

# СТАТИСТИКА

У Ч Е Б Н И К

**Под редакцией**

доктора экономических наук,  
профессора, члена-корреспондента РАН,  
академика Международной академии наук высшей школы  
**И.И. Елисеевой**



• ПРОСПЕКТ •

# СТАТИСТИКА

УЧЕБНИК

Под редакцией доктора экономических наук,  
профессора, члена-корреспондента РАН,  
академика Международной академии наук высшей школы

---

И.И. Елисеевой

Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации  
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальности 061700 «Статистика»



•ПРОСПЕКТ•

МОСКВА  
2010



УДК 311(075.8)  
ББК 60.6я73  
С78

Учебник подготовлен авторским коллективом кафедры статистики Санкт-Петербургского университета экономики и финансов в составе:

**И. И. Елисеева**, д-р экон. наук, проф., чл.-корр. РАН, акад. Международной академии наук высшей школы – введение, гл. 1, разд. 2.1–2.3, 3.1, 3.3, гл. 4, 7, 14; **И. И. Егорова**, канд. экон. наук, доц. – гл. 11; **С. В. Курышева**, д-р экон. наук, проф. – гл. 8; **В. И. Лаптев**, канд. экон. наук, доц. – гл. 15, 16; **О. Н. Никифоров**, канд. экон. наук – разд. 2.4, 2.5, 6.2; **Н. А. Флуд**, канд. экон. наук, доц. – гл. 5, разд. 6.1, гл. 9, 12, 13; **Н. В. Бутова**, канд. экон. наук, доц. – гл. 17; **Н. М. Гордеенко**, канд. экон. наук, доц. – гл. 10.

**Под редакцией** доктора экономических наук, профессора, члена-корреспондента РАН, академика Международной академии наук высшей школы **И. И. Елисеевой**.

Статистика: учеб. / И. И. Елисеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. – М.: Проспект, 2010. – 448 с.

ISBN 978-5-392-00688-5

Курс статистики дает представление о сущности статистического метода и особенностях его применения к изучению социально-экономических явлений и процессов. В этой дисциплине раскрываются значение и методы построения основных статистических показателей.

Предлагаемый учебник соответствует требованиям образовательного стандарта Министерства образования и науки РФ. Учебник содержит подробное изложение организации статистики как системы государственных учреждений. Рассматриваются методы сбора данных, анализы распределения переменных, статистические методы изучения взаимосвязей между переменными, временных рядов и прогнозирования.

Отличие данного учебника в том, что в нем вопросам прогнозирования уделяется особое внимание.

Для студентов и преподавателей экономических вузов, научных и практических работников, специализирующихся в области статистики.

УДК 311(075.8)  
ББК 60.6я73

Учебное издание

СТАТИСТИКА

Учебник

Оригинал-макет подготовлен компанией ООО «Оригинал-макет»  
www.o-maket.ru; тел.: (495) 726-18-84

Подписано в печать 01.08.09. Формат 60 × 90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печать офсетная. Печ. л. 28,0. Тираж 3000 экз. Заказ № 5695

ООО «Проспект»  
111020, г. Москва, ул. Боровая, д. 7, стр. 4.

Отпечатано с готовых файлов заказчика в ОАО «ИПК  
«Ульяновский Дом печати». 432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14



9 785392 006885

© Коллектив авторов, 2010  
© ООО «Проспект», 2010

## Введение

В подготовку экономиста любого профиля обязательно входит такая дисциплина, как статистика. Она знакомит студентов с тем, как собираются массовые данные, почему нельзя сделать умозаключение об изменениях цен, уровне жизни и т. д. на основе единичного явления (цены на один товар или доход одной семьи и т. д.), как данные обобщаются и анализируются. Курс статистики дает представление о сущности статистического метода и особенностях его применения к изучению социально-экономических явлений и процессов. В этой дисциплине раскрываются назначение и методы построения основных статистических показателей, которые описывают состояние и развитие экономики, национальное богатство, взаимоотношения между личностью, семьей, обществом и государством, воспроизводство населения. Эти показатели публикуются в официальных статистических сборниках, приводятся в газетных и журнальных статьях экономических обозревателей, в теле- и радиопередачах.

Предлагаемый учебник по своему содержанию соответствует требованиям образовательного стандарта Министерства образования РФ.

Статистика преподается студентам всех форм обучения (дневное, вечернее, заочное, дистанционное (online) обучение). В определенной степени эта дисциплина основывается на теории вероятностей и математической статистики, преподавание которых в большинстве вузов нашей страны ведется обособленно от дисциплины «статистика». За рубежом, как правило, все статистические дисциплины объединены в один курс, преподавание которого включает разные уровни сложности. Например, «статистика-I» включает дискрети́вную (описательную) статистику и основные законы распределений и основы выборочного метода; «статистика-II» включает статистический вывод (испытание статистических гипотез и статистическое оценивание), регрессионный, дисперсионный анализ, анализ временных рядов; «статистика-III» – многомерный статистический анализ.

Преподавание статистики опирается и на знания, полученные студентами в результате освоения курсов микро- и макроэкономики.

Настоящий учебник соответствует начальному уровню освоения статистики в экономическом вузе. Учебник содержит подробное изложение организации статистики как системы государственных учреждений. Рассматриваются методы сбора данных, анализа распределенных переменных, статистические методы изучения взаимосвязей между переменными, временных рядов и прогнозирования. Методика прогнозирования обычно не рассматривается в стандартных курсах статистики. Отличие данного учебника в том, что здесь вопросам прогнозирования уделяется особое внимание.

В учебнике нашли отражение изменения в методологии построения статистических показателей в связи с переходом государственной статистики Российской Федерации на международные стандарты.

Подробно излагаются статистические методы анализа рынка труда, численности населения, методы измерения объема производства, динамики и уровня цен, методы измерения инфляции. Специальный раздел учебника посвящен проблеме измерения национального богатства, которая в нашей официальной статистике до сих пор не решена. Мы продолжаем включать в национальное богатство только стоимость основных фондов, материальных оборотных средств, имущества домашних хозяйств, тогда как в международной практике принято включать в состав национального богатства природные и человеческие ресурсы, нематериальные активы. Развитие экономики зависит от инвестиций. Направления статистического анализа инвестиций и информационное обеспечение такого анализа рассматриваются в особой главе.

Завершающая глава учебника посвящена макроэкономическим показателям. Центральное место в этой части занимают методы расчета валового внутреннего продукта как показателя, дающего обобщающую характеристику результатов экономической деятельности страны. Излагается система национальных счетов, в которой отражаются взаимосвязи между основными макроэкономическими показателями.

К каждой главе даются контрольные вопросы и задания, что позволяет закрепить изученную тему.

Учебник подготовлен коллективом преподавателей кафедры статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов.

Авторы считают долгом выразить свою признательность кафедре статистики Финансовой академии при Правительстве РФ (заведующий кафедрой — профессор В. Н. Салин) и профессору, д.э.н., заведующему кафедрой статистики, декану учебно-экономического факультета Санкт-Петербургского торгово-экономического института В. И. Афанасьеву за тщательное рецензирование рукописи и представление ее в УМО по специальностям «Финансы и кредит», «Бухгалтерский учет и аудит», «Мировая экономика».

## Раздел I. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СТАТИСТИКИ

### Глава 1

#### ПОНЯТИЕ О СТАТИСТИКЕ. ПРЕДМЕТ И МЕТОД СТАТИСТИКИ КАК НАУКИ

##### 1.1. Понятие статистики

Термин «статистика» может означать данные или, иначе говоря, результаты многих наблюдений и измерений. Например, статистика забастовок, целодневных простоев, или же статистика успеваемости в школе, вузе, лицее и т. д.

**Статистикой называют отрасль знаний, обладающую своим предметом и методом.** В этом качестве статистика присутствует в экономическом образовании. Статистика — это и отрасль деятельности людей, занимающихся сбором, обработкой и анализом социальных и экономических данных. Специалисты-статистики измеряют инфляцию, вычисляют индекс физического объема промышленной продукции, рассчитывают валовой внутренний продукт, определяют численность населения и его состав и т. д.

В научный обиход слово «статистика» вошло в XVIII в. и первоначально употреблялось как «государствоведение». В настоящее время **статистика может быть определена как собрание, представление, анализ и интерпретация числовых данных.** Это особый метод, который используется в различных сферах деятельности, в решении разнообразных задач. Именно потребности «государственных мужей» — президента, членов правительства, депутатов Государственной Думы, а также органов власти в регионах и федеральных округах — делают необходимым наличие специальной государственной службы — официальной статистики, статистических организаций. Эта служба занимается измерением социально-экономических явлений и публикацией официальных статистических сборников.

Все экономические явления очень сложны. Представьте себе такой факт, как получение банковского кредита предприятием. Для этого предприятие должно представить свой баланс, результаты аудиторской проверки, доказывающие устойчивость его финансового положения и платежеспособность, бухгалтерский баланс и аудиторское заключение — результаты усилий многих людей в течение длительного времени. Сказанное относится к одному предприятию. Но чтобы понять кредитную политику банков, их взаимоотношения с организациями — производителями товаров и услуг, нужно рассмотреть данные о работе многих предприятий, суммы запрошенных и полученных кредитов, условия возврата. Обобщив информацию, например, по от-

раслевым группам предприятий, по срокам и сумме предоставленного кредита, можно понять основные черты кредитной политики банков, т. е. выявить ее *закономерности*.

Познание закономерностей возможно лишь в том случае, если изучаются не отдельные явления, а их *совокупности*, ведь закономерности общественной жизни наблюдаются в полной мере лишь в массе явлений. В каждом явлении *необходимое* — то, что присуще всем явлениям данного вида, но в единстве со *случайным*, индивидуальным, присущим лишь этому конкретному явлению. Так, например, реклама какого-либо товара может не оказать влияния на рост объема его продажи, однако обобщение данных о затратах на рекламу товаров и объеме их реализации показывает наличие прямой связи между этими показателями. Поэтому рекламу и называют «двигателем торговли».

Закономерности, в которых необходимость неразрывно связана в каждом отдельном явлении со случайностью и лишь во множестве явлений проявляет себя как закон, называются *статистическими*.

Каждое единичное явление рассматривается статистикой как особый, частный случай изучаемой закономерности.

Свойство статистических закономерностей проявляется в массе явлений при обобщении данных по достаточно большому числу единиц. Оно получило название *закона больших чисел*.

Предметом статистического изучения всегда выступают совокупности тех или иных явлений, включающие все множество проявлений исследуемой закономерности.

Статистические совокупности часто называют *массовыми явлениями*. Они обладают свойством устойчивости — в течение более или менее длительного промежутка времени их характеристики остаются примерно постоянными. Так, доля мальчиков и девочек среди новорожденных, доля лиц разных возрастов среди вступающих в брак и т. д. обнаруживают от года к году не очень значительные колебания. Этот факт представляет огромный интерес. Устойчивость определяет возможность существования и развития общества, на этом свойстве базируются прогнозы (скажем, прогноз пропорций между отраслями и секторами экономики и т. д.).

В статистических измерениях используются как *стоимостные*, так и *натуральные показатели*. Для анализа динамики стоимостные показатели выражаются не только в текущих, но и в так называемых неизменных ценах, т. е. в ценах, установленных за определенный период или на определенную дату, применяемых в течение ряда лет для оценки продукции в отдельных отраслях материального производства.

Стоимостное выражение позволяет агрегировать данные, например, рассчитывать продукцию предприятия, производящего разную продукцию. Универсальным измерителем являющегося затраты труда в человеко-часах, человеко-днях и т. д. При обобщении натуральных показателей могут возникнуть трудности из-за несопостави-

мости данных (нельзя, скажем, суммировать столы и стулья). В таких случаях применяют условно-натуральные измерители. Например, рыбные консервы выпускаются в больших и маленьких, высоких и низких банках, причем в разные годы их количественное соотношение меняется. Для того чтобы подсчитать, сколько всего произведено консервов, сравнить эту цифру с прошлым периодом, используют так называемые условные банки. Чтобы обобщить мощность двигателей по совокупности предприятий, ее выражают в лошадиных силах, а затем суммируют. Топливо разной теплотворной способности пересчитывают в условное топливо; скот (коров, быков и т. д.) пересчитывают условно в крупный рогатый скот и т. д.

## 1.2. Предмет и метод статистики

Предметом статистического изучения выступают *совокупности — множества однокачественных, варьирующих явлений*. В это определение совокупности входят три основные категории: 1) это *множество явлений*; 2) это множество явлений, объединенных *общим качеством*, представляющих собой проявления одной и той же закономерности; 3) это множество *варьирующих явлений*, отличающихся по своим характеристикам. Именно последнее свойство вызывает необходимость изучения всего множества явлений одного вида. Если бы единицы совокупности были полностью тождественны друг другу, то не было бы потребности обращаться к множеству единиц: достаточно лишь изучить одну единицу, чтобы знать все о всех явлениях этого вида.

Единицы совокупности обладают определенными свойствами, качествами. Эти свойства принято называть *признаками*. Например, признаки человека: возраст, образование, занятие, рост, вес, семейное положение и т. д.; признаки предприятия: форма собственности, специализация (отрасль), численность работников, величина уставного фонда, уровень деятельности и т. д.

Статистика изучает явления через их признаки. Чем более однородна совокупность, тем больше общих признаков имеют ее единицы и тем меньше варьируют их значения.

Признаки различаются способами их измерения и другими особенностями, влияющими на методы статистического изучения.

По уровню измерения признаки делятся на количественные и не-количественные. Значения количественных признаков указывают лишь принадлежность единицы к определенной категории. Например, для автомобиля — это цвет, марка; для предприятия — отраслевая принадлежность, форма собственности, основные виды выпускаемой продукции.

Из неколичественных признаков выделяются альтернативные признаки, т. е. те, которые могут принимать лишь два значения: мужчина — женщина, квартира с балконом — без балкона.



Те неколичественные признаки, по которым нельзя упорядочивать единицы, называются *номинальными*. Они просто указывают принадлежность единицы к определенной категории (город большой, мальчик рыжий и т. д.).

Те неколичественные признаки, по которым можно упорядочивать единицы, называются *порядковыми*. Они характеризуют некоторое качество явлений, интенсивность которого выражена по-разному. Например, способности к учебе и прилежание характеризуются балльными оценками, и можно ранжировать учащихся по этим оценкам. Предприятия могут быть проранжированы по некоторому рейтингу. Для измерения порядковых переменных применяется шкала Ликерта. Например, если изучается отношение к труду, то выделяются следующие категории:

- + 1 Работа нравится.
- + 0,5 Работа скорее нравится, чем не нравится.
- 0 Работа безразлична.
- 0,5 Работа скорее не нравится, чем нравится.
- 1 Работа не нравится.

Присваивая цифровые метки категориям, можно ранжировать работников по значениям этих меток.

Количественные признаки выражаются числами. Они играют преобладающую роль в экономической статистике. Для предприятия — это объем выпускаемой продукции за период, количество видов производимой продукции, фонд заработной платы и т. д.

Количественные признаки могут быть *дискретными* и *непрерывными*. Дискретные — это те, значения которых отличаются не менее чем на единицу измерения признака. Например, число человек в семье, количество установленных станков, поголовье крупного рогатого скота. Непрерывные признаки — это те, значения которых у разных единиц могут отличаться на любую сколь угодно малую величину. Такими признаками являются рост, вес человека, заработная плата, метраж квартиры и т. д.

Количественные переменные позволяют не только упорядочивать единицы, но и определять интервал, отделяющий одну единицу от другой.

По отнесенности к единице совокупности признаки делятся на первичные и вторичные.

*Первичные* признаки характеризуют единицу совокупности в целом. Это абсолютные величины. Они могут быть измерены, посчитаны, взвешены и существуют сами по себе независимо от их статистического изучения. Например, площадь пашни, мощность двигателей на предприятии, численность населения города, число автомобилей, произведенных в стране.

*Вторичные*, или *расчетные*, признаки не измеряются непосредственно, а рассчитываются. Они являются продуктами человеческого сознания, результатом познания изучаемого объекта. Например, себе-

стоимость единицы продукции, производительность труда, рентабельность, урожайность и т. п. Вторичные признаки представляют собой соотношение первичных признаков. Так, если объем выпущенной продукции разделить на численность работников, получим показатель производительности труда; разделив сумму затрат на произведенную продукцию на число единиц данной продукции, получим себестоимость, и т. д.

Еще одно деление признаков связано с их зависимостью от времени. Если значение признака зависит от интервала времени, к которому он относится, то признак называется *интервальным*. В определение такого признака входит время. Например, продукция, выпущенная за месяц или за год; душевой доход за месяц; расходы на транспорт за неделю, за день и т. д. Очевидно, что значение такого признака зависит от того, к какому интервалу времени оно относится (объем продукции за квартал, конечно же, будет больше, чем за месяц). Значения интервальных признаков принадлежат соответствующему отрезку времени и могут суммироваться (нет повторного счета). Так, сумма месячных объемов дает годовой объем продукции. Эти признаки можно назвать *характеристиками* процесса. Если значение признака может быть определено по состоянию на любой момент времени, такой признак называется *моментным* или *признаком* состояния. К такого рода признакам относятся стоимость основных фондов предприятия на начало или на конец года, количество установленного металлорежущего оборудования на 1-е число месяца, численность работников на начало года и т. д.

Обобщая значения признаков по единицам, мы получаем *показатели*, т.е. характеристики совокупности или какой-либо группы. Например, признак конкретного работника — заработная плата за месяц, а для всех работников рассчитывается показатель — средняя месячная заработная плата; или пол (мужчина, женщина) — признак работника, а в целом по всем работникам рассчитывается показатель — процент женщин или количество мужчин на 100 женщин.

Специфика предмета статистики обуславливает специфику **статистического метода**. Он включает *сбор данных* (статистическое наблюдение), их *обобщение, представление, анализ и интерпретацию*. Статистические данные могут быть взяты из публикаций, а можно собрать новую информацию по каждой единице совокупности (фирме, человеку, виду продукции, товару). Получение исходных данных является одной из наиболее трудных и важных задач, которые встают перед статистикой. Главное — использовать те данные, которым можно доверять.

Обобщение данных наблюдения включает *группировку* — разбиение общей совокупности на группы однородных единиц и *сводку* — обобщение значений признаков в сводные статистические показатели для характеристики каждой частной совокупности, группы и совокупности в целом.

Для удобного использования результатов обобщения или непосредственно исходной информации данные должны быть представле-



ны в подходящей форме, компактно и наглядно. С этой целью строятся таблицы и графики.

Каждый следующий этап статистической работы зависит от предыдущего. В то же время завершающий этап обобщения данных оказывает влияние на статистическое наблюдение — ведь именно тем, что мы хотим получить в результате исследования, определяются границы объекта наблюдения, программа наблюдения (какие признаки мы будем регистрировать у единиц совокупности).

Выделение типов в результате классификации или группировки данных обеспечивает их однородность. Тем самым создается основа для расчета сводных показателей, анализа вариации и связей. Однородность обобщаемых данных определяет устойчивость всех статистических показателей. Так, по-разному рассчитываются средний надой молока в целом по России (когда, объединяются центральные районы, Северный Кавказ, Северо-Запад и т. д.) и тот же показатель по отдельным территориям страны с достаточно однородными природно-климатическими условиями.

При изучении связей статистика устанавливает круг важнейших факторов, измеряет хотя бы условно силу их влияния. В решении этой задачи всегда существует опасность установления ложных связей — принять за причину просто сопутствующие явления. Например, считать черного кота или разбитое зеркало предвестием неудач.

Важным направлением анализа является изучение динамики. Чтобы предсказать развитие в будущем (сколько автомобилей будет произведено и продано на внутреннем рынке, какова будет численность населения в 2010 г. и т. д.), нужно знать фактическую динамику в прошлом: как изменялись показатели, имелась ли тенденция в их изменении, каков характер колеблемости данных.

Каждый шаг исследования завершается интерпретацией полученных результатов. Какое заключение можно сделать, исходя из проведенного анализа, что говорят нам цифры — подтверждают ли они исходные предположения или открывают что-то новое? Интерпретация данных ограничена исходным материалом. Если заключения основаны на данных выборки, то она должна быть репрезентативной, чтобы выводы были отнесены к совокупности в целом. Статистика позволяет выяснить все полезное, что содержится в исходных данных, и определить, что и как можно использовать для принятия решений.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение предмета статистики и составляющих его категорий.
2. Назовите совокупности, в которые входит житель Москвы, работающий в гараже киностудии «Мосфильм».
3. Дайте определение и приведите примеры частных совокупностей при изучении занятости в городе N.
4. Почему вариация определяет необходимость применения статистики?
5. В чем состоит сущность статистического метода?
6. Как вы понимаете содержание закона больших чисел?

