде частных с последующим подитоживанием по каждому из них.

4. Для удобства анализа таблицы при большом числе строк подлежащего и граф сказуемого, возникает потребность в нумерации тех из них, которые заполняются данными.

5. Одинаковая степень точности обязательная для всех чисел обеспечивается соблюдением правил их округления (от 0,1 до 0,01 и т.д.). Когда одна величина превосходит другую многократно, то полученные показатели динамики лучше выражать не в %, а в коэффициентах или разах.

6. Когда в таблице приводятся наряду с отчетными данными сведения расчетного порядка, следует об этом сделать соответствующую оговорку.

12.3. Понятие о статистическом графике. Роль графического способа изображения в статистике

Статистический график - это способ наглядного изображения статистических величин при помощи геометрических образов (это геометрические линии, фигуры, совокупность точек, поверхностей и тел).

График - технический прием изображения статистических данных. С помощью графика выявляются тенденции и закономерности развития.

Наглядность - положительная сторона графиков.

Графический метод выявляется естественным продолжением табличного метода. Каждая таблица может быть представлена графически.

Статистические графики необходимо отличать от графиков, которые являются вспомогательными, от графиков математических.

Статистический график всегда изображает определенный статистический показатель.

12.4. Элементы статистического графика и правила его построения

Основными элементами графика является:

1. Графический образ, т.е. знаки - символы (линии, фигуры и пр.), с помощью которых изображаются статистические величины.
2. Поле графика - место, где размещены те или иные графические образы.
3. Пространственные ориентиры, определяющие расположение графических образов на поле.
4. Масштабные ориентиры, дающие количественную определенность знакам-символам.
5. Экспликация (словесное пояснение) графика, включающая точное его название и пояснение к отдельным его частям.

Для построения графика необходимы:

- шкала;
- масштаб.

Шкала – линия, на которую нанесены точки, соответствующие определенным числовым значениям показателя.

Имеются 3 элемента шкалы: линия - опора или носитель шкалы; черточки и точки расположены в определенном порядке на носителе шкалы.

Цифровые обозначения точек соответствующих определенным числам. Правильность составления графика зависит от выбора масштаба шкалы.

Масштаб - это длина отрезка, принятого за единицу, т.е. это условная мера перевода числовых величин в графические.

Правила построения графика:

- Правильный выбор типа графика, способа изображения.

График должен соответствовать содержанию. Например, темп роста изображается линейной диаграммой. Объем выпуска продукции столбиковой диаграммой.

- Никакой график сам по себе не заменяет статистических данных, поэтому все числа должны быть нанесены на график;

- График должен быть точным и соответствовать выбранному масштабу, обеспечению чтения графика объяснение смысла всех атрибутов графика.

- Он не должен быть перегружен линиями, не > 3, 4 линий.

- Каждый график должен иметь заголовок и номер.

В заголовке необходимо отразить объект, показатели, место и время.

Если график располагается в тексте, то заголовок пишут под графиком если на планшете - то над графиком.

12.5. Цели и задачи, решающиеся при помощи графиков

1. Для сравнения величин между собой (сравнение численности населения отдельных стран, предприятий по объему продукции и т.д.);

2. Для характеристики состава явления, его структуры и структурных сдвигов (классовый состав населения, структура основных производственных фондов, себестоимость продукции и т.д.);

3. Для характеристики развития явления во времени (темпы роста производительности труда);

4. Для изучения зависимости и связи социально-экономических явлений (зависимость выпуска продукции от величины основных фондов предприятия);

5. Для распределения членов совокупности по назначению какого-либо признака (распределение рабочих по уровню заработной платы и т.д.);

6. Для характеристики развития явлений в пространстве, для экономико - географической характеристики явлений.

12.6.Формы и виды графиков

Среди графиков различают:

• *диаграммы* - графическое изображение статистических величин при помощи различных геометрических фигур или знаков;

• *картограммы* - изображение величины того или иного показателя на географической карте с помощью графических символов (штриховки, расцветки, точек);

В зависимости от применяемых графических образов среди диаграмм различают:

- столбиковые диаграммы;
- плоскостные диаграммы;
- секторные;
- объемные;
- линейные графики и др.

При построении столбиковых диаграмм используется, как и в линейных графиках, прямоугольная система координат. При этом каждое значение изучаемого показателя изображается в виде вертикального столбика. По оси абсцисс размещается основание столбиков. Их ширина может быть произвольной, но обязательно одинаковой для каждого столбика. Высота столбиков (в соответствии с принятым по оси ординат масштабом) должна строго соответственно изображаемым данным.

Количество столбиков определяется числом изучаемых показателей (данных). Расстояние между столбиками должно быть одинаковым. У основания столбиков дается название изучаемого показателя. Уровни (величины), характеризующие значения изображаемых показателей, помещаются внутри каждого столбика.