## Глава 2

### СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

#### 2.1. Организация государственной статистики в Российской Федерации и международной статистики

Предоставление статистической информации — главная задача органов *государственной статистики*, информация является продукцией их деятельности. Как любая продукция, она имеет стоимость. Особенно дорогостоящей является информация, получение которой выходит за пределы программы работы государственной статистики.

Структура органов государственной статистики соответствует административно-территориальному делению страны. В автономных республиках, в краях и областях, а также в Москве и Санкт-Петербурге работают комитеты по статистике. Низовым звеном являются инспектуры государственной статистики, которые имеются в административных районах краев и областей, крупных городах.

Местные статистические органы издают региональные статистические сборники. Например, Петербургкомстат издает ежегодник «Народное хозяйство Санкт-Петербурга и Ленинградской области в \_ году»; Комитет по статистике г. Москвы — сборник «Москва в цифрах» и т. д. Издаются и специализированные статистические сборники по отдельным отраслям экономики, социальной статистике, статистике населения и т. д. Однако тираж их, как правило, небольшой, поэтому сборники малодоступны неспециалистам.

Основные функции всех статистических органов — это сбор, обработка, анализ и представление данных в удобном для пользователя виде. Статистические службы должны оперативно предоставлять информацию органам управления, осуществлять обмен информацией с Центральным банком РФ и его органами на местах, Министерством финансов РФ и его местными органами, Минимуществом РФ и его службами, Министерством труда и социального развития России и т. д.

Все статистические органы, кроме районинспектур, имеют внутреннюю структуру: отделы (а в Госкомстате РФ — управления) статистики предприятий, сельского хозяйства, капитального строительства и т. д. Государственная статистика призвана отражать комплексность развития народного хозяйства страны и отдельных регионов, взаимосвязи между территориями. Эти функции выполняют отделы (управления) балансовых работ и системы национальных счетов, статистики финансов, сводный отдел.

Оперативность и качество статистических работ зависят от развития технологии сбора, передачи, обработки и хранения информации. Все областные, краевые и республиканские управления и комитеты

по статистике имеют вычислительные центры. Мощный вычислительный центр имеет Госкомстат РФ (ГВЦ РФ). Все большее значение приобретают локальные вычислительные сети, связывающие банки данных статистических служб, других держателей региональной и федеральной информации. Государственный комитет по статистике РФ входит в структуру федеральных органов исполнительной власти.

Госкомстат РФ является методологическим и организационным центром работы всех служб государственной статистики. В его структуре имеется специальное Управление методологии статистических работ. Здесь разрабатываются федеральный план статистических работ на год и перспективу, методология расчета статистических показателей, сбора и разработки статистических данных.

Большую роль в методологической работе играет Научно-исследовательский институт статистики Госкомстата РФ. В этой работе принимает участие и Научно-методологический совет Госкомстата РФ, который объединяет ведущих работников государственной статистики и представителей экономической и статистической науки.

В последние годы методологическая работа Госкомстата РФ направлена на внедрение интегрированной системы учета и статистики, соответствующей международным стандартам, прежде всего на разработку системы национальных счетов Российской Федерации, позволяющей исследовать формирование основных пропорций экономики и рассчитывать важнейшие макроэкономические показатели, используемые в международной практике, а также на измерение инфляции и уровня жизни. Эта работа ведется при участии международных статистических организаций и национальных статистических служб развитых стран. Широко распространились международные связи между национальными статистическими службами и на региональном уровне.

Госкомстатом РФ издаются следующие официальные статистические сборники: ежегодник полный: «Российская Федерация в \_ году» и краткий: «Россия в цифрах»; демографический ежегодник; двухтомное издание «Регионы России»; тематические сборники, содержащие данные социальной статистики, сведения об уровне и динамике цен, промышленности, макроэкономических показателях и т. д.

Организация *международной статистики* осуществляется статистическими службами Организации Объединенных Наций (ООН), специализированных учреждений (Международная организация труда (МОТ), Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и др.) и других международных организаций (Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Европейский союз (ЕС), Международный валютный фонд (МВФ), Мировой банк и т. д.). Деятельность статистических служб этих организаций включает разработку международных стандартов, обеспечивающих сравнимость статистических показателей разных стран, осуществление международных сопоставлений, публикацию данных по группам стран, регионам и миру в целом. Зарубежные

национальные и международные статистические публикации, так же как и отечественные, можно подразделить на сводные, включающие данные по всем разделам статистики, и специализированные, включающие данные по какой-либо одной отрасли (например, по финансовой, демографической, сельскохозяйственной и другой статистике). Из сводных изданий важнейшим является ежегодник ООН — Statistical Yearbook. Научным международным центром в области статистики является Международный статистический институт (ISI).

Координация деятельности статистических служб стран — членов СНГ осуществляется созданным в 1992 г. Статистическим комитетом Содружества Независимых Государств. Публикуются статистические сборники по странам СНГ и другим государствам ближнего зарубежья.

## **2.2. Требования, предъявляемые к собираемым данным. Формы организации и виды статистического наблюдения**

Собираемые данные должны отвечать двум требованиям: достоверность и сопоставимость.

*Достоверность* — это соответствие данных тому, что есть на самом деле. Вся методика, организация и техника проведения статистического наблюдения должны быть нацелены на обеспечение достоверных данных.

Общими условиями обеспечения достоверности являются полнота охвата наблюдаемого объекта; полнота и точность регистрации данных по каждой единице наблюдения.

Чтобы данные об отдельных явлениях можно было обобщать, они должны быть сопоставимы друг с другом: собираться в одно и то же время, по единой методике. Кроме того, должна быть обеспечена сравнимость с прошлыми исследованиями, чтобы можно было понять, как изменяется явление. Таким образом, необходима полная ясность организации и методологии статистического наблюдения, чтобы были понятны характер и причины различий в данных наблюдений, если таковые были вызваны именно организационно-методологическими факторами.

*Сравнимость* данных разных наблюдений выполняется, если использовались одно и то же определение единицы наблюдения, одна и та же методика регистрации первичных признаков и методика расчета вторичных признаков (таких, как себестоимость, производительность труда, рентабельность, ликвидность и т. д.).

Важным условием сравнимости является сохранение времени проведения наблюдения и периода или момента, к которому относятся регистрируемые данные. Например, численность студентов университета определяется на начало учебного года, стипендиальный фонд — на полгода (или год) и т. д. Обычно рекомендуется, чтобы данные соответствовали хотя бы одному полному циклу изучаемого процесса (например, учебному, хозяйственному или финансовому году и т. д.).

Если большое влияние оказывает сезонность, то данные должны собираться по месяцам или по кварталам. Время наблюдения выбирается таким образом, чтобы наблюдаемый объект находился в наиболее стабильном состоянии.

Статистическое наблюдение подразделяется на виды — по *времени наблюдения* и по *охвату единиц наблюдения*.

По времени регистрации фактов различают непрерывное (текущее), периодическое и единовременное наблюдение. *Непрерывное (текущее) наблюдение* ведется систематически, постоянно, непрерывно, по мере возникновения явлений. Например, регистрируются в загсе юридические факты (рождение и смерть, брак и развод), на предприятиях учитываются выпуск продукции, явки и неявки работников, расчеты с дебиторами и кредиторами, поступление денег в кассу и денежные выплаты и т. п. При *периодическом наблюдении* регистрация проводится через определенные, обычно одинаковые, промежутки времени (например, учет успеваемости студентов по данным экзаменационных сессий). *Единовременное наблюдение* проводится один раз для решения какой-либо задачи или повторяется через неопределенные промежутки времени по мере надобности (например, перепись жилого фонда, школьная перепись и т. д.).

Какой вид наблюдения применить в конкретном случае, зависит от специфики исследуемого объекта. Так, функционирование общественного производства имеет непрерывный характер: ежедневно производится и потребляется множество различных видов продукции, изменяются их запасы и т. д. Обеспечение бесперебойного производства требует непрерывного систематического учета затрат на производство и его результатов. Иной характер носят изменения в составе населения по социальному или национальному признаку, образованию и пр. В обычных условиях для больших групп населения эти признаки изменяются несущественно в короткие промежутки времени, поэтому нет надобности в непрерывной их регистрации.

Бывает, что для изучения одного и того же процесса используется как текущее, так и единовременное наблюдение. Например, потребление населением продуктов изучается государственной статистикой по данным текущего наблюдения (бюджетные обследования). В то же время многими исследовательскими коллективами потребление продуктов изучается по данным единовременных наблюдений: фиксируются «обычные» дневные покупки продовольствия, иногда эти данные дополняются данными фактических покупок за последние 2—3 дня; фиксируются наличие предметов длительного пользования, покупки непродовольственных товаров за последний месяц, квартал или полгода и т. д.

По охвату единиц совокупности различают сплошное и несплошное наблюдение.

При *сплошном наблюдении* регистрации подлежат все без исключения единицы совокупности. Оно применяется, например, при пе-

реписи населения, сборе данных в форме отчетности, охватывающей предприятия разных форм собственности, учреждения и организации и т. д.

Развитие многоукладной экономики увеличило число объектов экономической деятельности. Это способствовало расширению практики *несплошного наблюдения*, которое, в свою очередь, подразделяется на способ основного массива, выборочное и монографическое.

При способе *основного массива* обследованию подвергается основной массив — та часть единиц, которая вносит наибольший вклад в изучаемое явление. Часть совокупности, о которой заведомо известно, что она не играет большой роли в характеристике совокупности, исключается из наблюдения, т. е. при этом методе отбираются наиболее крупные единицы. Логика метода состоит в том, что крупные единицы могут практически определять интересующие нас статистические показатели.

Часто применение метода основного массива требует установления ценза — значения признака, которое ограничивает объект наблюдения. Например, обследуются предприятия с числом работников 500 человек и более или устанавливается, что обследованию подлежат малые предприятия с численностью работников до 100 человек (или до 200 человек). Такой метод называется *цензовым*.

Следует иметь в виду, что термин «ценз» применяется в статистике не только в смысле пограничного значения признака, но и для обозначения переписей. В США, Англии цензами называют переписи населения, промышленности и т. д.

При *выборочном наблюдении* обследованию подвергается отобранная в определенном порядке часть единиц совокупности, а получаемые результаты распространяются на всю совокупность.

В выборке полностью реализуется основная идея несплошного наблюдения. При этом получают информацию о всей совокупности, изучив лишь ее часть. Например, чтобы понять, хорошее пиво или нет, не обязательно выпивать целую бочку, то же можно сказать в отношении проверки качества любой продукции. В решении такого рода задач, да и во многих других случаях может помочь только выборка.

Выборочный метод играет все большую роль в отечественной статистике. Планирование выборки, методы отбора, оценки ее репрезентативности специально рассматриваются в гл. 7.

Обследования основного массива и выборки — это массовые наблюдения, охватывающие множество единиц. При *монографическом наблюдении* подробно описываются отдельные единицы совокупности в целях их углубленного изучения, которое не может быть столь же детальным при массовом наблюдении. Главное внимание обращается на качественные стороны явления, его поведение, ориентацию, перспективы развития и т. д. Примерами монографических обследований являются этнографические обследования, когда изучается образ жизни семьи или нескольких семей, и др.



В любом обследовании источником получения первичных данных могут быть непосредственное наблюдение, документы и опрос.

*Непосредственное наблюдение* осуществляется путем регистрации изучаемых единиц и их признаков на основе непосредственного осмотра, подсчета, взвешивания, снятия показаний приборов и т. д. Например, во время переписи вагонов проводится осмотр каждого вагона. Примером непосредственного наблюдения являются также регистрация цен и объема реализации товаров на рынках; метеорологические наблюдения — регистрация температуры воздуха, снежного покрова, суммы осадков; инвентаризация остатков товарно-материальных ценностей на складе.

*Документальный способ* наблюдения основан на использовании в качестве источника статистических сведений различных документов первичного учета предприятий, учреждений и организаций, поэтому этот способ наблюдения часто называют отчетным. Он применяется, например, при переоценках основных фондов (средств) предприятий и организаций, на базе которых осуществляется начисление амортизации, анализ использования фондов и их структуры, особенно в условиях инфляции. При заполнении государственной статистической отчетности по переоценке каждым самостоятельным предприятием любой отрасли и формы собственности используются следующие данные первичной учетной информации: инвентаризационные описи, инвентарные карточки основных фондов, технические паспорта или другая соответствующая документация и данные бухгалтерского учета.

Непосредственное наблюдение и документальный способ обеспечивают наибольшую достоверность статистических данных.

При *опросе* источником данных являются сведения, которые дают опрашиваемые лица. При этом могут быть использованы разные способы собирания данных: экспедиционный, корреспондентский и саморегистрация.

*Экспедиционный способ* заключается в том, что специально подготовленные регистраторы на основе опроса заполняют переписные формуляры, одновременно контролируя правильность получаемых ответов. Этот способ обеспечивает достаточно точные результаты, но он дорогостоящий. В отечественной статистике экспедиционный способ используется при переписях населения.

*Корреспондентский способ* заключается в том, что статистические или другие организации рассылают специально разработанные бланки и инструкции к их заполнению отдельным организациям или специально отобранным лицам, давшим согласие периодически заполнять бланки и присылать их статистическому органу в установленные сроки. Например, научно-исследовательский институт по изучению спроса населения на товары народного потребления и конъюнктуры торговли создал сеть корреспондентов в каждом регионе, которые периодически сообщают в центр сведения о покупательском спросе населения, товарном обеспечении в данной местности и другую инфор-

мацию. Преимуществом этого способа является его дешевизна, однако он не всегда обеспечивает хорошее качество сведений, так как зависит от уровня восприятия вопросов опрашиваемым, от его ответственности (отправит он заполненную анкету или нет).

При *саморегистрации*, или самоисчислении, работники организации, которая проводит опрос, раздают опросные листы или анкеты опрашиваемым лицам, инструктируют их, а затем собирают заполненные формуляры, контролируя полноту и правильность полученных сведений. Этот способ используется в государственной статистике при бюджетных обследованиях семей, проведении некоторых переписей и т. д.

В последние годы при сборе статистической информации начинают использовать безбумажные технологии.

### 2.3. Подготовка статистического наблюдения

Чтобы провести статистическое наблюдение, нужно сформулировать его цель и основные гипотезы, которые должны быть проверены по данным наблюдения. Эта стадия работы определяет все последующие. На этой стадии работы дается определение объекта и единицы наблюдения, разрабатывается и утверждается программа наблюдения.

Определение *объекта наблюдения* включает определение единицы наблюдения, территории и времени наблюдения.

*Единица наблюдения* — это то явление, признаки которого подлежат регистрации. Совокупность единиц наблюдения составляет объект наблюдения. Как уже отмечалось, для определения границ объекта наблюдения нередко устанавливается *ценз* — значение признака (или нескольких признаков), позволяющее отделить единицы наблюдения от других явлений. В самом деле, трудно установить границы даже, казалось бы, очевидного объекта — совокупности промышленных предприятий: что входит в понятие промышленного предприятия, а что — нет? Входят ли в круг промышленных предприятий предприятия по ремонту и мойке автомобилей, закупке и переработке фруктов и т. д.? Устанавливать ли ценовые значения только по численности работников или по стоимости производственного оборудования? При проведении переписи населения возникают следующие вопросы: учитывать ли тех граждан, которые длительное время работают за границей; как учитывать тех, кто находится в заключении, на службе в армии и т. д.? Все эти вопросы требуют всестороннего обсуждения. Их решение основано на том, что является конечным результатом.

*Территория проведения* наблюдения охватывает все места нахождения единиц наблюдения; ее границы зависят от определения единицы наблюдения.

*Время наблюдения* — это то время, к которому относятся собираемые данные. Время регистрации данных для всех единиц устанавли-



вается единое — для предупреждения неполного учета или повторного счета, а также для обеспечения сопоставимости данных.

При изучении объектов наблюдения, численность и характеристика которых непрерывно изменяются, устанавливается *критическая дата*, по состоянию на которую собираются сведения. При переписях обычно устанавливают время начала и время окончания регистрации данных, т.е. срок наблюдения. Так, последняя Всесоюзная перепись населения проводилась в течение 8 дней — с 12 по 19 января 1989 г.; 5%-ная микроперепись населения Российской Федерации проводилась в течение 10 дней — с 14 по 23 февраля 1994 г. И в том, и в другом случае срок наблюдения приходился на зимний период и те даты, когда у работающих меньше отпусков, нет государственных праздников или каникул у школьников и студентов.

При изучении такого подвижного объекта, как население, недостаточно установить время наблюдения, ведь состав населения России и его характеристики постоянно меняются. Поэтому данные регистрируются по состоянию на определенный момент времени, который называется *критическим моментом наблюдения*. В качестве критического момента в микропереписи населения 1994 г. был принят 0 часов ночи с 13 на 14 февраля.

Соответственно в бланки микропереписи заносились все живущие на данный момент времени и не вносились родившиеся после 0 часов ночи с 13 на 14 февраля и умершие до этого времени.

При переоценке основных фондов устанавливается критическая дата, по состоянию на которую учитываются основные фонды (здания, сооружения, оборудование, транспорт и т. д.).

**Программа наблюдения** включает признаки, подлежащие регистрации по каждой единице наблюдения. Ее содержание зависит от целей и задач обследования. В какой-то мере программа наблюдения зависит и от выделенных средств (если мало средств, то может быть программа короче или число наблюдаемых единиц меньше). Поэтому *первый принцип* составления программы наблюдения: никаких сведений, не относящихся к данному обследованию (на всякий случай). *Второй принцип*, немаловажный для получения достоверных данных при опросах: не включать в программу наблюдения вопросы, которые могут показаться людям подозрительными и на которые можно заведомо ожидать неточных ответов. Например, при изучении потенциальной эмиграции не стоит включать в анкету прямой вопрос типа: «Вы собираетесь уехать за границу на длительное время или навсегда?» Более эффективно использовать систему вопросов, составленных таким образом, чтобы их сочетание позволяло сделать заключения, которые вы хотели бы получить через ответы на прямой вопрос. Например, понимая, что точную сумму доходов и сбережений состоятельные люди скорее всего не укажут, имеет смысл задать косвенные вопросы, например: «Есть ли среди ваших знакомых люди с месячным доходом 10 тыс. долл. и выше?» и т. д.

Программа наблюдения всегда включает *опознавательные признаки* — вопросы, прямо связанные с целью исследования; контрольные вопросы. Выделение последних весьма условно, так как один и тот же вопрос может выполнять как содержательную, так и контрольную функцию. Так, программа переписи населения содержит вопросы о возрасте, образовании, семейном положении, наличии детей, их возрасте, образовании и т. д. Все они логически связаны, что позволяет контролировать правильность ответов. То же в бюджетных обследованиях — вопросы о доходах и расходах выполняют и познавательную функцию, и функцию взаимного контроля.

Опознавательные признаки позволяют идентифицировать единицу совокупности, к которой относятся регистрируемые данные. В социологических обследованиях опрос обычно анонимный. Однако чтобы избежать недоучета или повторного счета, каждой единице наблюдения (опрашиваемому) присваивается какой-либо номер (шифр), а также фиксируется место проживания (населенный пункт). При сборе данных в форме отчетности опознавательными признаками являются название предприятия (организации), его шифр в регистре государственной статистики, отраслевая принадлежность, адрес, номер телефона, факса и т. п.

Все вопросы программы наблюдения ориентированы на определенную форму ответа: цифровую, альтернативную («да» или «нет»), многовариантную, когда ответ выбирается из нескольких предлагаемых вариантов ответа. Так, на вопрос о возрасте, о стаже работе ответ дается в цифровой форме — указывается соответственно число исполнившихся или проработанных лет; на вопрос о наличии автомобиля или дачи ответ будет в альтернативной форме — «да» или «нет»; на вопрос о степени удовлетворенности работой или учебой ответ выбирается из предлагаемых вариантов.

Предлагаемые варианты ответов называются *подсказом*. Наличие подсказа обеспечивает единообразное понимание вопросов программы и облегчает последующую обработку данных, так как каждый предлагаемый вариант ответа имеет свой код или шифр, и работа по подготовке данных к обработке ведется лишь по тем вариантам ответов, которые не были предусмотрены в подсказе и вписаны самими опрашиваемыми (респондентами).

В переписях населения и других специальных обследованиях, проводимых государственной статистикой, подсказы обычно включают все варианты ответов (без дописывания). Например, вопрос о типе жилого помещения в программе микропереписи 1994 г. включал следующие варианты ответов: индивидуальный дом, отдельная квартира, общая (коммунальная) квартира, общежитие, другое жилое помещение, снимает жилое помещение.

Составление программы наблюдения — сложная и ответственная задача. В государственной статистике разработкой программы специальных обследований занимаются специалисты Госкомстата РФ и

НИИ при участии представителей Научно-методологического совета и заинтересованных организаций. Программы таких важных и массовых работ, как перепись населения, переоценка основных фондов и другие, обсуждаются на специальных совещаниях, в печати, что обеспечивает их высокое качество.

Инструментарий статистического наблюдения включает формуляры и инструкции по их заполнению. Формуляры наблюдения — это бланки, опросные листы, анкеты и т. д., где напечатаны вопросы программы наблюдения и куда затем заносятся собираемые сведения. В формуляре должно быть предусмотрено место для ответа.

Качество данных статистического наблюдения зависит не только от перечисленных факторов, но и от подготовленности счетчиков (регистраторов, интервьюеров). Для них организуется инструктаж по разъяснению вопросов анкеты (или другого формуляра наблюдения) и пользованию инструкцией. Объясняется, например, что при наличии подсказок счетчик обязан ознакомить респондента со всеми вариантами ответов, не выделяя из них те, которые он сам считает наиболее вероятными.

Доброжелательность счетчика, его умение вступать в контакт с людьми влияют на атмосферу опроса, а значит, и на его результаты. Важной этической проблемой является анонимность полученных ответов. Уверенность в анонимности снимает напряженность при регистрации мнений, суждений, пожеланий, а также характеристик благосостояния (каким имуществом владеет респондент, имеет ли сбережения, что из крупных вещей приобрел за последний год и т. д.). Иногда в интересах планирования наблюдения, контроля данных полная анонимность респондентов не соблюдается — можно говорить лишь о доверительности. Так, если для проведения опроса с целью изучения уровня бедности в России в качестве основы выборки использовались списки избирателей, то соответствующий код респондента позволяет идентифицировать его. В таких случаях респондент должен быть убежден, что его ответы как персональные никогда не будут использованы. Они войдут в общую совокупность ответов и послужат основой расчета обобщающих показателей.

Как бы тщательно ни была составлена программа и разработан формуляр, для обеспечения единообразия его заполнения, толкования вопросов программы наблюдения необходима инструкция. Этот документ содержит объяснения вопросов программы с конкретными примерами, указания по взаимосвязи вопросов. Инструкция либо издается в виде отдельной брошюры, либо дается в подсказах или на самом формуляре наблюдения (обычно на оборотной стороне).

## 2.4. Унифицированная статистическая отчетность

Развитие рыночных отношений в России обусловило необходимость реформирования государственной статистики. В результате по-

следовательной реализации государственной программы перехода Российской Федерации на принятую в международной практике систему учета и статистики в 1993—1996 гг., а в последующем — федеральной целевой программы «Реформирование статистики в 1997—2000 гг.» были разработаны общеметодологические и организационные основы государственной статистики, соответствующие рыночной экономике.

Основу реформирования государственной статистики на современном этапе во многом определяет Положение о Государственном комитете Российской Федерации по статистике, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2001 г. № 65.

Положение подтверждает статус Госкомстата России как федерального органа исполнительной власти, который осуществляет межотраслевую координацию и функциональное регулирование в сфере государственной статистики, обеспечивает сбор официальной статистической информации о социально-экономическом и демографическом положении страны.

В соответствии с положением основными задачами, стоящими перед Госкомстатом России, являются:

- реализация государственной политики в области государственной статистики;
- разработка и совершенствование научно обоснованной официальной статистической методологии для проведения государственных статистических наблюдений и формирования статистических показателей, обеспечение соответствия официальной статистической методологии международным статистическим стандартам;
- развитие информационной системы государственной статистики, обеспечение ее совместимости и взаимодействия с другими государственными информационными системами в едином информационном пространстве Российской Федерации (Министерства по налогам и сборам, Министерства финансов, Министерства труда и социальной развития России и т. д.).

Основными принципами формирования статистической информационной базы при планировании государственных статистических наблюдений являются унификация и упрощение форм и состава их показателей, устранение дублирования информации, снижение нагрузки на отчитывающиеся организации и бюджет.

Для унификации форм статистической отчетности, облегчения процесса их автоматизированной обработки Госкомстатом производится пересмотр действующих форм на основе действующей базы электронных версий форм (ЭВФ). При этом учитывается последующее формирование системы статистических показателей с применением электронного каталога статистических показателей (КСП) и Отраслевого (ведомственного) стандарта на формуляр-образец, утвержденного постановлением Госкомстата России от 25 мая 1998 г. № 55, с изменениями от 26 марта 1999 г. № 21.

Наиболее значимым результатом реформирования государственной статистики в 90-х годах были внедрение *цензового принципа* организации учета и переход от отраслевого метода сбора информации к *статистике предприятий*.

Сущность такого перехода заключалась в перестройке организации статистического наблюдения на основе использования единого статистического инструментария для всех хозяйствующих субъектов с формированием и последующим ведением статистического регистра предприятий — как единой совокупности объектов нескольких статистических наблюдений. Ведение регистра предполагает регулярное обновление показателей, характеризующих хозяйствующие субъекты (единицы наблюдения).

В целом статистика предприятий предполагает формирование на единых принципах информационно-статистической базы, содержащей сведения о хозяйствующих субъектах всех отраслей экономики. Деятельность каждого хозяйствующего субъекта рассматривается в целом независимо от выполняемых им видов деятельности. Одним из наиболее важных моментов в организации статистического изучения предприятий является выбор *единицы* наблюдения.

В статистических службах европейских стран руководствуются постановлением Европейского сообщества (ЕС) по статистическим единицам наблюдения и анализа производственной системы (№ 696/93 от 15 марта 1993 г.), в котором определены следующие типы статистических единиц наблюдения:

- группа предприятий;
- предприятие;
- единица вида деятельности;
- местная единица;
- местная единица вида деятельности.

Ядром типизации статистической единицы является предприятие. Остальные единицы представляют собой либо какие-то части предприятия, либо их совокупности. *Предприятие* — наименьшая комбинация правовых единиц, которая представляет собой организационную единицу, производящую товары или услуги, пользуется определенной степенью автономии в принятии решений, особенно в области распределения имеющихся на данный момент ресурсов.

В России в настоящее время предприятие можно рассматривать в качестве как статистической, так и правовой единицы (юридическое лицо).

Реализация принципов статистики предприятий начала осуществляться Госкомстатом России с внедрением унифицированных форм государственного статистического наблюдения в 1998 г. Таким образом, были введены единицы форм статистической отчетности для всех хозяйственных субъектов независимо от отраслевой принадлежности и форм собственности.

Введение унифицированных форм статистической отчетности было обусловлено изменениями институциональной структуры производства товаров и услуг в негосударственном секторе экономики Российской Федерации. За счет быстрого развития предпринимательского сектора значительно возросло число предприятий и организаций частной и смешанной форм собственности. С середины 90-х годов малые предприятия, составляющие основу предпринимательского сектора, стали оказывать заметное влияние на развитие отдельных отраслей экономики.

До 1998 г. при проведении государственных статистических наблюдений использовались специализированные формы статистической отчетности для крупных и средних предприятий и единовременные (периодические, выборочные) — для малых предприятий, что затрудняло обобщение данных как об объеме выпуска продукции, производстве работ, услуг, так и по другим показателям.

Такое положение объяснялось тем, что для малых предприятий характерна частая сменяемость видов деятельности. Высокая мобильность, ориентация на быстрый возврат средств и достижение высокого результата в коммерческой деятельности являются отличительными чертами малого бизнеса. Нередко в течение одного отчетного квартала малое предприятие могло заниматься торгово-закупочной, торговой и посреднической деятельностью при оказании услуг, что существенно влияло на группировку показателей по отраслям экономики.

С января 1998 г. Госкомстат России ввел в действие новые формы текущего статистического наблюдения за деятельностью предприятий: № П-1 «Сведения о производстве и отгрузке товаров и услуг», № П-3 «Сведения о финансовом состоянии организации», № П-4 «Сведения о численности, заработной плате и движении работников», а с отчета за I квартал 1998 г. — № П-2 «Сведения об инвестициях». Эти унифицированные формы были разработаны Управлением статистики предприятий и структурных обследований Госкомстата России и утверждены постановлением Госкомстата России от 16 сентября 1997 № 63. В дальнейшем формы переутверждались, однако сохранились их содержание и назначение: они остаются унифицированными, поскольку применимы для предприятий и организаций любых отраслей экономики и форм собственности, на их основе в системе Госкомстата России осуществляется разработка общеэкономических и структурных показателей.

В связи с внедрением в практику статистического наблюдения унифицированных форм статистической отчетности были отменены следующие формы: № 1-п (срочная), № 1-продажа, № 3-п (квартальная), № 1-кс (срочная), № 1-торг (срочная) и др. Кроме того, произошли изменения в периодичности представления статистической информации еще по целому ряду форм (например, по форме № 1-услуги — с квартальной на годовую).



Унифицированность форм заключается в том, что предусмотренные в них показатели применимы для любых предприятий и организаций. В 1998 г. они использовались для статистического наблюдения всех юридических лиц (независимо от организационно-правовой формы, вида деятельности и формы собственности), на которых имеет место соответствующее явление. Например, форма № П-1 распространялась на все организации, осуществляющие предпринимательскую деятельность по производству товаров и услуг, включая некоммерческие организации, которые в порядке исключения производят товары и услуги для продажи на сторону.

С отчета за I квартал 1999 г. для малых предприятий постановлением Госкомстата России от 11 ноября 1998 г. № 113 была введена новая ежеквартальная форма № ПМ «Сведения об основных показателях деятельности малого предприятия», а по унифицированным формам сохранилось представление сведений предприятиями государственной формы собственности и общественных организаций с численностью работающих менее 15 человек.

С внедрением унифицированных форм статистической отчетности предполагалось проведение ряда мероприятий, направленных на переход к банковской технологии обработки статистической отчетности в региональных комитетах Госкомстата России. Это позволило снизить трудоемкость обработки информации на предприятиях и в органах статистики, создать основу для перехода на автоматизированный сбор отчетности, включая передачу с предприятия, в режиме удаленного доступа респондента по электронной почте.

Достижение поставленных целей обеспечивалось за счет:

- ведения **единого** каталога (перечня единиц статистического наблюдения) отчитывающихся предприятий и организаций по всем унифицированным формам статистической отчетности (вместо как минимум четырех – по старой технологии обработки);

- идентификации предприятий и организаций при обработке унифицированных форм **только** по коду Общероссийского классификатора предприятий и организаций (ОКПО) и виду деятельности (ОКОНХ, а позднее – ОКДП) и, как следствие, исключения из формуляра отчетности полной кодовой зоны, включавшей ранее 6 классификаторов, под которыми хозяйствующие субъекты идентифицируются в Едином государственном регистре предприятий и организаций (ЕГРПО);

- введения показателей объема производства продукции (работ, услуг) и других общеэкономических показателей **за отчетный месяц** с последующим отражением нарастающего итога по этим показателям в базе данных оперативной статистики, формируемой в органах Госкомстата России.

Требуется более интенсивное внедрение банковских технологий в практику органов статистики. Поскольку в условиях, когда вся информация, необходимая для качественных расчетов обобщающих по-

казателей, хранится в региональных органах статистики, требования к полноте и актуальности банков данных (таких, как Единый государственный регистр предприятий и организаций, База бухгалтерской отчетности организаций, Генеральная совокупность статистических наблюдений и т. д.) предъявляются очень жесткие.

Автоматизации и широкому использованию банковских технологий значительно способствуют унифицированные формы, основополагающими принципами которых являются упрощение показателей и снижение нагрузки на обследуемые предприятия.

При обработке данных новых унифицированных форм государственной отчетности уже в течение первых отчетных периодов были выявлены положительные стороны таких нововведений, как внедрение в некоторых регионах (Московская область) автоматизации процесса сбора статистической информации непосредственно от предприятий, формирование интегрированных статистических баз данных, использующих статинформацию нескольких периодов по крупной совокупности объектов наблюдения, что позволило начиная с 2001 г. отказаться от запроса сведений от предприятий «за соответствующий период прошлого года» и использовать показатели сформированных баз данных.

## 2.5. Показатели унифицированных форм статистической отчетности

Характеристику унифицированных форм представляется целесообразным произвести на примере последней редакции этих форм, утвержденных постановлением Госкомстата России от 17 июля 2000 г. № 67.

Формы № П-1 «Сведения о производстве и отгрузке товаров и услуг» и № П-2 «Сведения об инвестициях» отличаются существенной новизной, их введение привело к принципиально новым положениям в системе организации статистических наблюдений.

**Форма № П-1 «Сведения о производстве и отгрузке товаров и услуг»** содержит сведения о выпуске товаров и услуг в фактических ценах, информацию об отгрузке продукции. Сопоставление этих показателей позволяет сделать выводы об эффективности работы предприятия (продуманна ли система реализации продукции без задержек или же предприятие работает «на склад»). При этом предусмотрена достаточно подробная классификация производимой продукции (строительно-монтажные работы, оборот торговли, потребительские товары) и информация по каждому виду продукции в соответствии с перечнем, определенным органами государственной статистики.

Следует отметить, что некоторые данные, собираемые органами статистики, относятся к будущему периоду и приводятся справочно. В таком режиме в форме № П-1 собирается информация об общем объеме заказов на поставку продукции в последующие периоды.



Форма № П-1 предусматривает отражение данных об объеме производства суммарно по всем видам экономической деятельности (строка 01 раздела 1). Это — важное отличие от ранее применявшихся форм, которые, как правило, предусматривали отражение данных о производстве по основному виду деятельности.

Наличие показателя общего объема производства создало основу для сопоставления данных по предприятиям, занятым различными видами деятельности. Кроме того, специалисты предприятий могут определять объем выпуска товаров и услуг по различным видам деятельности и оценивать вклад каждого из них в общий выпуск товаров и услуг. Таким образом, обеспечена возможность целостного видения масштаба производства.

Отказ от понимания под производством только материального производства (этот подход лежал в основе статистического учета и расчетов до начала проведения рыночных реформ) отразился в системе наблюдения за деятельностью предприятий.

Так, форма № П-1 предусматривает выделение услуг из общего объема производства. Это нововведение позволило приблизиться к статистической практике ряда развитых стран, в которых информация об объеме продукции представляется с разделением на товары и услуги. При этом под *товарами* понимаются физические предметы, на которые могут быть распространены права собственности, а под *услугами* — произведенная на заказ деятельность, приводящая к изменению свойств, перемещению принадлежащих потребителю предметов (например, перевозка, ремонт, хранение) либо к изменению состояния самого потребителя услуг (например, образовательные и медицинские услуги). К услугам, как правило, относятся следующие виды деятельности: оптовая и розничная торговля; ремонт зданий, сооружений, машин, оборудования, предметов личного пользования; транспорт и связь; услуги, связанные с недвижимым имуществом, арендой, исследовательской и коммерческой деятельностью, услуги по финансовому посредничеству; услуги в области образования и здравоохранения; коммунальные услуги и др.

Для отражения сведений о производстве и отгрузке конкретных видов товаров и услуг в форме предусмотрены свободные строки. При заполнении этих строк важно правильно указать код Общероссийского классификатора видов экономической деятельности, продукции и услуг (ОКДП) при расшифровке строки 03 раздела 3, или коды Общероссийского классификатора продукции (ОКП) и Общероссийского классификатора услуг населению (ОКУН) — при заполнении свободных строк раздела 4. По этим сведениям в статистических органах приведенные данные относятся либо к промышленности, либо к платным услугам населению, либо к розничной или оптовой продаже товаров.

Ряд новых показателей содержится в **форме № П-2 «Сведения об инвестициях»**. Инвестиционная деятельность — это приобретение ресур-

сов, способных обеспечить получение доходов в будущем (подробнее см. в гл. 11). В зависимости от типа приобретаемых активов инвестиции подразделяются на финансовые вложения, осуществляемые с целью приобретения финансовых прав (акций, облигаций и т. п.), и инвестиции в нефинансовые активы (здания, машины, землю и т. п.). В новой форме № П-2 (особенно в разделе 2) применена терминология, приближенная к определениям системы национальных счетов.

Следует отметить, что форма № П-2 предусматривает отражение финансовых инвестиций с двух позиций:

как стоимости ресурсов, израсходованных организацией за определенный период на приобретение финансовых прав — акций, облигаций, долей в уставном капитале других организаций, банковских вкладов, займов, предоставленных другим организациям;

как стоимости активов, представляющих собой финансовые права, которыми располагает организация на определенную дату.

В первом случае финансовые инвестиции рассматриваются как финансовые потоки, которые характеризуются интервальным показателем и определяются по сумме фактических затрат инвестора на их приобретение, включая вознаграждение за выполнение посреднических услуг по покупке ценных бумаг.

Во втором случае финансовые инвестиции рассматриваются как накопленная величина, характеризуемая моментным показателем и определяемая по балансовой стоимости инвестиций на определенную дату. Балансовая стоимость финансового актива может отличаться от фактических затрат на его приобретение за счет того, что в бухгалтерском учете разница между покупной стоимостью государственной ценной бумаги и ее номинальной стоимостью постепенно относится на финансовые результаты организации. Кроме того, различие возможно за счет того, что имеющиеся у организации акции, рыночная котировка которых регулярно публикуется, при составлении годового бухгалтерского баланса отражаются не по стоимости приобретения, а по рыночной стоимости (если последняя ниже стоимости приобретения).

В обоих случаях финансовые инвестиции могут быть определены как валовые и как чистые инвестиции, т. е. с учетом и без учета принятых финансовых обязательств. Валовые инвестиции представляют собой финансовые вложения, осуществленные данным предприятием в другие хозяйственные единицы (строки 01–20 формы № П-2). Чистые инвестиции формируются путем вычитания из валовых инвестиций финансовых вложений в данное предприятие (последние отражены по строкам 21–24 формы № П-2).

В унифицированных формах отсутствуют некоторые устаревшие показатели, в частности показатель объема продукции в фиксированных (сопоставимых) ценах, который раньше использовался для оценки изменения объемов производства, что упростило формирование информации на предприятиях и в организациях.

Исключение из форм показателей в сопоставимых ценах не означает отказа от их расчета. Такие расчеты стали осуществляться не на предприятиях, а в органах статистики по единой методологии, утвержденной Госкомстатом России, что обеспечивает их большую точность и достоверность.

В унифицированной форме № П-1 и в разделе 1 формы № П-4 отсутствуют кумулятивные показатели «за период с начала года», которые ранее присутствовали в формах статистического наблюдения по продукции, численности и заработной плате работников. Это в полной мере соответствует международной статистической практике, обычно оперирующей показателями за отчетный и предшествующий ему месяцы, что облегчает заполнение форм в условиях значительной изменчивости экономических параметров. Кроме того, это позволяет исключить несоответствие между данными «за период с начала года» и суммой помесечных данных за соответствующее количество месяцев.

В новые формы включен ряд показателей, позволяющих выявлять на предприятиях определенные экономические явления. Это необходимо для выяснения масштабов распространения этих явлений и обеспечения их полного охвата в ходе статистического наблюдения. Например, заполнение строк 15 и 16 в форме № П-1 свидетельствует о том, что данное предприятие осуществляет экспорт или импорт услуг. Для более детального изучения структуры и направлений экспорта и импорта услуг такому предприятию высылается специализированная форма статистического наблюдения № 8-ВЭС (услуги) «Отчет об экспорте (импорте) услуг во внешнеэкономической деятельности». Аналогичную роль выполняют следующие показатели: вывоз товаров в государства — члены Таможенного союза (строка 14 формы № П-1), инвестиции за рубеж и инвестиции из-за рубежа (строки 19, 20, 23, 24 формы № П-2), инвестиции в природоохранные объекты (строка 40 формы № П-2).

Главный принцип государственных статистических наблюдений, основанных на системе унифицированных форм, — их направленность на комплексное отражение экономических процессов на предприятии, включающих производственную, финансовую и инвестиционную деятельность.

Форма № П-2 «Сведения об инвестициях» содержит принципиально новые показатели, которые позволяют комплексно анализировать масштабы и эффективность инвестиционной деятельности предприятия. Комплексность основана на раздельном рассмотрении нескольких групп инвестиций: финансовых и в нефинансовые активы; осуществляемые предприятием и в предприятие; краткосрочные и долгосрочные.

Направленность инвестиционной деятельности характеризуется как по отраслям вложений (промышленность, сельское хозяйство, строительство, транспорт, связь), так и по характеру вложений (паи,

акции, облигации, займы). Как указывалось, в форме раздельно приводятся данные по инвестициям в нефинансовые активы и финансовым инвестициям, что позволяет проследить процесс воспроизводства основных фондов.