Для плоскостных графиков графическими образами являются геометрические фигуры: прямоугольники, квадраты, окружности.

В секторных диаграммах площадь окружности принимается за величину всей изучаемой статистической совокупности, а площади отдельных секторов отображают удельный вес (долю) ее составных частей. При этом поскольку площади секторов пропорциональны их центральным углам, то для построения секторной диаграммы сумма всех углов (360˚) распределяется пропорционально удельным весам отдельных частей изучаемой совокупности. При процентном выражении состава изучаемой статистической совокупности исходят из соотношения 1 % = 3,6˚.

В линейных графиках графическими образами являются линии.

РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Про державну статистику: Закон України // Голос України. - 21 жовтня 1992 р.

2. Про заходи щодо розвитку державної статистики: Указ Президента України від 22 листопада 1997 р. № 1299/97 // Статистика України. - 1998. - № 1.

3. Програма реформування державної статистики на період до 2002 року: Постанова Кабінету Міністрів України № 971 від 27.06.1998 р.

4. Статистика України: Журн. Держкомстату України.

5. Большой экономический словарь / Под ред. А. Н. Азрилияна. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Ин-т новой экономики, 1997.

6. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: Учеб./ Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 1995.

7. Елисеева И. И. и др. Международная статистика: Уч. пособие / И.И. Елисеева, Т.В. Костеева, Л.И. Хоменко. – Мн.: Вышс. шк., 1995.

8. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцев В.Н. Общая теория статистики. Учебник, 2-е изд. М.: ИНФРА - М, 2007.

9. Єріна А. М., Пальян З.О. Теорія статистики. Практикум. - К.: «Знання», 2001.

10. Кевиш П. Теория индексов и практика экономического анализа: Пер. с венг. – М.: Финансы и статистика, 1990.

11. Лугінін О.Е., Білоусова С.В. Статистика: Підручник. - К.: Центр навчальної літератури, 2005.

12. Общая теория статистики. Статистическая методология в изучении коммерческой деятельности / Под ред. О.Э. Башиной, А.А. Спирина – М.: Финансы и статистика, 2000.

13. Парфенцева Неля. Міжнародні статистичні класифікації в Україні: Впровадження й використання. – К.: Основи, 2000.

14. Попов І.І., Федорченко В.С. Теорія статистики. Практикум: Навч. посібник - К.: КНТЕУ, 2001.

15. Социальная статистика: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 1997.

16. Статистика: Підручник / С.С. Герасименко, А.В. Головач та ін. - К.: КНЕУ, 2000р.

17. Статистика. Методичні рекомендації до проведення практичних занять та самостійної роботи студентів. – К.: КДТЕУ, 1997.

18. Статистика: Уч. пособие/ Под ред. М.Р. Ефимовой. ИНФРА – М.: 2000.

19. Статистика. Підручник. /С.С. Герасименко, А.В. Головач, А.М. Єріна та ін. – К.:КНЕЦ, 2000.

20. Статистика: Навч.-метод, посібник для самостійного вивчання дисципліни. /А.М. Єріна, Р.М. Моторин, А.В. Головач та ін. – К.: КНЕЦ, 2002.

21. Статистика. Курс лекций / Харченко Л.П. и др. – Новосибирск: Изд-во НГАЗиУ; М.: ИНФРА – М, 1997.

22. Статистика підприємства / За ред.. П.Г. Вашківа. – К.: Нац. банк України, 1999.

23. Теория статистики: Учебник / Под ред. Г. Л. Громыко – М.: ИНФРА-М., 2000.

24. Теория статистики: Учебник / Под ред.. Р. А. Шмойловой. – М.: Финансы и статистика, 1996.

25. Теория статистики: Учебник / Под ред.. Р. А. Шмойловой. – М.: Финансы и статистика, 1996.

26. Толбатов Ю. А. Загальна теорія статистики засобами EXCEL: Навч. посібник. - К.: Четверта хвиля, 1999.

27. Уманець Т.В., Пігарєв Ю.В. Статистика. Навч. посібник. – К.: Вікар, 2003.

Учебное издание

СТАТИСТИКА

Конспект лекций (для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 6.030504 – «Экономика и предпринимательство», а также для иностранных студентов)

Автор: Татьяна Николаевна Колесник

Ответственный за выпуск проф. к.э.н. Е.Н.Кайлюк

План 2009, поз. 165 Л

Подп. к печати 15.04.2009 г.	Формат 60 x 80 $^{1}/_{16}$	Бумага офисная
Печать на ризографе	Усл.- печ. л. 4,6	Уч.- изд. л. 4,9
Зам. №	Тираж 150 экз.	

61002, Харьков, ХНАГХ, ул. Революции, 12

Сектор оперативной полиграфии ЦНИТ ХНАГХ
61002, Харьков, ХНАГХ, ул. Революции, 12