Данные об источниках инвестиций позволяют определить долю собственных средств, вовлеченных в процесс инвестирования (особенно прибыль предприятия), степень использования заемных средств для целей инвестирования (в том числе кредиты коммерческих банков, что является индикатором сбалансированности денежно-кредитного и реального секторов экономики).

Финансовое положение предприятия является интегральным показателем, характеризующим эффективность деятельности предприятия. Это обусловило выделение информации о финансово-хозяйственной деятельности в отдельную форму № П-3 «Сведения о финансовом состоянии организации». В форме приведены данные о прибыли (убытках) предприятия за период с начала отчетного года, которые можно сопоставить с результатом за соответствующий период прошлого года (указанным здесь же). На основании данных формы можно сопоставить структуры дебиторской и кредиторской задолженности по срокам; здесь приведена общая сумма оборотных средств (с выделением собственно денежных средств).

Таким образом, в форме № П-3 предусмотрены сведения, необходимые для анализа финансовой устойчивости предприятия. Кроме того, в ней отражены данные о состоянии расчетов с предприятиями России, стран СНГ и других стран, что позволяет оценить степень вовлеченности предприятия в мировую торговлю.

Эффективность деятельности предприятия определяется не только его производственными и финансовыми возможностями. Значительное влияние оказывает трудовой потенциал компании. В форме № П-4 «Сведения о численности, заработной плате и движении работников» численность работников приводится с разбивкой по категориям: работники списочного состава, внештатные совместители и работники, выполнявшие работы по договорам гражданско-правового характера. Параллельно приводятся данные о фонде начисленной заработной платы и выплатах социального характера по каждой категории.

Кроме того, в форме приведены данные об эффективности использования рабочего времени (количество отработанных человеко-часов и т. п.) и движении работников (принято работников, выбыло работников), а также о числе рабочих мест, намеченных к введению, и численности работников, намеченных к высвобождению.

В заключение краткого обзора содержания унифицированных форм статистической отчетности необходимо обратить внимание на существующие на сегодняшний день некоторые несоответствия в трактовке показателей, используемых в статистике, с аналогичными показателями в бухгалтерском учете.

Информация об экономическом положении предприятия сосредоточена на бухгалтерских счетах. Формы государственных статистических наблюдений (и унифицированные формы статотчетности не являются исключением), содержащие сведения о производстве товаров и услуг, об инвестициях, о финансовом положении, заработной плате и других экономических явлениях, заполняются на основе данных бухгалтерского учета. При этом совершаются переходы от одних понятий к другим — родственным, но часто не тождественным.

Так, в бухгалтерском учете нет показателя «выпуск продукции в фактических ценах», а есть «выручка от реализации (продаж) товаров, работ, услуг». «Выпуск продукции» в бухгалтерском учете определяется не в фактических ценах, а по себестоимости, и по физическому объему отличается от «выпуска» статистического, который отражает не выпуск продукции из производства, а отгрузку (отпуск) товаров заказчикам.

Показатель прибыли в бухгалтерском учете имеет много разновидностей: прибыль валовая, прибыль от продаж, прибыль до налогообложения, прибыль от обычной деятельности, чистая прибыль. При этом по мере формирования (или на каждой стадии движения) прибыль может быть выражена как положительным, так и отрицательным числом (убыток). В статистическом наблюдении предусматривается только один показатель: «прибыль (убыток)», без всяких уточнений и комментариев. В инструкции по заполнению статистической формы № П-3, где приводится этот показатель, указывается, что под прибылью понимается прибыль отчетного года, т.е. прибыль от всех видов хозяйственной деятельности, но до налогообложения. Для экономистов предприятий, заполняющих форму № П-3, содержание показателя «прибыль (убыток)» нередко становится неясным само по себе, поскольку, как уже отмечалось, прибыль имеет пять различных числовых значений.

Существенные разночтения наблюдаются и в показателях оплаты труда. В статистических разработках вопросы оплаты труда отслеживаются во многом с точки зрения показателей уровня жизни, что подтвердила и Инструкция о составе фонда заработной платы и выплатах социального характера, утвержденная постановлением Госкомстата России от 24 ноября 2000 г. № 116 по согласованию с Минэкономразвития, Минтрудом, Банком России и предназначенная для заполнения организациями форм федерального государственного статистического наблюдения.

В этой инструкции, как и в предыдущих, не указывается, каким образом те или иные выплаты и поощрения связаны с себестоимостью и прибылью. Так, непонятно, относятся ли надбавки к пенсиям работникам предприятия к затратам на оплату труда или они производятся за счет прибыли. Указывается только, что это — выплаты социального характера. Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды в статистике не относят ни к заработной плате, ни к

социальным показателям. В то же время в бухгалтерской отчетности игнорируется показатель «заработная плата», показываются лишь «затраты на оплату труда», а это не одно и то же. При этом «отчисления на социальные нужды» показываются как в составе «расходов по обычным видам деятельности» в качестве одного из элементов затрат — общей суммой, так и в социальных показателях — с расшифровкой по видам фондов.

Приведенные примеры свидетельствуют о различиях в толковании показателей бухгалтерского учета и статистического наблюдения и о неоднозначности употребляемых терминов.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Назовите последовательно стадии статистического исследования.
2. Какие виды статистического наблюдения вам известны? Назовите их особенности.
3. Что входит в инструментарий статистического наблюдения?
4. Как строится программа статистического наблюдения?
5. Какова структура органов государственной статистики в России?
6. Если бы вы решили провести статистическое изучение питания студентов в студенческой столовой, то какой вид наблюдения вы использовали? Укажите единицу наблюдения. Составьте проект программы наблюдения и инструкцию по заполнению формуляра.



## ОБОБЩЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

## 3.1. Группировки и системы статистических показателей

Статистическая закономерность проявляется в обобщенных данных. Методами обобщения являются группировка и расчет сводных показателей по совокупности в целом и по выделенным группам.

**Группировка — выделение единиц, однородных в заданном смысле.** Группировка всегда отвечает поставленной задаче. Так, при изучении уровня жизни будет использоваться группировка домохозяйств по уровню доходов, а при изучении воспроизводства населения домохозяйства будут группироваться по числу детей, по наличию семейной пары. Основание, по которому производится группировка, называется группировочным признаком.

Группировки могут производиться по количественным и неколичественным признакам.

Если группировка проводится по одному признаку, она называется *простой*, если по нескольким признакам — *комбинационной*.

При группировке по количественным признакам большое значение имеет, какой принят интервал группировочного признака, т.е. какие значения отделяют одну группу от другой. Например, при группировке крестьянских (фермерских) хозяйств по размеру земельного участка выделяются хозяйства с размером предоставленного земельного участка (га): до 3, 4–5, 6–10, 11–20, 21–50, 51–70, 71–100, 101–200, свыше 200. В приведенном примере используются как открытые, так и закрытые интервалы. Открытые интервалы имеют только верхнюю или только нижнюю границу. В данном примере — это первый и последний интервалы (до 3 га, свыше 200 га). Закрытые интервалы имеют как нижнюю, так и верхнюю границу. При этом могут быть разные варианты:

— в группу входят единицы как с нижним, так и с верхним значением группировочного признака (в данном примере — хозяйства, имеющие участки 4–5, 6–10 га и т.д.);

— в группу входят единицы с нижним значением интервала, а с верхним — не входят (от — до).

Закрытые интервалы при группировке бывают равные и неравные. В данном примере использованы неравные интервалы.

Комбинационная группировка представляет собой группировку данных по двум и более признакам. Группы, выделенные по одному признаку, делятся на подгруппы по другому. Так, изучая состав осужденных, используют группировку по возрасту в сочетании с полом, с

выделением ранее судимых, трудоспособных лиц без определенных занятий.

Таблица 3.1

Состав осужденных в 200\_\_ г.<sup>1</sup>

Осужденные в возрасте, лет	Мужчины		Женщины	
	В том числе		В том числе	
	ранее судимые	трудоспособные	ранее судимые	трудоспособные
14–17	5	5	1	1
18–24	15	12	12	10
25–29	7	6	2	2
30–49	18	12	4	4
50 и старше	5	4	1	1
Итого	50	39	20	18

(человек)

Выделенные группы обычно характеризуются не только количеством единиц, но и средними показателями, относительными величинами. По тому, как изменяются эти показатели, делается вывод о наличии или отсутствии влияния группировочного признака на показатели, рассчитанные по группам.

В табл. 3.2 приведены показатели оборачиваемости оборотных средств у государственных и негосударственных предприятий легкой промышленности в регионе.

Таблица 3.2

Средняя оборачиваемость оборотных средств за год на предприятиях легкой промышленности разных форм собственности

Формы собственности	Количество предприятий	Средняя оборачиваемость оборотных средств (количество оборотов в год)
Государственная	18	4,8
Негосударственная	45	6,5
Итого	63	6,0

Данные табл. 3.2 свидетельствуют о более быстрой оборачиваемости оборотных средств на негосударственных предприятиях. В этом примере различия между группами проявились в значениях средней величины. Но могут использоваться и другие показатели.

Рассмотрим системы статистических показателей.

*1-я группа: показатели объема.*

К ним относятся:

а) количество единиц в выделенных группах и в целом;

<sup>1</sup> Данные условные.



б) сумма значений признака по группе и в целом (например, объем произведенной продукции в стоимостном выражении на предприятиях легкой промышленности, принадлежащих государству, на негосударственных предприятиях; в целом по отрасли);

в) удельный вес группы в общем объеме по количеству единиц и по объему признака.

Такие показатели характеризуют структуру совокупности и рассматриваются ниже, в разд. 3.2.

*2-я группа: средние величины.*

К ним относятся:

а) простые средние, рассчитанные на единицу совокупности (например, объем продукции в среднем на 1 предприятие в год, млн. руб.);

б) взвешенные средние, рассчитанные на единицу признака (например, средняя выработка 1 работника), т. е. сумма значений одного признака (объем продукции) делится на сумму значений другого признака (численность работников).

*3-я группа: характеристики вариации.*

К ним относятся:

а) категорный подсчет, т. е. подсчет числа единиц по особым категориям, выделенным внутри группы и в целом по совокупности (например, среди предприятий разных форм собственности можно выделить такие категории, как прибыльные и неприбыльные предприятия);

б) отношение распределения, т. е. категорный подсчет в процентах к численности группы и совокупности в целом. Этот показатель необходим для сравнения групп разного объема, так как данные категорного подсчета несопоставимы, а если их выразить в процентах, то можно сравнивать (например, установить, среди предприятий какой формы собственности в большей мере распространены прибыльные предприятия).

Кроме трех названных групп показателей, используются и другие показатели: изменения во времени (показатели динамики — см. гл. 8, 9); вариации (см. гл. 5); силы и тесноты связей (гл. 7); показатели, характеризующие отклонения от нормы, и пр.

Процесс получения показателей составляет сущность особого этапа статистического исследования — сводки. **Сводка — это характеристика выделенных групп с помощью статистических показателей.** Когда значения показателей проводятся для характеристики выделенных групп, то обычно группировка и сводка оформляются в виде статистической таблицы (см. разд. 3.3).

### 3.2. Статистический анализ структуры

**Структура — это строение, форма организации совокупности, состоящей из отдельных элементов, единиц или групп единиц совокупности.**

Структура характеризуется с помощью показателей удельного веса (доли) отдельных элементов в общей численности совокупности.

Для анализа изменения структуры совокупности во времени используют различные обобщающие показатели структурных сдвигов. Наиболее часто рассчитывают *линейный коэффициент абсолютных структурных сдвигов*:

$$S_d = \frac{\sum |d_1 - d_0|}{n},$$

где  $d_1$ ,  $d_0$  — удельные веса (в %) отдельных элементов совокупности в рассматриваемом и предыдущем периодах;  $n$  — число выделяемых элементов совокупности.

Чтобы избежать взаимопогашения разных по знаку изменения долей, вместо модулей иногда применяют квадраты отклонений и получают *квадратический коэффициент абсолютных структурных сдвигов*:

$$S_\sigma = \sqrt{\frac{\sum (d_1 - d_0)^2}{n}}.$$

Линейный и квадратический коэффициенты абсолютных структурных сдвигов показывают, на сколько процентных пунктов в среднем отклоняются друг от друга сравниваемые удельные веса. При отсутствии сдвигов в структуре совокупности эти показатели равны 0. Верхней границы изменения коэффициентов не имеют: чем больше изменения структуры, тем выше значения коэффициентов. Использование квадратического коэффициента предпочтительнее, так как он более чутко реагирует на сильные колебания структуры.

К наиболее простым сводным показателям структурных сдвигов относят и *индекс различий*, который в отличие от предыдущих коэффициентов имеет не только нижнюю, но и верхнюю границу изменения:

$$I_{\text{рази}} = \frac{1}{2} \sum |d_1 - d_0|,$$

где  $d_1$ ,  $d_0$  — показатели удельного веса, выраженные в долях.

Очевидно, что максимальная сумма модулей изменения долей может быть равна 2. Это возможно в гипотетической ситуации, когда в одном периоде вся совокупность сосредоточена в одной группе, а в следующем периоде — в другой. Поэтому теоретически индекс различий может иметь верхнюю границу, равную 1, однако в действительности он всегда меньше 1. Если изменений в структуре не произошло, индекс различий будет равен 0. Таким образом,  $0 < I_{\text{рази}} < 1$ . Чем ближе значение индекса различий к 1, тем более значительны изменения структуры.

В табл. 3.3 отражена структура поступления налоговых платежей в бюджетную систему Санкт-Петербурга и Ленинградской области в январе – октябре 1998 и 1999 гг.

Для характеристики изменения структуры источников поступления налоговых платежей в бюджетную систему Санкт-Петербурга в 1999 г. по сравнению с 1998 г. рассчитаем обобщающие показатели структурных сдвигов.

Линейный коэффициент абсолютных структурных сдвигов составит:

$$S_{d^I} = \frac{\sum |d_1^I - d_0^I|}{n} = \frac{18,6}{6} = 3,1 \text{ процентных пункта.}$$

Квадратический коэффициент абсолютных структурных сдвигов:

$$S_{d^I} = \sqrt{\frac{\sum (d_1^I - d_0^I)^2}{n}} = \sqrt{\frac{75,32}{6}} = 3,54 \text{ процентных пункта.}$$

Удельные веса отдельных статей поступления налогов в бюджетную систему Санкт-Петербурга в 1998 и 1999 гг. отличаются в среднем на 3,1 процентных пункта по линейному показателю структурных сдвигов и на 3,54 процентных пункта по квадратическому показателю структурных сдвигов.

Таблица 3.3

Структура поступления налоговых платежей в бюджетную систему Санкт-Петербурга и Ленинградской области

Налоговые поступления	Санкт-Петербург		Ленинградская область		$ d_1^I - d_0^I $	$(d_1^I - d_0^I)^2$	$ d_1^{II} - d_0^{II} $	$(d_1^{II} - d_0^{II})^2$
	1998 г.	1999 г.	1998 г.	1999 г.				
	$(d_0^I)$	$(d_1^I)$	$(d_0^{II})$	$(d_1^{II})$				
Налог на добавленную стоимость	36,1	35,1	22,1	20,3	1,0	1,0	1,8	3,24
Налог на прибыль	20,1	23,1	15,5	31,1	3,0	9,0	15,6	243,36
Платежи за пользование природными ресурсами	2,6	0,5	4,5	2,8	2,1	4,41	1,7	2,89
Акцизы	7,3	5,2	19,7	10,0	2,1	4,41	9,7	94,09
Налог с продажи	–	6,3	–	–	6,3	39,69	–	–
Прочие	33,9	29,8	38,2	35,8	4,1	16,81	2,4	5,76
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	18,6	75,32	31,2	349,34

Источник: Социально-экономическое положение Санкт-Петербурга и Ленинградской области в январе – октябре 1999 г. СПб.: Петербургомстат, 1999. С. 126–127.

Индекс различий составил:

$$I_{разн} = \frac{1}{2} \sum |d_1^I - d_0^I| = \frac{1}{2} \times 0,186 = 0,093,$$

что свидетельствует о незначительном изменении структуры.

Для Ленинградской области изменение структуры поступления налогов характеризуется следующими показателями:

$$S_{d^{II}} = \frac{\sum |d_1^{II} - d_0^{II}|}{n} = \frac{31,2}{5} = 6,24 \text{ процентных пункта,}$$

$$S_{d^{II}} = \sqrt{\frac{\sum (d_1^{II} - d_0^{II})^2}{n}} = \sqrt{\frac{349,34}{5}} = 8,36 \text{ процентных пункта,}$$

$$I_{разн} = \frac{1}{2} \sum |d_1^{II} - d_0^{II}| = \frac{1}{2} \times 0,312 = 0,156.$$

Значения всех показателей структурных сдвигов, рассчитанные для Ленинградской области, превышают аналогичные величины для Санкт-Петербурга. Следовательно, можно говорить о том, что в структуре поступлений налоговых платежей в области произошли более значительные изменения, чем в городе.

С помощью обобщающих показателей структурных сдвигов не только изучается динамика изменения структуры, но и дается оценка различий структуры двух совокупностей. В этом случае они должны трактоваться как *обобщающие показатели структурных различий*.

### 3.3. Статистические таблицы и графики

Один из основных «продуктов» статистической деятельности – статистические таблицы. Статистическая таблица – это не просто система граф и строк, содержащих цифровые данные, это рассказ об изучаемой совокупности, об особенностях составляющих ее групп.

Как заметили И. Ильф и Е. Петров, «сама жизнь смотрит на нас со статистических таблиц». Они показывают, сколько потребляет средний гражданин той или иной страны продуктов питания, как часто он покупает одежду и обувь, есть ли у него автомобиль, каков средний метраж квартиры, сколько детей имеет средняя семья и т. д. Поскольку суждения высказываются в форме предложений, то и таблице можно назвать статистическим предложением. В ней также выделяются две составляющие: *подлежащее* и *сказуемое*. Подлежащее – это то, о чем говорится в таблице (объект изучения); сказуемое – то, что говорится о подлежащем, его характеристика с помощью системы показателей. Подлежащее обычно располагается в левой части таблиц; сказуемое – в верхней части таблицы в виде названия граф.

Вид статистической таблицы зависит от построения подлежащего. С этой точки зрения таблицы бывают:

- простые;
- групповые;
- комбинационные.

*Простой* называют таблицу, в которой объект исследования не подразделяется на группы. В этом случае возможны два варианта:

- 1) таблица содержит данные по совокупности в целом;
- 2) таблица содержит данные о каждой единице совокупности.

Последнее оправдано в том случае, если число единиц невелико. Например, в таблице приведены данные по каждому из 13 городов – миллионеров Российской Федерации. Таблица с данными о каждой единице может использоваться как рабочий материал для каких-либо последующих расчетов.

Примером простой таблицы служит табл. 3.4.

Таблица 3.4

**Объем основных услуг связи Российской Федерации**

Показатели	1990 г.	1995 г.	1999 г.
Отправлено:			
писем, млрд.	4,4	1,5	1,1
газет, журналов, млрд.	31,8	5,6	3,5
посылок, млн.	163	26	10
денежных переводов, млн.	193	71	52
телеграмм, млн.	283	106	59

*Источник:* Социальное положение и уровень жизни населения России. Статистический сборник. М.: Госкомстат России, 2000. С. 411.

Подлежащее этой таблицы вынесено в заголовок таблицы; сама таблица – это сказуемое, причем значения показателей даны в динамике.

*Групповая* таблица – это таблица, в которой подлежащее, т. е. объект исследования, подразделяется на группы по какому-либо одному признаку (табл. 3.5).

Таблица 3.5

**Распределение безработных по уровню образования (по данным выборочных обследований населения Российской Федерации по проблемам занятости)**

Уровень образования	1995 г.	1999 г.
Всего	100	100
В том числе:		
высшее профессиональное	9,2	10,8
неполное высшее профессиональное	2,2	2,7

Уровень образования	1995 г.	1999 г.
среднее профессиональное	28,6	27,0
среднее (полное) общее	41,8	42,3
основное общее	16,9	13,5
не имеют основного общего	1,3	3,8

*Источник:* Социальное положение и уровень жизни населения России. Статистический сборник. М.: Госкомстат России, 2000. С. 80.

*Комбинационная* таблица включает подлежащее, в котором объект исследования разделен на группы по двум и более признакам. Например, табл. 3.5 станет комбинационной, если безработные будут подразделены на группы не только по уровню образования, но и по полу. При этом возможны следующие варианты построения таблицы.

1-й вариант: подлежащее расположено в левой части таблицы – группы, выделенные по одному признаку, подразделяются на подгруппы по другому признаку. Схематично это выглядит таким образом:

Уровень образования	Пол	Численность (%)
Высшее профессиональное	Мужчины	
	Женщины	
Неполное высшее профессиональное И т.д.	Мужчины	
	Женщины	

2-й вариант: подлежащее расположено в левой и верхней частях таблицы. Таблица имеет вид:

Уровень образования	Мужчины	Женщины
Высшее профессиональное		
Неполное высшее профессиональное И т.д.		

**Правила оформления статистических таблиц.** Статистическая таблица обязательно имеет заголовок, в котором должны быть указаны цель построения таблицы, территория и время, к которым относятся данные. Если все единицы измерения одинаковы, то указываются они в заголовке таблицы. Если же они разные – то в верхних или боковых заголовках таблицы.

Разграфка таблицы должна включать как можно меньше линий – только горизонтальные линии, отделяющие таблицу от ее заголовка; заголовки граф от значений показателей; итоговую строку таблицы. Вертикальных линий вообще может не быть. Таблица не очерчивается рамкой, если она не включена в текст. Иногда графы сказуемого ну-



меруются. Заголовки граф содержат наименование показателей и выделенных групп без сокращений слов, кроме общепринятых (например, можно сказать «число АОЗТ» — без расшифровки этой аббревиатуры). Может быть приведен и порядок расчета показателя (например, гр. 3 = гр. 2 : гр. 1).

Как правило, таблица включает итоговую строку, содержащую данные по совокупности в целом. Она располагается либо в последней, либо в первой строке таблицы.

Если данные заимствованы, то под таблицей указывается источник. Может быть примечание к таблице, в котором раскрывается методика расчета показателей, а также даются подтверждающие пояснения по тем показателям, которые могут вызвать вопросы, показаться сомнительными.

Практически любой пакет прикладных программ, предназначенный для статистической обработки данных на ПК, содержит *графические методы представления данных*.

Эта форма представления данных отличается большей наглядностью, чем статистические таблицы. Графики более лаконичны и выразительны. Статистический график включает заголовок, в котором указывается, что представлено на графике, к какой территории и к какому времени относятся данные. Кроме того, приводятся условные обозначения или дается указание масштабной единицы, если в этом есть потребность.

По способу построения графики подразделяются на диаграммы и картодиаграммы.

По графическому образу *диаграммы* могут быть:

- линейные;
- секторные;
- круговые, треугольные, прямоугольные;
- столбиковые;
- ленточные;
- фигурные.

Линейные графики содержат значения показателей, соединенные отрезками прямых. Линейные графики используются в анализе рядов распределения (полигон распределения — см. гл. 5) и временных рядов (см. гл. 8).

Секторные диаграммы используются для представления структуры совокупности. Вся площадь круга принимается за 100%, она разбивается на сектора пропорционально доле составляющих частей. Примером секторной диаграммы служит рис. 3.1.

Круговые диаграммы (треугольные, прямоугольные, квадратные) представляют значения показателя в виде площади какой-либо геометрической фигуры. Изменение площади фигуры соответствует изменению значения показателя.



Рис. 3.1. Структура расходов на конечное потребление домашних хозяйств России в 1999 г.

Столбиковые диаграммы используются для представления состава какого-либо показателя. Примером диаграммы такого вида служит рис. 3.2.

Столбиковые диаграммы могут использоваться и для представления значений показателя. Тогда высота столбика соответствует величине показателя.

Ленточные диаграммы решают те же задачи, что и столбиковые. Но графическое изображение показателя дается в горизонтальном виде.

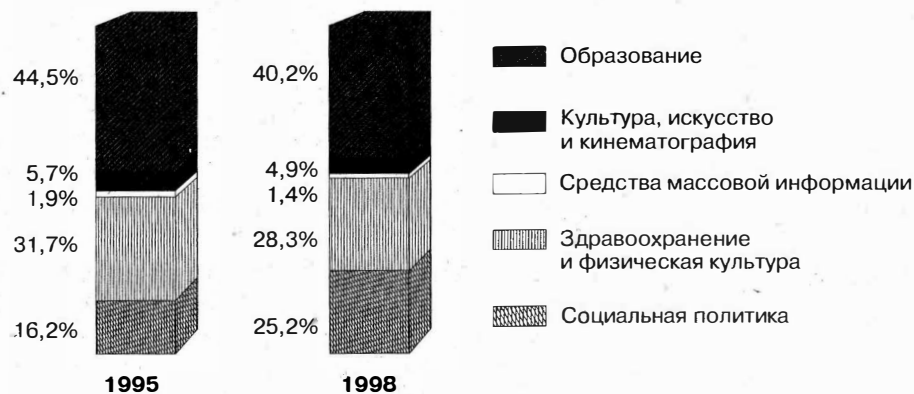


Рис. 3.2. Структура расходов бюджетной системы Российской Федерации на социально-культурные мероприятия

Фигурные диаграммы обычно используются для изображения изменения показателя в динамике или для пространственных сравнений. Показатель представляется в виде определенной фигуры: если речь идет о численности населения, то это может быть фигура человека, если о валовом сборе зерновых — сноп зерновых, если о выпуске автомобилей — автомобиль. Различия фигур по величине соответствуют различиям в значениях показателей.

**Картодиаграммы** используют для изображения пространственных данных. В этом случае на карту наносятся условные обозначения, отражающие изменение значений показателя, или же используется разная интенсивность цвета отражения изменений значения показателя. Картодиаграмма используется, например, для отражения плотности населения на всей территории России (заметим, что в Европейской части России средняя плотность населения составляет 25 чел./кв. км, а в азиатской — лишь 5 чел./кв. км).

#### Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение группировки. Поясните, в чем состоит назначение группировок, чем вызвана их необходимость.
2. Приведите примеры группировок.
3. Что представляет собой комбинационная группировка? В таблицу какого вида она оформляется?
4. В чем состоит сущность сводки?
5. Какие виды статистических показателей вам известны?
6. Какие задачи решают показатели объема?
7. Какие задачи решают средние величины и характеристики вариации?
8. В каких случаях используются картодиаграммы?
9. Расскажите о строении таблицы.

## Глава 4

### СРЕДНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

#### 4.1. Понятие средней величины. Значение средних

Средние величины играют особую роль в статистическом исследовании. Это определяется задачей статистики — выявлением закономерностей массовых явлений. Закономерности можно выявить, лишь обобщая однородные явления и давая обобщенную характеристику единицам явления. Например, что характерно в среднем для школы, которая дает основное образование? Сколько детей в среднем приходится на одну школу, сколько учителей? Какова средняя численность учащихся на одного учителя? Ответы на эти вопросы позволяют создать количественный «портрет» школы с помощью системы средних величин.

Средние величины являются основой для определения нормативов потребления продуктов питания, технических нормативов. Благодаря средним мы узнаем типичный возраст вступления в брак российских девушек и юношей, среднюю продолжительность жизни и т. д. Устраиваясь на работу, полезно прикинуть, в какую сторону ваша заработная плата будет отличаться от средней заработной платы в данной отрасли.

Укажем факторы надежности средних величин, делающие их действительно типическими характеристиками:

чем больше единиц совокупности, по которым рассчитывается средняя, тем она устойчивее, тем больше обеспечивается взаимопогашение случайных индивидуальных особенностей и отчетливее проявляется то, что характерно для данной совокупности. Для пояснения можно представить значение признака у  $i$ -й единицы совокупности, как состоящее из двух частей: того, что типично для явлений данного вида (обозначим эту часть  $\bar{x}$ ), и индивидуальных особенностей (обозначим эту часть  $\epsilon_i$ ), т. е.  $x_i = \bar{x} + \epsilon_i$ . В средней величине  $\epsilon_i$  погашаются (точнее, осредняются);

чем более однородны единицы совокупности, тем надежнее, устойчивее средняя, тем она более типична. Если мы рассчитаем средний возраст жителей города, то такая средняя будет нести описательную нагрузку, но не будет типической характеристикой. Если же определить средний возраст студентов университета, в котором вы учитесь, то ее величина будет типической характеристикой;

чтобы понять сущность средней величины, ее нужно рассматривать во взаимосвязи, в сравнении с другими средними величинами (например, средний возраст, среднее образование, средний стаж работы — все эти показатели взаимосвязаны).

Среднюю величину часто называют показателем центра исследуемых данных или показателем **центральной тенденции**. Это действительно так. Обратимся к простейшей формуле средней:

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

где  $\bar{x}$  — средняя величина для признака  $x$ ;  $x_i$  — значение признака  $x$  для  $i$ -й единицы совокупности;  $n$  — количество единиц совокупности.

Расчет средней величины включает две операции: суммирование данных по всем единицам (обобщение данных) и деление на число единиц (приведение обобщенной характеристики к единице совокупности).

## 4.2. Виды и формы средних

Значение средней зависит от того, каков порядок ее расчета. Средние применяются двух видов: простые и взвешенные.

**Простая средняя** получается путем деления суммы значений на их количество:

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

**Пример.** Заработная плата за январь у 3 рабочих одного цеха составила: 6500 руб., 4955 руб., 5323 руб.

Средняя заработная плата за месяц составит:

$$\bar{x} = \frac{6500 + 4955 + 5323}{3} = 5592,7 \text{ руб.}$$

Такая средняя называется простой средней арифметической.

Характер данных может повлиять на порядок расчета средней.

**Пример.** По каждому из 3 рабочих, которые делают одну и ту же операцию, известно следующее:

Рабочие	Число деталей, изготавливаемых за 1 ч работы	Количество отработанных часов за месяц
1-й	15	140
2-й	11	105
3-й	14	120

Тогда:

$$\text{Среднее число деталей в час} = \frac{15 \cdot 140 + 11 \cdot 105 + 14 \cdot 120}{140 + 105 + 120} = 13,5 \text{ дет./ч.}$$

Таким образом, в расчете средней часовой выработки рабочих участвовали не только данные о часовой выработке каждого из них, но и количество отработанных часов.

Проделанный расчет средней можно записать в виде формулы:

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

где  $x_i$  — часовая выработка  $i$ -го рабочего;  $y_i$  — количество часов, отработанных  $i$ -м рабочим за месяц.

Такая средняя называется **арифметической взвешенной**. В данном примере  $x_i$  (часовая выработка) — осредняемый признак;  $y_i$  (количество отработанных часов) — признак-вес. Умножая  $x_i$  на  $y_i$ , мы производим взвешивание, которое позволяет учесть значимость часовой выработки каждого рабочего для расчета средней часовой выработки.

Представим, что мы не будем учитывать количество отработанных часов, и найдем среднюю выработку как простую арифметическую:

$$\bar{x} = \frac{15 + 11 + 14}{3} = 13,3 \text{ дет./ч.}$$

т. е. результат хотя и незначительно, но отличается от того, который получен при использовании средней взвешенной.

Чем значительнее неравенство весов и чем сильнее признак-вес связан с осредняемым признаком, тем больше значение взвешенной средней отличается от простой средней.

Все средние, используемые в статистических расчетах, относятся к **степенным средним**. Формула степенной средней в общем виде записывается следующим образом:

$$\bar{x}_k = \sqrt[k]{\frac{\sum x_i^k}{n}}.$$

Вид средней зависит от показателя степени  $k$ .

При  $k = 1$  имеем среднюю арифметическую:

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum x_i}{n};$$

при  $k = 2$  — среднюю квадратическую:

$$\bar{x}_2 = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n}};$$

при  $k = 0$  — среднюю геометрическую:



$$\bar{x}_0 = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n};$$

при  $k = -1$  — среднюю гармоническую:

$$\bar{x}_{-1} = \frac{n}{\sum_i \frac{1}{x_i}}$$

**Пример.** Пусть требуется найти среднюю величину из трех чисел: 1, 2, 3. Пользуясь формулой средней арифметической, получим:

$$\bar{x}_1 = \frac{6}{3} = 2.$$

По формуле средней квадратической получим следующий результат:

$$\bar{x}_2 = \sqrt{\frac{1+4+9}{3}} = 2,16;$$

по формуле средней геометрической:

$$\bar{x}_0 = \sqrt{1 \cdot 2 \cdot 3} = 1,817;$$

по формуле средней гармонической:

$$\bar{x}_{-1} = \frac{3}{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}} = \frac{3}{1,83} = 1,64.$$

Очевидно влияние формы средней на результаты расчета средней величины. Полученные значения разных средних из одних и тех же чисел можно проранжировать (упорядочить) следующим образом:

$$\bar{x}_2 > \bar{x}_1 > \bar{x}_0 > \bar{x}_{-1},$$

т. е. средние ранжируются по показателю степени  $k$ .

Соотношение форм средних, выраженное в виде данного неравенства, называется свойством **мажорантности средних**.

Основной формой средних является средняя арифметическая. Ее формула прямо отвечает определению средней величины как обобщенной характеристики единицы совокупности. Рассмотрим свойства средней арифметической.

1.  $\sum_i (x_i - \bar{x}) = 0$  — сумма отклонений от средней равна нулю. По-

этому среднюю можно назвать центром распределения данных: значения ниже и выше средней величины взаимно уравновешиваются.

2.  $\sum_i (x_i - \bar{x})^2 < \sum_i (x_i - A)^2$  — сумма квадратов отклонений от

средней арифметической меньше суммы квадратов отклонений от произвольно выбранного числа  $A$ .

3.  $\overline{(x_i \pm A)} = \bar{x} \pm A$  — если каждую варианту  $x_i$  увеличить или уменьшить на величину  $A$ , то средняя увеличится или уменьшится на ту же величину  $A$ .

4.  $\overline{(x_i / A)} = \bar{x} / A$  — если каждую варианту  $x_i$  уменьшить в  $A$  раз, то и средняя уменьшится в  $A$  раз.

5.  $\overline{(x_i \cdot A)} = \bar{x} \cdot A$  — если каждую варианту  $x_i$  увеличить в  $A$  раз, то и средняя увеличится в  $A$  раз.

6.  $\overline{(x_i + y_i + z_i)} = \bar{x} + \bar{y} + \bar{z}$  — средняя многочлена равна многочлену средних.

$$7. \frac{\sum_i x_i f_i}{\sum_i f_i} = \frac{\sum_i x_i \frac{f_i}{c}}{\sum_i \frac{f_i}{c}} = \frac{\sum_i x_i f_i c}{\sum_i f_i c} = \bar{x} - \text{если, используя взвешенную}$$

среднюю, увеличить или уменьшить все веса в  $c$  раз, то средняя не изменится.

Другие формы средних используются для специальных целей. Так, средняя квадратическая используется для расчета среднего квадратического отклонения — основного показателя вариации.

Средняя геометрическая применяется для расчета среднего темпа динамики. В этом случае ряд  $x_1, x_2, x_3, \dots$  есть не что иное, как ряд последовательных отношений  $\frac{y_2}{y_1}, \frac{y_3}{y_2}, \frac{y_4}{y_3}, \frac{y_5}{y_4}, \dots, \frac{y_n}{y_{n-1}}$ .

Средняя из последовательных отношений находится по формуле средней геометрической. Все величины, стоящие в подкоренном выражении, положительные.

Средняя гармоническая принципиально не отличается от средней арифметической. Это — величина, обратная средней арифметической из величин, обратных данным. Средняя гармоническая используется, когда мы имеем дело с данными соответствующего характера.

**Пример.** Пусть требуется рассчитать выработку 1 рабочего по следующим данным.

Рабочие	Произведено деталей за неделю, ед.	Часовая выработка
1-й	200	10
2-й	240	12
3-й	390	13

Обозначим среднюю часовую выработку  $\bar{x}$ . Тогда

$$\bar{x} = \frac{\text{Суммарное количество деталей}}{\text{Суммарные затраты времени}} = \frac{\sum_i y_i}{\sum_i \frac{y_i}{x_i}}$$

Таким образом, используется средняя гармоническая взвешенная, здесь  $y$  (количество произведенных деталей за смену) выполняет функцию веса.

Тогда средняя часовая выработка для всех трех рабочих составляет:

$$\bar{x} = \frac{200 + 240 + 390}{\frac{200}{10} + \frac{240}{12} + \frac{390}{13}} = \frac{830 \text{ дет.}}{70 \text{ ч}} = 11,9 \text{ дет./ч} \approx 12 \text{ дет./ч}$$

В заключение отметим следующее свойство средней величины: средняя является реальной величиной, поскольку она рассчитывается на основе реальных (фактически существующих) данных, но вместе с тем она является абстрактной величиной, поскольку получена в результате расчетов. Если, например, половина учеников получили «тройки», а половина — «пятерки», то средний балл по классу — «четверка», хотя никто из учеников такой оценки не получал.

Именно ввиду абстрактности средней ее значение может быть дробным, даже если она рассчитывается из целочисленных значений. Например, среднее число человек в петербургской семье в конце 90-х гг. XX в. составляло 2,9 человека. Или же среднее суммарное число детей, рожденных женщиной, составляет 1,3 ребенка и т. д.

Если мы имеем дело со взаимосвязанными признаками, то это отразится в построении средних. Рассмотрим пример расчета системы средних.

**Пример.** Вычислить средние показатели по трем 9-этажным жилым домам, входящим в один жилищный кооператив (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Дом	Общая площадь квартиры, кв. м ( $x$ )	Жилая площадь, % ( $y$ )	Средняя жилая площадь на 1 жителя, кв.м/чел. ( $z$ )	Рыночная стоимость 1 кв.м общей площади, у.е./кв.м ( $p$ )
1	1975	75	8,5	380
2	1950	72	8,0	360
3	1925	70	7,3	340

$$1. \bar{x} = \frac{\sum_i x_i}{3} = \frac{5850}{3} = 1950 \text{ кв.м/дом.}$$

$$2. \bar{y} = \frac{\sum_i y_i x_i}{\sum_i x_i} = \frac{1481,25 + 1404,0 + 1347,5}{5850} \cdot 100\% = 72,4\%$$

$$3. \bar{z} = \frac{\sum_i y_i x_i}{\sum_i \frac{y_i x_i}{z_i}} = \frac{1481,25 + 1404,0 + 1347,5}{174 + 176 + 185} = \frac{4232,75 \text{ кв. м}}{535 \text{ чел.}} = 7,9 \text{ кв. м /чел.}$$

$$4. \bar{p} = \frac{\sum_i p_i x_i}{\sum_i x_i} = \frac{750 \cdot 500 + 702 \cdot 000 + 654 \cdot 500}{5850} = \frac{2 \cdot 107 \cdot 000 \text{ у. е.}}{5850 \text{ кв. м}} = 360,2 \text{ у. е./кв. м.}$$

В данном примере использованы одна простая средняя арифметическая, две взвешенных средних арифметических и одна средняя гармоническая взвешенная. Числители и знаменатели всех средних величин имеют вполне определенный экономический смысл. Так, например, рассчитывая среднюю жилую площадь, приходящуюся на одного жителя, находим всю жилую площадь во всех трех домах и делим на общее число жителей. Поэтому можно заключить, что формула той или иной средней величины конструируется в соответствии с логикой показателя, а не по каким-либо формальным правилам. Соблюдение формальных правил также важно, но оно имеет подчиненное значение. Содержание средней отражается в ее размерности (кв.м./чел., у.е./кв.м и т. д.).

#### Контрольные вопросы и задания

1. В чем особое значение средних величин при раскрытии статистических закономерностей?
2. При каких условиях расчеты средней по формуле взвешенной арифметической и простой арифметической дадут один и тот же результат?
3. Приведите пример использования средней гармонической.
4. Сформулируйте и запишите свойство мажорантности средних.
5. Если известно, что в 1998 г. добыча нефти в области составила 78 млн. т, в 1999 г. — 95 млн., в 2000 г. — 98 млн. т, чему будет равно среднегодовое относительное изменение добычи нефти?
6. Перечислите условия применения метода средних величин.
7. Каковы условия сравнения средних показателей по разным территориям (городам, странам)?

## ИЗУЧЕНИЕ ВАРИАЦИИ

## 5.1. Понятие о вариации и задачи ее изучения

Вариацией называется различие значений признака у отдельных единиц изучаемой совокупности в один и тот же период или момент времени.

Статистический анализ вариации предполагает выполнение следующих основных этапов:

1. Построение вариационного ряда.
2. Графическое изображение вариационного ряда.
3. Расчет показателей центра распределения и структурных характеристик вариационного ряда.
4. Расчет показателей размера и интенсивности вариации.
5. Оценка вариационного ряда на асимметрию и эксцесс.

**Построение вариационного ряда** (ряда распределения) — это упорядоченное распределение единиц совокупности по возрастающим или убывающим значениям признака и подсчет числа единиц с тем или иным его значением.

Предположим, в результате обобщения итогов выборочного бюджетного обследования населения города N-ска построен вариационный ряд, отражающий распределение жителей города по величине среднедушевого дохода (табл. 5.1, гр. 1–3).

Таблица 5.1

Среднедушевой денежный доход в среднем за месяц, тыс. руб.	Число жителей		Накопленные частоты (S)	Середина интервала (x)	$\mathcal{F}$	$x_{\omega}$
	чел. (f)	в % к итогу ( $\omega$ )				
1	2	3	4	5	6	7
До 0,5	26	0,9	0,9	0,25	6,5	0,225
0,5–1,0	463	16,5	17,4	0,75	347,25	12,375
1,0–1,5	690	24,6	42,0	1,25	862,5	30,75
1,5–2,0	528	18,8	60,8	1,75	924,0	32,9
2,0–2,5	434	15,4	76,2	2,25	976,5	34,65
2,5–3,0	350	12,5	88,7	2,75	962,5	34,375
3,0 и более	318	11,3	100,0	3,25	1033,5	36,725
Итого	2809	100,0	—	—	5112,75	182,0

В составе любого вариационного ряда можно выделить три основных элемента: варианты, частоты, частоты.

**Варианты** — это значения, которые принимает исследуемый признак. Если варианты представлены в виде целочисленных величин, вариационный ряд называют дискретным, если в виде интервалов — интервальным. В табл. 5.1 представлен интервальный вариационный ряд, вариантами которого являются значения среднедушевого денежного дохода населения (гр. 1).

**Частоты вариационного ряда** — абсолютная численность отдельных групп с различными значениями признака (гр. 2).

**Частоты вариационного ряда** — удельные веса (доли) отдельных групп в общей численности совокупности (гр. 3).

## 5.2. Графическое изображение вариационного ряда

Графическое изображение вариационных рядов облегчает их анализ и позволяет судить о форме распределения. Для графического изображения вариационного ряда в статистике строят гистограмму, полигон и кумуляту распределения.

**Гистограмма** — столбиковая диаграмма, для построения которой на оси абсцисс откладывают отрезки, равные величине интервалов вариационного ряда. На отрезках строят прямоугольники, высота которых в принятом масштабе по оси ординат соответствует частотам (или частостям) (рис. 5.1).

Для графического изображения дискретного вариационного ряда применяют полигон распределения, для построения которого необходимо соединить прямыми отрезками точки с координатами  $x$ ,  $\omega$  (рис. 5.2). Крайние точки полученного графика соединяют с точками по оси абсцисс, отстающими на одно деление в принятом масштабе от минимального и максимального значения вариант. Полигон может быть построен и для интервального вариационного ряда, для этого в

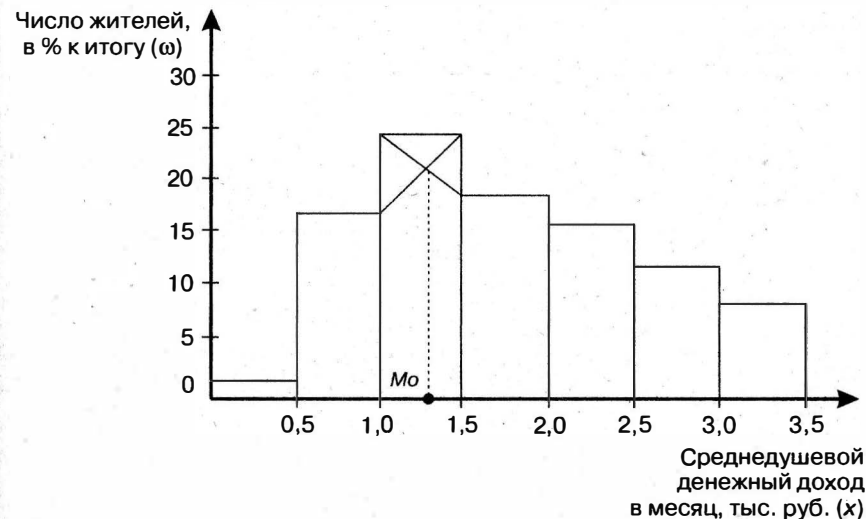


Рис. 5.1. Гистограмма распределения населения по величине среднедушевого дохода



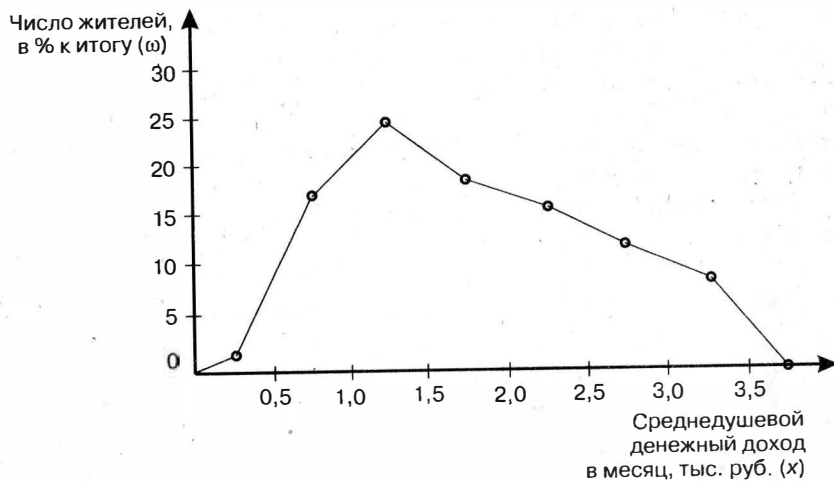


Рис. 5.2. Полигон распределения населения по величине среднедушевого дохода

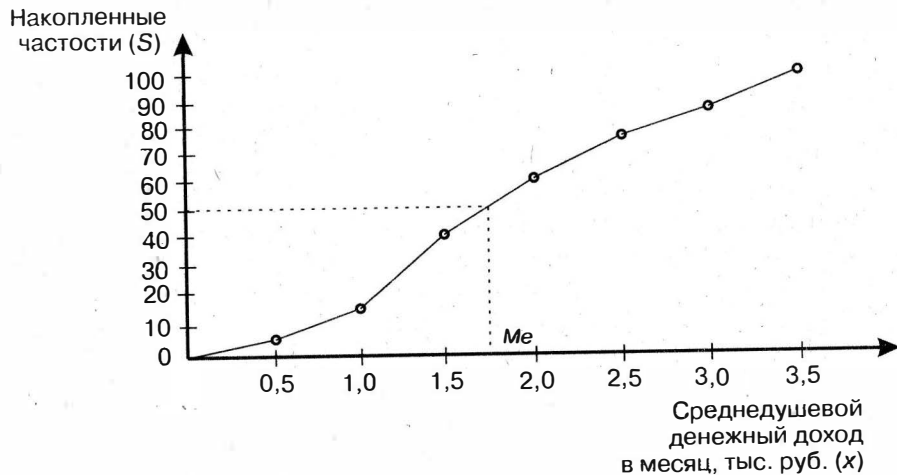


Рис. 5.3. Кумулята распределения населения по величине среднедушевого дохода

качестве координат по оси абсцисс используют середины интервалов. Очевидно, что гистограмма легко может быть преобразована в полигон распределения, если середины верхних сторон прямоугольников соединить отрезками прямых, при этом середины верхних сторон двух крайних прямоугольников соединить с осью абсцисс в точках, отстоящих в принятом масштабе на величину интервалов от середины первого и последнего интервалов.

**Кумулята** распределения строится по накопленным частотам (частостям). Накопленные частоты (частости) определяют последователь-

ным суммированием частот (частостей), они показывают, сколько единиц совокупности имеют значение признака не больше, чем рассматриваемое значение (гр. 4, табл. 5.1). При построении кумуляты интервального ряда (рис. 5.3) нижней границе первого интервала соответствует нулевая частота (частость), верхней — вся частота (частость) первого интервала. Верхней границе второго интервала — сумма частот (частостей) первого и второго интервалов и т. д. Верхней границе последнего интервала — сумма накопленных частот (частостей) во всех интервалах, что соответствует общей численности изучаемой совокупности или 100%.

### 5.3. Показатели центра распределения и структурные характеристики вариационного ряда

Для характеристики среднего значения признака в вариационном ряду используются так называемые показатели центра распределения. К ним относятся средняя величина признака, мода и медиана.

Расчет **средней величины признака** ( $\bar{x}$ ) в вариационном ряду осуществляется по формуле средней арифметической взвешенной:

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f},$$

где  $x$  — варианты признака;  $f$  — частоты (частости).

При расчете средней величины интервального ряда в качестве вариантов признака используются значения середины интервалов (гр. 5, табл. 5.1). Для нахождения середины открытых интервалов (в нашем примере это первая и последняя группы) необходимо их предварительно условно закрыть, т. е. определить недостающую верхнюю и нижнюю границы. Принято считать, что в первой группе величина интервала равна интервалу второй группы, а в последней — интервалу предыдущей. В рассматриваемом примере используется ряд с равными интервалами, величина которых 0,5 тыс. руб. Тогда условная нижняя граница первого интервала будет равна: 0,5 тыс. руб. - 0,5 тыс. руб. = 0, а середина — 0,25 тыс. руб., условная верхняя граница последнего интервала: 3,0 тыс. руб. + 0,5 тыс. руб. = 3,5 тыс. руб., а середина — 3,25 тыс. руб.

Осуществим расчет средней величины месячного среднедушевого денежного дохода ( $\bar{x}$ ), используя в качестве весов частоты распределения ( $f$ ). Промежуточные расчеты запишем в гр. 6 табл. 5.1. Тогда

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{5112,75}{2809} = 1,82 \text{ тыс. руб.}$$

Месячный среднедушевой доход составляет 1820 руб.

Можно при расчете средней величины в качестве весов использовать частоты распределения ( $\omega$ ) (промежуточные расчеты в гр. 7 табл. 5.1). Величина средней от этого не меняется.

$$\bar{x} = \frac{182,0}{100} = 1,82 \text{ тыс. руб.}$$

**Мода** — значение признака, наиболее часто встречающееся в изучаемой совокупности. В дискретном ряду модой является вариант с наибольшей частотой (частостью). В интервальном вариационном ряду мода рассчитывается по формуле:

$$M_o = x_{M_o} + i_{M_o} \frac{f_{M_o} - f_{M_o-1}}{(f_{M_o} - f_{M_o-1}) + (f_{M_o} - f_{M_o+1})},$$

где  $x_{M_o}$  — нижняя граница модального интервала;  $i_{M_o}$  — величина модального интервала;  $f_{M_o}$ ,  $f_{M_o-1}$ ,  $f_{M_o+1}$  — частоты (частости) соответственно модального, домодального и послемодального интервалов.

**Модальный интервал** — это интервал, имеющий наибольшую частоту (частость). В нашем примере это третий интервал — от 1,0 до 1,5 тыс. руб.

Рассчитаем модальное значение признака, используя в качестве весов частоты распределения:

$$M_o = 1,0 + 0,5 \cdot \frac{24,6 - 16,5}{(24,6 - 16,5) + (24,6 - 18,8)} = 1,29 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, в нашем примере наиболее часто встречающаяся величина среднедушевого дохода составляет 1290 руб.

Расчет моды с использованием в качестве весов частот распределения даст аналогичный результат:

$$M_o = 1,0 + 0,5 \cdot \frac{690 - 463}{(690 - 463) + (690 - 528)} \approx 1,29 \text{ тыс. руб.}$$

Отметим, что вычисление моды в интервальном ряду является весьма условным.

Приближенно модальное значение признака можно определить и графически — по гистограмме. Для этого нужно взять столбец, имеющий наибольшую высоту, и из его левого верхнего угла провести отрезок в верхний угол последующего столбца, а из правого угла — в верхний правый угол предыдущего (см. рис. 5.1). Абсцисса точки пересечения отрезков и будет соответствовать модальному значению признака в изучаемой совокупности.

**Медиана** — вариант, расположенный в середине упорядоченного вариационного ряда, делящий его на две равные части, таким образом, что половина единиц совокупности имеют значения признака

меньше, чем медиана, а половина — больше, чем медиана. В интервальном ряду медиана определяется по формуле:

$$M_e = x_{M_e} + i_{M_e} \cdot \frac{\frac{1}{2} \sum f + 1 - S_{M_e-1}}{f_{M_e}},$$

где  $x_{M_e}$  — начало медианного интервала;  $i_{M_e}$  — величина медианного интервала;  $\sum f$  — сумма частот (частостей) вариационного ряда;  $f_{M_e}$  — частота (частость) медианного интервала;  $S_{M_e-1}$  — сумма накопленных частот (частостей) в домедианном интервале.

**Медианный интервал** — это интервал, в котором находится порядковый номер медианы. Для его определения необходимо подсчитать сумму накопленных частот (частостей) до числа, превышающего половину объема совокупности. По данным гр. 4 табл. 5.1 находим интервал, сумма накопленных частот в котором превышает 50%. Это интервал от 1,5 до 2,0 тыс. руб. ( $S = 60,8\%$ ), он и является медианным. Тогда

$$M_e = 1,5 + 0,5 \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot (100 + 1) - 42,0}{18,8} = 1,72 \text{ тыс. руб.}$$

Следовательно, половина жителей города в нашем примере имеет месячный среднедушевой доход меньше 1720 руб., а половина — больше этой суммы.

Расчет медианного значения по частостям распределения даст аналогичный результат:

$$M_e = 1,5 + 0,5 \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot (2809 + 1) - 1179}{528} = 1,72 \text{ тыс. руб.,}$$

где 1179 — сумма накопленных частот в домедианном интервале.

Медиану приближенно можно определить графически — по кумуляте. Для этого высоту наибольшей ординаты, которая соответствует общей численности совокупности, делят пополам. Через полученную точку проводят прямую, параллельную оси абсцисс, до пересечения ее с кумулятой. Абсцисса точки пересечения и является медианой (см. рис. 5.3).

Расчет модального и медианного значений для вариационных рядов с *неравными* интервалами осуществляется по формулам, аналогичным приведенным выше, только вместо показателей частот (частостей) используются показатели абсолютной или относительной плотности распределения, которые обеспечивают сопоставимость неравных интервалов. **Показатели плотности распределения** находятся как отношения частот (частостей) к величине интервала:

— абсолютная плотность распределения

$$f' = \frac{f}{i};$$

— относительная плотность распределения

$$\omega' = \frac{\omega}{i},$$

где  $i$  — величина интервала.

По соотношению характеристик центра распределения (средней величины, моды и медианы) можно судить о симметричности эмпирического ряда распределения. *Симметричным* является распределение, в котором частоты двух вариантов, равностоящих в обе стороны от центра распределения, равны между собой. В симметричном распределении средняя величина, медиана и мода равны между собой:

$$\bar{x} = Me = Mo.$$

Если  $\bar{x} > Me > Mo$ , то имеет место правосторонняя асимметрия, т. е. большая часть единиц совокупности имеет значения изучаемого признака, превышающие модальное значение. На графике распределения правая ветвь относительно максимальной ординаты вытянута больше, чем левая.

Соотношение  $\bar{x} < Me < Mo$  характерно для левосторонней асимметрии, при которой большая часть единиц совокупности имеет значения признака ниже модального. На графике распределения левая ветвь вытянута больше, чем правая.

Нашему примеру соответствует соотношение  $\bar{x} > Me > Mo$  (1820 руб. > 1720 руб. > 1290 руб.), характерное для правосторонней асимметрии, что подтверждается графиками — гистограммой и полигоном распределения (см. рис. 5.1 и 5.2). Наличие правосторонней асимметрии свидетельствует о том, что большая часть жителей города имела месячный среднедушевой доход выше, чем его модальное значение (1290 руб.).

При анализе вариационного ряда важно знать не только направление асимметрии (правосторонняя или левосторонняя), но и ее степень, которая измеряется с помощью коэффициентов асимметрии. Методика их расчета будет рассмотрена ниже.

Моду и медиану называют еще *структурными средними*, поскольку они дают количественную характеристику структуры строения вариационных рядов. К структурным характеристикам относятся и другие порядковые статистики: *квартили* — делящие ряд на 4 равные части, *децили* — делящие ряд на 10 частей, *перценти́ли* — на 100 частей и др.

Остановимся на расчете показателей децилей, нашедших широкое применение в анализе дифференциации различных социально-экономических явлений.

Общая схема расчета децилей следующая:

1) поскольку децили отсекают десятые части совокупности, по накопленным частотам определяем интервалы, куда попадают порядковые номера децилей: для первой децили — интервал, где находится вариант, отсекающий 10% совокупности с наименьшими значениями признака; для второй — 20% и т. д.; для девятой децили — интервал, содержащий вариант, отсекающий 90% с наименьшими значениями, или, что то же самое, 10% с наибольшими значениями признака;

2) рассчитываем величину децилей по формулам, аналогичным формуле для нахождения медианы. Например, первая и девятая децили находятся по формулам:

$$D_1 = x_{O_{D_1}} + i_{D_1} \cdot \frac{\frac{1}{10} \sum f - S_{D_1-1}}{f_{D_1}};$$

$$D_9 = x_{O_{D_9}} + i_{D_9} \cdot \frac{\frac{9}{10} \sum f - S_{D_9-1}}{f_{D_9}},$$

где  $x_{O_{D_1}}$ ,  $x_{O_{D_9}}$  — начала интервалов, где находятся первая и девятая децили;  $i_{D_1}$ ,  $i_{D_9}$  — величины интервалов, где находятся первая и девятая децили;  $\sum f$  — общая сумма частот (частостей);  $S_{D_1-1}$ ,  $S_{D_9-1}$  — суммы частот (частостей), накопленных в интервалах, предшествующих интервалам, в которых находятся первая и девятая децили;  $f_{D_1}$ ,  $f_{D_9}$  — частоты (частости) интервалов, содержащих первую и девятую децили.

Для нашего примера (см. табл. 5.1) первая дециль попадает в интервал от 0,5 до 1,0 тыс. руб. (сумма накопленных в этом интервале частостей составляет 17,4%, что превышает 10%), девятая дециль — в интервал от 3,0 тыс. руб. и более (в этом интервале находится 10% населения с наибольшими доходами). Найдем величину соответствующих децилей.

$$D_1 = 0,5 + 0,5 \cdot \frac{\frac{1}{10} 100 - 0,9}{16,5} \approx 0,776 \text{ тыс. руб.}$$

Следовательно, максимальная величина месячного среднедушевого дохода у 10% наименее обеспеченных жителей составляла 776 руб.

$$D_9 = 3,0 + 0,5 \cdot \frac{\frac{9}{10} 100 - 88,7}{11,3} = 3,058 \text{ тыс. руб.}$$



Минимальная величина месячного среднедушевого дохода у 10% наиболее обеспеченного населения города составляла 3058 руб.

Соотношение децильных доходов в социальной статистике получило название *коэффициента децильной дифференциации доходов населения* ( $K_D$ ):

$$K_D = \frac{D_9}{D_1}$$

В рассматриваемом примере

$$K_D = \frac{3058}{776} = 3,9.$$

Это означает, что минимальный месячный среднедушевой доход 10% наиболее обеспеченного населения превышал максимальный доход 10% наименее обеспеченного населения в 3,9 раза.

#### 5.4. Показатели размера и интенсивности вариации

Обязательным этапом в изучении вариационных рядов является расчет показателей размера и интенсивности вариации.

Для характеристики **размера вариации** в статистике применяются абсолютные показатели вариации: размах вариации, среднее линейное отклонение, среднее квадратическое отклонение и дисперсия.

*Размах вариации* (размах колебаний) представляет собой разность между максимальным и минимальным значениями признака в совокупности:

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

Для группировок с открытыми первым и последним интервалами, когда неизвестны реальные минимальное и максимальное значения признака в совокупности, расчет размаха вариации некорректен.

Размах вариации зависит от величины только крайних значений признака. Более точно характеризуют вариацию признака показатели, основанные на учете колеблемости всех значений признака, — *среднее линейное отклонение* ( $d$ ) и *среднее квадратическое отклонение* ( $\sigma$ ).

Для сгруппированных данных они рассчитываются по формулам:

$$d = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| f_i}{\sum f_i},$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i}},$$

где  $x_i$  — значение признака в  $i$ -й группе (для интервальных вариационных рядов — середина  $i$ -го интервала);  $\bar{x}$  — средняя величина признака в совокупности;  $f_i$  — частота (частость)  $i$ -го интервала.

Квадрат среднего квадратического отклонения называется *дисперсией* ( $\sigma^2$ ):

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

Рассчитать дисперсию можно также по преобразованной формуле:

$$\sigma^2 = \overline{x_i^2} - \bar{x}^2,$$

где  $\overline{x_i^2}$  — средний квадрат значений признака в совокупности:

$$\overline{x_i^2} = \frac{\sum x_i^2 f_i}{\sum f_i};$$

$\bar{x}^2$  — квадрат среднего значения признака в совокупности.

При расчете дисперсии по этой формуле исключается дополнительная процедура по расчету отклонений индивидуальных значений признака от его средней величины, за счет этого уменьшается ошибка, связанная с округлением значений промежуточных вычислений.

Размах вариации, среднее линейное отклонение и среднее квадратическое отклонение являются величинами именованными, т. е. имеют ту же единицу измерения, что и изучаемый признак. Дисперсия единицы измерения не имеет.

Определим среднее линейное, среднее квадратическое отклонение и дисперсию для нашего условного примера о распределении жителей города по величине месячного среднедушевого дохода. Все промежуточные вычисления приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Среднедушевой денежный доход в среднем за месяц, тыс. руб.	Число жителей, в % к итогу ( $f_i$ )	Средина интервала ( $x_i$ )	$ x_i - \bar{x} $ ( $\bar{x} = 1,82$ )	$ x_i - \bar{x}  f_i$	$(x_i - \bar{x})^2 f_i$
До 0,5	0,9	0,25	1,57	1,413	2,218
0,5–1,0	16,5	0,75	1,07	17,655	18,891
1,0–1,5	24,6	1,25	0,57	14,022	7,993
1,5–2,0	18,8	1,75	0,07	1,316	0,092
2,0–2,5	15,4	2,25	0,43	6,622	2,847

Среднедушевой денежный доход в среднем за месяц, тыс. руб.	Число жителей, в % к итогу ( $f_i$ )	Середина интервала ( $x_i$ )	$ x_i - \bar{x} $ ( $\bar{x} = 1,82$ )	$ x_i - \bar{x}  f_i$	$(x_i - \bar{x})^2 f_i$
2,5–3,0	12,5	2,75	0,93	11,625	10,811
3,0 и более	11,3	3,25	1,43	16,159	23,107
Итого	100,0	–	–	68,812	65,959

Среднее линейное отклонение, дисперсия и среднее квадратическое отклонение соответственно составят:

$$d = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| f_i}{\sum f_i} = \frac{68,812}{100} = 0,688 \text{ тыс. руб.};$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i} = \frac{65,959}{100} = 0,660;$$

$$\sigma = \sqrt{0,660} = 0,812 \text{ тыс. руб.}$$

Среднее линейное и среднее квадратическое отклонения показывают, на сколько в среднем величина месячного среднедушевого дохода жителей города отличалась от среднего дохода по городу. По формуле среднего линейного отклонения это отличие составляло  $\pm 688$  руб., по формуле среднего квадратического отклонения  $\pm 812$  руб.

Среднее квадратическое отклонение по величине всегда больше среднего линейного отклонения.

Соотношение  $\sigma : d$  зависит от наличия в совокупности резких отклонений и может служить индикатором «засоренности» совокупности нетипичными, выделяющимися из основной массы единицами. Для нормального распределения это соотношение равно 1,25.

Для оценки **интенсивности вариации**, а также для сравнения ее величины в разных совокупностях или по разным признакам используют относительные показатели вариации, которые рассчитываются как отношение абсолютных показателей вариации к средней величине признака: относительный размах вариации (коэффициент осцилляции), относительное линейное отклонение и др.

Наиболее часто на практике применяют **коэффициент вариации** ( $v$ ), который представляет собой относительное квадратическое отклонение:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%.$$

По величине коэффициента вариации можно судить об интенсивности вариации признака, а следовательно, и об однородности состава изучаемой совокупности. Чем больше величина коэффициента вариации, тем больше разброс значений признака вокруг средней, тем больше неоднородность совокупности. Существует шкала определения степени однородности совокупности в зависимости от значений коэффициента вариации.

Коэффициент вариации (%)	Степень однородности совокупности
До 30	Однородная
30–60	Средняя
60 и более	Неоднородная

Отметим, что приведенная выше шкала оценки однородности совокупности весьма условна. Вопрос о степени интенсивности вариации должен решаться для каждого изучаемого признака индивидуально исходя из сравнения наблюдаемой вариации с некоторой ее обычной интенсивностью, принимаемой за норму.

Для нашего примера коэффициент вариации составил:

$$v = \frac{812}{1820} \cdot 100\% = 44,6\%,$$

что свидетельствует о средней колеблемости признака и, следовательно, о средней однородности совокупности жителей города по величине среднедушевых доходов.

## 5.5. Оценка вариационного ряда на асимметрию и эксцесс

Асимметрия и эксцесс являются важнейшими характеристиками формы распределения.

Ряды распределения могут иметь один и тот же центр группирования (показатели центра распределения) и одинаковые пределы варьирования признака (показатели вариации), однако при этом отличаться характером распределения единиц совокупности вокруг центра. Как уже отмечалось, если большая часть совокупности расположена левее центра, имеет место левосторонняя *асимметрия*, если правее – правосторонняя.

Для оценки степени асимметричности применяют моментный и структурный коэффициенты асимметрии.

**Моментный коэффициент асимметрии** (стандартизованный момент третьего порядка) определяется по формуле:

$$As = \frac{M_3}{\sigma^3},$$

где  $M_3$  – центральный момент третьего порядка.

$$M_3 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 f}{\sum f}$$

На направление асимметрии указывает знак коэффициента: если  $As < 0$ , то это левосторонняя асимметрия (ее называют также отрицательной асимметрией), при правосторонней (положительной) асимметрии  $As > 0$ .

Опустив промежуточные расчеты, укажем, что коэффициент асимметрии для нашего примера составил:

$$As = \frac{M_3}{\sigma^3} = \frac{0,726}{0,812^3} = 1,357,$$

что подтверждает вывод о правосторонней асимметрии, сделанный ранее.

Степень существенности асимметрии можно оценить с помощью средней квадратической ошибки коэффициента асимметрии, которая зависит от объема изучаемой совокупности и рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{As} = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}},$$

где  $n$  — число единиц совокупности.

Если отношение  $|As| : \sigma_{As} > 3$ , асимметрия считается существенной, если  $|As| : \sigma_{As} < 3$ , то асимметрия признается несущественной, вызванной влиянием случайных обстоятельств.

Основной недостаток моментного коэффициента асимметрии заключается в том, что его величина зависит от наличия в совокупности резко выделяющихся единиц. Для таких совокупностей этот коэффициент малопригоден, поскольку его большая (абсолютная) величина будет объясняться доминирующим вкладом в величину центрального момента третьего порядка нетипичных значений, а не асимметричностью распределения основной части единиц. В таких случаях рекомендуют либо исключить из анализа резко отличающиеся единицы, либо использовать структурные показатели асимметрии.

*Структурные показатели (коэффициенты) асимметрии* характеризуют асимметричность только в центральной части распределения, т. е. основной массы единиц, и в отличие от моментного коэффициента не зависят от крайних значений признака.

Наиболее часто применяют структурный коэффициент асимметрии, предложенный английским статистиком К. Пирсоном:

$$As_{\Pi} = \frac{\bar{x} - Mo}{\sigma}$$

Учитывая, что в умеренно асимметричном распределении расстояния между показателями центра распределения характеризуются следующим равенством  $|\bar{x} - Me| = |\bar{x} - Mo| : 3$ , формула К. Пирсона может быть записана следующим образом:

$$As = \frac{3(\bar{x} - Me)}{\sigma}$$

Используют и другие формулы для расчета коэффициента асимметрии. Так, например, шведский математик Линдберг предложил оценивать асимметрию по формуле:

$$As_{\Pi} = \Pi - 50,$$

где  $\Pi$  — процент единиц совокупности, у которых значение изучаемого признака превосходит среднее значение по совокупности.

Другим свойством рядов распределения является эксцесс<sup>1</sup>. Под *эксцессом* понимают островершинность или плосковершинность распределения по сравнению с нормальным распределением при той же силе вариации. Другими словами, эксцесс — это отклонение вершины эмпирического распределения вверх или вниз от вершины кривой нормального распределения. При этом эксцесс определяется только для симметричных и умеренно асимметричных распределений.

Чаще всего на практике эксцесс оценивается с помощью следующего показателя:

$$Ex = \frac{M_4}{\sigma^4} - 3,$$

где  $M_4$  — центральный момент четвертого порядка.

$$M_4 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4 f}{\sum f}$$

Формула эксцесса основана на отклонении от нормального распределения (в нормальном распределении отношение  $M_4 : \sigma^4 = 3$ ).

Распределения более островершинные, чем нормальные, обладают положительным эксцессом ( $Ex > 0$ ), более плосковершинные — отрицательным ( $Ex < 0$ ).

Положительный эксцесс свидетельствует о том, что в совокупности есть слабоварьирующее по данному признаку «ядро», а в плосковершинных распределениях такого «ядра» нет и единицы рассеяны по всем значениям признака более равномерно.

Чтобы оценить существенность эксцесса распределения, рассчитывают среднюю квадратическую ошибку эксцесса:

<sup>1</sup> От лат. *excessus* — отступление, излишество.

$$\sigma_{Ex} = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n-1)^2(n+3)(n+5)}}$$

Если отношение  $|Ex| : \sigma_{Ex} > 3$ , то отклонение от нормального можно считать существенным.

**Правило сложения дисперсий.** Для сгруппированной, т. е. разделенной на  $i$  групп, статистической совокупности возможно вычисление трех видов дисперсий: общей, внутригрупповых, межгрупповой.

*Общая дисперсия* ( $\sigma^2$ ) характеризует колеблемость признака во всей изучаемой совокупности и рассчитывается по несгруппированным данным по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x})^2}{\sum_i f_i},$$

где  $x_{ij}$  — значение признака  $j$ -й единицы в  $i$ -й группе;  $\bar{x}$  — среднее значение признака в совокупности;  $f_i$  — число единиц в  $i$ -й группе.

Для оценки колеблемости признака внутри каждой  $i$ -й группы вычисляют *внутригрупповые дисперсии* ( $\sigma_{x_i}^2$ ):

$$\sigma_{x_i}^2 = \frac{\sum_j (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{f_i},$$

где  $\bar{x}_i$  — среднее значение признака в  $i$ -й группе.

Обобщенную характеристику внутригрупповой колеблемости вокруг групповых средних дает средняя величина из внутригрупповых дисперсий:

$$\overline{\sigma_{x_i}^2} = \frac{\sum_i \sigma_{x_i}^2 f_i}{\sum_i f_i}.$$

*Межгрупповая дисперсия* ( $\delta^2$ ) показывает вариацию групповых средних вокруг средней величины признака в совокупности:

$$\delta^2 = \frac{\sum_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum_i f_i}.$$

Между всеми указанными дисперсиями существует взаимосвязь, которая называется *правилом сложения дисперсий* — *общая дисперсия равна сумме средней из внутригрупповых дисперсий и межгрупповой дисперсии*:

$$\sigma^2 = \overline{\sigma_{x_i}^2} + \delta^2.$$

Логика этого правила такова: общая вариация признака в совокупности складывается из вариации признака внутри отдельных групп и вариации между группами.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Что такое вариация и каковы этапы ее статистического анализа?
2. Какие виды графиков применяются для изображения вариационного ряда?
3. Какими показателями характеризуется центр распределения?
4. Как соотносятся между собой среднее значение признака, медиана и мода:
  - а) в симметричном распределении;
  - б) при левосторонней асимметрии;
  - в) при правосторонней асимметрии?
5. Как определить моду и медиану в интервальном вариационном ряду?
6. Что показывает децильный коэффициент дифференциации?
7. С помощью каких показателей можно оценить размеры вариации признака?

Как они рассчитываются?

8. Для чего вычисляются относительные показатели вариации?
9. При каких значениях коэффициента вариации совокупность считается однородной?
10. В каких случаях лучше использовать моментный, а в каких — структурные показатели асимметрии?
11. Что такое эксцесс распределения? Как он измеряется?
12. В чем состоит правило сложения дисперсий?



## ВЫБОРОЧНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

## 6.1. Понятие выборочного наблюдения.

## Задачи, решаемые на основе выборочного метода

Выборочное наблюдение — это такой вид статистического наблюдения, при котором обследованию подвергается не вся изучаемая совокупность, а лишь часть ее единиц, отобранных в определенном порядке. При этом вся исследуемая совокупность называется *генеральной*, а единицы, подлежащие наблюдению, составляют *выборочную совокупность*, или *выборку*.

Целью выборочного наблюдения является определение параметров генеральной совокупности (генеральной средней —  $\bar{x}$  и генеральной доли —  $p$ ) на основе параметров выборочной совокупности выборочной (средней —  $\bar{x}$  и выборочной доли —  $\omega$ ). Разница между генеральными и выборочными параметрами называется *ошибкой выборки* или *ошибкой репрезентативности*. Формулы ее определения, разработанные теорией вероятностей и математической статистикой, дифференцированы в зависимости от видов и способов отбора.

Различают два вида отбора — *повторный* и *бесповторный*. Первый соответствует схеме «возвращенного шара»: после отбора какой-либо единицы она возвращается в генеральную совокупность и снова может быть выбранной. Таким образом, вероятность попадания каждой отдельной единицы в выборку остается постоянной на всем протяжении отбора.

Отбор по схеме «невозвращенного шара» называется *бесповторной* выборкой. В этом случае отобранная единица не возвращается в генеральную совокупность, и тем самым вероятность попасть в выборку для оставшихся единиц увеличивается с каждым шагом отбора.

Деление выборки на повторную и бесповторную введено математической статистикой. В социально-экономических исследованиях, как правило, не применяют повторный отбор.

При проведении выборочного наблюдения возможны три способа отбора: случайный, отбор единиц по определенной схеме, сочетание первого и второго способов. Различают следующие виды выборочного наблюдения: собственно случайная, механическая, типическая (районированная), серийная (гнездовая), многоступенчатая, многофазная и другие выборки, с порядком организации которых можно ознакомиться в разделе «Выборочное наблюдение» учебников по «Общей теории статистики».

Одна из задач, решаемая на основе выборочного метода, — определение *ошибки выборки*. В статистике принято определять среднюю

(стандартную), предельную и относительную ошибки выборочного наблюдения.

Доказано, что при случайном и механическом отборах *средняя ошибка выборки для средней величины* ( $\mu_{\bar{x}}$ ) определяется следующим образом:

при повторном отборе:

$$\mu_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}},$$

при бесповторном отборе:

$$\mu_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)},$$

где  $\sigma^2$  — дисперсия признака в генеральной совокупности;  $n$  — численность выборки;  $N$  — численность генеральной совокупности.

Величина  $(1 - n/N)$  всегда меньше единицы, поэтому сопоставление приведенных формул свидетельствует о том, что применение бесповторного отбора обеспечивает меньшую ошибку выборки.

На практике величина дисперсии признака в генеральной совокупности ( $\sigma^2$ ), как правило, неизвестна, поэтому ее заменяют выборочной дисперсией ( $S^2$ ). Это возможно, поскольку доказано, что соотношение  $\sigma^2$  и  $S^2$  определяется равенством:

$$\sigma^2 = S^2 \frac{n}{n-1}.$$

При большой численности выборочной совокупности множитель  $(n/n-1)$  стремится к единице и им можно пренебречь.

Величина дисперсии доли в генеральной совокупности определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{доли}}^2 = p(1-p),$$

где  $p$  — доля единиц, обладающих каким-либо значением признака в генеральной совокупности.

При расчете средней ошибки выборочной доли дисперсия доли в генеральной совокупности, как правило, тоже неизвестна, поэтому ее заменяют дисперсией доли в выборочной совокупности:

$$S_{\text{доли}}^2 = \omega(1-\omega),$$

где  $\omega$  — доля единиц, обладающих каким-либо значением признака в выборочной совокупности.

Формулы для расчета *средней ошибки выборочной доли* соответственно для повторного и бесповторного отборов имеют вид:

$$\mu_{\omega} = \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n}},$$

$$\mu_{\omega} = \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}.$$

Предельная ошибка выборки ( $\Delta$ ) представляет собой  $t$ -кратную среднюю ошибку:

$$\Delta = t\mu,$$

где  $t$  — коэффициент доверия, который определяется по таблице значений интегральной функции Лапласа при заданной доверительной вероятности.

Приведем наиболее часто употребляемые уровни доверительной вероятности и соответствующие им значения  $t$ :

$P(t)$	0,683	0,950	0,954	0,990	0,997
$t$	1,00	1,96	2,00	2,58	3,00

Проявление ошибки большей, чем утроенная средняя ошибка выборки, имеет крайне малую вероятность ( $1 - 0,997 = 0,003$ ) и считается практически невозможным событием.

Зная величину выборочной средней ( $\bar{x}$ ) или доли ( $\omega$ ), а также предельную ошибку выборки ( $\Delta$ ), можно определить доверительные интервалы, в которых находятся значения генеральных параметров:

$$\bar{x} - \Delta \leq \bar{x} \leq \bar{x} + \Delta,$$

$$\omega - \Delta \leq P \leq \omega + \Delta.$$

**Пример.** Для определения среднего срока пользования краткосрочным кредитом в банке была произведена 5%-я механическая выборка, в которую попали 200 счетов. По результатам выборки установлено, что средний срок пользования кредитом составляет 60 дней при среднеквадратическом отклонении 20 дней. В 8 счетах срок пользования кредитом превышал 6 месяцев. Необходимо с вероятностью 0,99 определить пределы, в которых находятся срок пользования краткосрочными кредитами банка и доля краткосрочных кредитов со сроком пользования более полугодом.

Среднюю ошибку выборки определим по формуле для бесповторного отбора:

$$\mu = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} = \sqrt{\frac{20^2}{200} (1 - 0,05)} = 1,4 \text{ дня.}$$

Доверительной вероятности 0,99 соответствует значение  $t = 2,58$ .

Таким образом, предельная ошибка выборки при определении среднего срока пользования краткосрочным кредитом составит:

$$\Delta = t\mu = 2,58 \cdot 1,4 = 3,612 \approx 4 \text{ дня.}$$

Соответственно средний срок пользования краткосрочным кредитом в банке находится в пределах  $\bar{x} \pm 4$  дня:

$$60 - 4 \leq \bar{x} \leq 60 + 4.$$

С вероятностью 0,99 можно утверждать, что средний срок пользования краткосрочным кредитом составляет от 56 до 64 дней.

По итогам выборки определяем долю кредитов со сроком пользования более полугодом:

$$\omega = \frac{8}{200} = 0,04, \text{ или } 4\%.$$

Средняя ошибка доли:

$$\mu = \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} = \sqrt{\frac{0,04 \cdot 0,96}{200} \cdot 0,95} = 0,014.$$

Предельная ошибка доли:

$$\Delta = t\mu = 2,58 \cdot 0,014 \approx 0,036, \text{ или } 3,6\%.$$

Таким образом, доля кредитов со сроком пользования более полугодом в генеральной совокупности находится в пределах  $\omega \pm 3,6\%$ :

$$4\% - 3,6\% \leq p \leq 4\% + 3,6\%.$$

С вероятностью 0,99 можно гарантировать, что доля кредитов банка со сроком пользования более полугодом составляет от 0,4 до 7,6% общего числа кредитов.

При проектировании выборочного наблюдения решается задача нахождения необходимой численности выборки, обеспечивающей определенную точность расчета оценок генеральных параметров.

Обычно на практике расчет объема выборки производят по формуле для повторного отбора:

$$n_{повт} = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2}.$$

Если полученный объем выборки превышает 5% численности генеральной совокупности, расчеты корректируют «на бесповторность»:

$$n_{бесповт} = \frac{t^2 \sigma^2 N}{t^2 \sigma^2 + \Delta^2 N}.$$

Если доля отбора не превышает 5%, к формуле бесповторного отбора можно не переходить, так как это существенно не скажется на величине  $n$ .

При решении задачи определения объема выборки величина допустимой предельной ошибки и уровень вероятности, гарантирующей точность оценок будущей выборки, задаются исследователем. Величина генеральной дисперсии, как правило, неизвестна. Для ее оценки можно использовать:

1) выборочную дисперсию по данным прошлых или пробных обследований;

2) дисперсию, найденную из соотношения для среднего квадратического отклонения:

$$\sigma = \frac{1}{3} \bar{x},$$

3) дисперсию, определенную из соотношения для асимметричного распределения:

$$\sigma = \frac{1}{5} (x_{\max} - x_{\min}),$$

4) дисперсию, вычисленную из соотношения для нормального распределения:

$$\sigma = \frac{1}{6} (x_{\max} - x_{\min}),$$

где  $\bar{x}$  — среднее значение признака в генеральной совокупности;  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  — соответственно максимальное и минимальное значения признака в генеральной совокупности.

В качестве оценки генеральной дисперсии доли используют максимально возможную дисперсию альтернативного признака:

$$\sigma_{\text{доли}}^2 = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25.$$

**Пример.** Определить численность выборки по следующим данным.

Для определения средней цены говядины на рынках города предполагается произвести выборочную регистрацию цен. Известно, что цены на говядину колеблются от 40 до 70 руб. за 1 кг. Сколько торговых точек необходимо обследовать, чтобы с вероятностью 0,954 ошибка выборки при определении средней цены не превышала 2 руб. за 1 кг?

Предположим, что распределение цен соответствует нормальному распределению. Тогда

$$\sigma = \frac{1}{6} (x_{\max} - x_{\min}) = \frac{1}{6} (70 - 40) = 5 \text{ руб.}$$

Вероятности 0,954 соответствует значение  $t = 2$ .

Осуществим расчет численности выборки по формуле для повторного отбора:

$$n = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2} = \frac{2^2 \cdot 5^2}{2^2} = 25 \text{ торговых точек.}$$

Поскольку доля отбора не превышает 5% ( $25 / 5000 = 0,005$ , или 0,5%), к формуле бесповторного отбора можно не переходить.

Таким образом, для того чтобы с вероятностью 0,954 гарантировать, что ошибка при определении средней цены говядины не превысит 2 руб. за 1 кг, необходимо обследовать 25 торговых точек на рынках города.

Иногда на практике задается не абсолютная величина предельной ошибки выборки, а ее относительный уровень — отношение предельной ошибки выборки к среднему значению признака, выраженное в процентах. Эта величина называется *относительной ошибкой* выборки и характеризует относительную погрешность выборочного наблюдения:

$$\Delta_{\text{относит}} = \frac{\Delta}{\bar{x}} \cdot 100\%.$$

Расчет объема выборки при заданном уровне относительной ошибки выборки осуществляется по формулам:

$$n_{\text{повт}} = \frac{t^2 v^2}{\Delta_{\text{относит}}^2},$$

$$n_{\text{бесповт}} = \frac{t^2 v^2 N}{t^2 v^2 + \Delta_{\text{относит}}^2 N},$$

где  $v$  — коэффициент вариации;

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%.$$

**Пример.** В городе зарегистрировано 30 тыс. безработных. Для определения средней продолжительности безработицы организуется выборочное обследование. По данным прошлых лет известно, что коэффициент вариации продолжительности безработицы составляет 40%. Какое число безработных необходимо охватить выборочным наблюдением, чтобы с вероятностью 0,997 утверждать, что полученная предельная ошибка выборки не превышает 5% средней продолжительности безработицы?

Доверительной вероятности 0,997 соответствует коэффициент доверия  $t=3$ .

Расчет численности выборки осуществляется по формуле для бесповторного отбора:

$$n_{\text{бесповт}} = \frac{t^2 v^2 N}{t^2 v^2 + \Delta_{\text{относ}}^2 N} = \frac{3^2 \cdot 0,4^2 \cdot 30000}{3^2 \cdot 0,4^2 + 0,05^2 \cdot 30000} = 565,15 \approx 566 \text{ человек}^1.$$

Таким образом, для того чтобы с вероятностью 0,997 утверждать, что полученная ошибка выборки не превышает 5% средней продолжительности безработицы, необходимо охватить выборочным наблюдением 566 безработных.

## 6.2. Пример использования выборочного наблюдения: статистическое наблюдение за малыми предприятиями

Введенные в 1998 г. унифицированные формы статистического наблюдения были использованы и для ежеквартального обследования малых предприятий. Данное наблюдение осуществлялось по методу выборочного обследования, что потребовало четкого определения генеральной совокупности предприятий, из которой производится выборка.

Однако к тому времени органы государственной статистики не располагали достаточной информационной базой о хозяйствующих субъектах всех форм собственности, включая малые предприятия, образующих генеральную совокупность объектов статистического наблюдения. Это обстоятельство в наибольшей степени повлияло на введение в 1999 г. специализированной формы ПМ для малых предприятий. Одновременно правительством Российской Федерации было принято решение о проведении сплошной переписи предприятий малого бизнеса в 2001 г.

Методика планирования и интерпретации результатов выборки предъявляет строгие требования к генеральной совокупности, из которой производится выборка, к выборочной совокупности и к алгоритму проведения самого отбора:

исследователю должны быть известны границы и структура генеральной совокупности, т. е. число единиц генеральной совокупности и их распределение по типам, если таковые имеются;

должны быть определены тип выборки и метод получения выборочных единиц для конкретного исследования;

обязательность случайности отбора;

должен быть выбран оптимальный механизм отбора, что предполагает, с одной стороны, максимальный охват единиц генеральной совокупности в целях более полного и точного получения оценок по исследуемому кругу предприятий, а с другой — снижение затрат на получение и обработку массивов данных (т. е. минимальный круг исследуемых единиц).

Любое выборочное наблюдение требует проверки его результата на репрезентативность, т. е. достоверность и близость оценок, полученных выборочным методом, и фактических показателей генеральной совокупности.

Оценку репрезентативности результатов можно дать при помощи сплошного обследования малых предприятий, в ходе которого будут получены фактические оценки генеральной совокупности. При этом следует осветить следующие вопросы:

— какая часть предприятий, числящихся в генеральной совокупности, может быть найдена по адресу, указанному в документах, представленных ими в органы статистики;

— какая часть предприятий реально осуществляет финансово-хозяйственную деятельность в отчетном периоде;

— каковы значения показателей, полученные на основе выборки, и каковы значения тех же показателей по данным сплошного наблюдения; насколько они различаются (в абсолютном и относительном выражении).

Что касается важности первых двух аспектов оценки репрезентативности выборки, то ее могут подтвердить, например, данные регионального Комитета государственной статистики о количестве малых предприятий, числящихся в генеральной совокупности и реально осуществляющих хозяйственную деятельность, по состоянию на конец декабря 2000 г. (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Малые предприятия Санкт-Петербурга и Ленинградской области на конец декабря 2000 г.

Количество МП, включенных в перечень	Количество МП, которым не были направлены бланки		Количество МП, которым были направлены бланки	Количество неполученных отчетов		Количество полученных отчетов
	ликвидированы	по адресу не найдены		деятельность не осуществлялась	не являлись МП	
Санкт-Петербург						
109 406	10 046	48 053	51 307	16 314	823	34 170
Ленинградская область						
11 737	793	3 516	7 428	2 135	109	5 184

Данные таблицы показывают, что 42,6% (48 053 / 109 406) малых предприятий не найдено по адресу, т. е. более чем на 2/5 перечень малых предприятий состоит из фиктивных единиц (так называемых фирм-однодневок), которые искажают реальное число функционирующих предприятий в данном секторе экономики. Если к этому добавить еще 9% предприятий, которые были ликвидированы, то становится очевидным тот факт, что не выполняется одна из необходимых

<sup>1</sup> Объем выборки округляют только в большую сторону.



предпосылок успешного выборочного наблюдения — достаточно точное знание границ генеральной совокупности.

Данные проведенного сплошного наблюдения показали, что только 1/3 малых предприятий (32,5%) осуществляла деятельность в отчетном периоде и отчиталась перед органами статистики. Нетрудно понять, что достоверность оценок деятельности малых предприятий, которым обычно оперируют при рассмотрении данного вопроса, неоспорна.

Следующий аспект, который необходимо проанализировать при проведении сплошного обследования, — степень различия выборочных и фактических оценок тех или иных показателей деятельности малых предприятий.

В 2000 г. органами государственной статистики Республики Коми, Республики Саха (Якутия), Брянской, Волгоградской, Кемеровской, Московской, Ростовской и Самарской областей было проведено экспериментальное сплошное обследование малых предприятий. Выяснилось, что основные показатели деятельности малых предприятий, полученные в результате данного обследования, значительно отличаются от показателей, полученных на основе выборочных обследований. Результаты сопоставления данных приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Сравнение данных выборочного и сплошного обследований малых предприятий за 1999 г. (по 8 регионам Российской Федерации)

Показатели	Данные сплошного обследования	Данные выборочного обследования	Отклонение данных сплошного обследования от выборочного обследования	
			в указанных единицах измерения	в %
Средняя численность работников, тыс. чел.	772,5	998,7	-226,2	-29,3
Отгружено (продано) товаров, млн. руб.	240 141,7	201 452,3	38 689,4	16,1
Оказано услуг сторонним потребителям, млн. руб.	28 503,1	39 923,1	-11 420,0	-40,1
Затраты на производство и реализацию продукции (работ, услуг), млн. руб.	101 241,6	103 681,6	-2 440,0	-2,4
Оборот розничной торговли, млн. руб.	44 969,2	57 454,9	-12 485,7	-27,8
Оборот общественного питания, млн. руб.	1 312,3	676,6	635,7	48,4
Объем платных услуг населению, млн. руб.	5 367,9	6 949,5	-1 581,6	-29,5
Выручка от реализации товаров, продукции (работ, услуг), млн. руб.	24 1285,9	216 753,1	24 532,8	10,2

Очевидно, что существует значительное расхождение в оценках, полученных по результатам сплошного и выборочного обследований, причем это расхождение по некоторым показателям превышает 48%.

Еще более значительные отклонения получаются при расчете относительных показателей. Например, по результатам экспериментального обследования стоимость отгруженной продукции в расчете на одного занятого в малом бизнесе более чем в 1,5 раза превышает аналогичный показатель, полученный выборочным методом. Рентабельность реализованной продукции по данным сплошного обследования в 1,3 раза выше, чем по данным выборочного обследования.

Эти данные свидетельствуют о том, что научно обоснованная выборка, которая используется для текущих ежеквартальных статистических обследований малых предприятий, может быть получена только при условии периодического проведения сплошных обследований малых предприятий.

Кроме того, уточненные данные дадут возможность внести корректировку в показатели эффективности малого предпринимательства в России. Проведение этой корректировки выполнено Госкомстатом на 2001 г.

В то же время неочевидна бесспорность тезиса о важности проведения регулярных переписей малых предприятий. Сплошное обследование не может проводиться часто из-за значительных организационных и материальных трудностей. Ввиду же большой мобильности предприятий данного сектора информация устаревает очень быстро, и данные сплошного наблюдения уже через некоторое время снова могут стать нерепрезентативны.

Альтернативным предложением, которое реально повысило бы представительность оценок деятельности малых предприятий, могли бы стать четко прописанная и упорядоченная процедура регистрации предприятий малого бизнеса в органах государственной статистики, порядок уведомления о тех или иных изменениях, происходящих за время деятельности предприятий, вплоть до ликвидации предприятия. Наилучшим решением этого вопроса было бы внедрение такой процедуры регистрации и перерегистрации юридических и индивидуальных предпринимателей, при которой трансформация их деятельности или изменения в статусе должны находить отражение в ЕГРПО. Подобный подход позволил бы повысить репрезентативность данных, предоставляемых органами статистики, для принятия тех или иных управленческих решений.

Регламентированная процедура регистрации всех изменений, происходящих за время осуществления предприятиями финансово-хозяйственной деятельности, могла бы служить основой относительно нового направления статистической науки — демографической статистики предприятий.

Данный раздел основан на методологии, разработанной в рамках статистики населения, имеющей значительный арсенал методов и

подходов, накопленный за длительную историю. В рамках демографии предприятий изучается жизненный цикл предприятий: их «рождение» (образование), «продолжительность жизни» (срок осуществления экономической деятельности), «смертность» (ликвидация). Все эти процессы изучаются в отраслевом разрезе. Например, предприятия промышленности имеют в среднем большую «продолжительность жизни». Анализируются взаимозависимости между демографическими процессами и формами собственности (либо организационно-правовыми формами).

Значимость осуществленного эксперимента в 8 регионах России состоит еще и в том, что в ходе его проведения выявился ряд проблем, связанных с реакцией респондентов. Например, ответы на вопросы о структуре услуг свидетельствуют о значительном удельном весе прочих услуг, что можно интерпретировать как стремление обойтись отражением в форме лишь обобщенных сведений, скрывающих многоотраслевой характер деятельности. Обнаружилось стремление заполнять так называемые свободные строки, что значительно усложняет процесс обработки форм.

Подводя итоги проведенного сплошного наблюдения малых предприятий, можно заключить, что оно показало неадекватность выборочной и генеральной совокупности малых предприятий и, следовательно, нерепрезентативность получаемых на основе выборочных данных оценок тех или иных показателей деятельности малого бизнеса. Одним из направлений совершенствования организации подобного рода наблюдений должно быть расширение использования административных источников информации: данных Министерства РФ по налогам и сборам, Пенсионного фонда и других органов государственной власти, для оценки объективности и достоверности статистических данных, получаемых как на предприятиях, так и на уровне региона.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Какой метод наблюдения целесообразно использовать, если изучается работа леспромхозов в регионах, где лесопромышленный комплекс и целлюлозно-бумажная промышленность составляют не менее 5% общего объема производства в регионе?
2. Что такое единица отбора?
3. Решение каких вопросов зависит от объема выборки? Как влияет объем выборки на ее ошибку?
4. От чего зависит репрезентативность выборки?
5. Как определить объем выборки, если не известна генеральная дисперсия?
6. По данным прошлых обследований известно, что доля бездетных семей в городе  $N$  составляла 5%. Вычислите объем выборки, обеспечивающий относительную ошибку не более 1% с вероятностью 0,954.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СВЯЗЕЙ

### 7.1. Понятие о статистической и корреляционной связи

В жизни все явления взаимосвязаны. Обычно нас интересуют непосредственные факторы, измерение их воздействия на результат, а также ранжирование факторов по интенсивности их влияния. Особенность связей в экономике и социальной сфере состоит в том, что их закономерный характер проявляется лишь в массе явлений — в среднем по совокупности. Всем известно, что затраты на рекламу, способствуя продвижению товара, приводят к увеличению выручки от продаж. Но по отношению к отдельному товару, отдельному продавцу эта закономерность может не подтвердиться. Она проявляется лишь в целом для многих товаров и фирм, и на основе обобщенных характеристик делается вывод об эффективности рекламы. Такого рода связи называют **статистическими**. Они проявляются в том, что при изменении значения фактора изменяется распределение результативного признака. Изменяются и условные средние значения результата (см. табл. 7.1).

Таблица 7.1

Проявление статистической и корреляционной связи

Значения фактора	Количество единиц в группе	Распределение значений результата	Средние значения результата
$x_1$	$k$	$y_{11} y_{12} \dots y_{1k}$	$\bar{y}_1$
$x_2$	$m$	$y_{21} y_{22} \dots y_{2m}$	$\bar{y}_2$
$x_3$	$p$	$y_{31} y_{32} \dots y_{3p}$	$\bar{y}_3$

При статистической связи разным значениям одной переменной (фактора,  $x$ ) соответствуют разные распределения другой переменной (результата,  $y$ ).

**Корреляционная** связь — частный случай статистической связи, при котором разным значениям переменной соответствуют разные средние значения другой переменной.

Корреляционная связь предполагает, что изучаемые переменные имеют количественное выражение.

Статистическая связь — более широкое понятие, она не включает ограничений на уровень измерения переменных. Переменные, связь между которыми изучается, могут быть как количественными, так и неколичественными.

Возможность измерения связей во многом зависит от уровня измерения переменных. Основные сочетания переменных по уровням измерения и методы изучения связей представлены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Методы изучения связей			
Шкала измерения переменной $y$	Шкала измерения переменной $x$		
	Номинальная	Порядковая	Интервальная
Номинальная	Таблицы сопряженности, коэффициенты взаимной сопряженности →		
Порядковая	↓	Ранговая корреляция →	
Интервальная	↓		↓
	Аналитическая группировка, эмпирическое корреляционное отношение →		

Из табл. 7.2 следует важный вывод: методы связей, предназначенные для переменных более низкого уровня измерения, могут использоваться и для изучения связей переменных более высоких уровней измерения (т. е. методы, которые применяются для изучения связей между номинальными переменными, могут использоваться для порядковых и интервальных переменных. Это показано стрелками в табл. 7.2). Напротив, методы, разработанные для переменных более высокого уровня измерения (интервальных, т. е. количественных), не могут применяться для переменных более низкого уровня измерения.

Если изучается связь между двумя признаками, налицо **парная** корреляция. Если изучается связь между многими признаками — **множественная** корреляция.

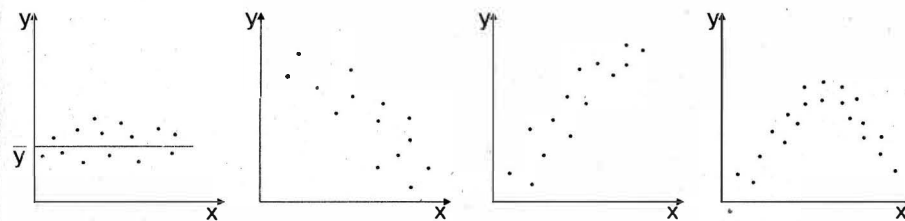
## 7.2. Парная корреляция

**Парная корреляция** — это изучение корреляционной связи между двумя переменными.

Прежде всего, чтобы проверить, как проявляется связь между двумя переменными, нужно построить график — поле корреляции.

**Поле корреляции** — это поле точек, на котором каждая точка соответствует единице совокупности; ее координаты определяются значениями признаков  $x$  и  $y$ .

По характеру расположения точек на поле корреляции делают вывод о наличии или отсутствии связи, о характере связи (линейная или нелинейная, а если связь линейная — то прямая или обратная).



а) связь между  $x$  и  $y$  отсутствует    б) связь между  $x$  и  $y$  линейная обратная    в) связь прямая    г) связь нелинейная

Рис. 7.1. Основные типы корреляции

На рис. 7.1 представлены основные типы корреляции между двумя переменными.

В случае, если точки корреляционного поля обнаруживают определенную направленность в своем расположении, можно говорить о наличии связи. При этом корреляционное поле можно оконтурить эллипсом (корреляционный эллипс).

Для того чтобы разобраться, как проявляется изучаемая связь у разных единиц, можно разделить корреляционный эллипс или поле корреляции на четыре области линиями  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  (см. рис. 7.2).

**Пример.** Изучается зависимость цены товара от дальности его перевозки по 7 фирмам. Данные представлены в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Исходные данные

Номер фирмы	Дальность перевозки, км ( $x$ )	Цена товара, руб. ( $y$ )
1	10	45
2	17	50
3	15	55
4	25	70
5	19	62
6	20	65
7	8	45
В среднем	16,3	56

Поле корреляции представлено на рис. 7.2.

В данном случае имеет место прямая связь между ценой товара и дальностью перевозки: три точки из семи попали в область (+ +), т. е. отклонения  $(x_i - \bar{x})$  и  $(y_i - \bar{y})$  — положительны.

Отклонения от средних по одной и другой переменным лежат в основе измерения корреляционной связи. В случае линейной связи ее теснота измеряется с помощью коэффициента парной корреляции:

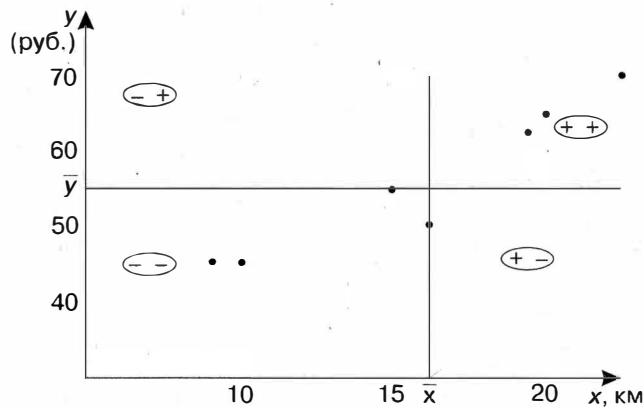


Рис. 7.2. Поле корреляции

$$r_{xy} = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2}}$$

Если знаки отклонений от средних совпадают, то связь прямая ( $r_{xy} > 0$ ), если знаки отклонений не совпадают, то связь обратная ( $r_{xy} < 0$ ). Разделив числитель и знаменатель на  $n$  (число наблюдений), получим:

$$r_{xy} = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \sigma_x \sigma_y}$$

или

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}$$

Коэффициент парной корреляции измеряется от -1 (случай полной обратной связи) до 1 (случай полной прямой связи). По абсолютной величине:  $0 \leq |r_{xy}| \leq 1$ . Чем ближе значение  $r_{xy}$  к единице, тем теснее связь, чем ближе значение  $r_{xy}$  к нулю, тем слабее связь.

При  $|r| < 0,30$  связь считается слабой, при  $|r| = 0,3 - 0,7$  — средней, при  $|r| > 0,7$  — сильной, или тесной.

Коэффициент корреляции — симметричная мера связи, т. е. это мера взаимосвязи между  $x$  и  $y$ . Поэтому  $r_{xy} = r_{yx}$ .

На основе данных табл. 7.3 рассчитаем коэффициент парной корреляции между ценой товара и дальностью перевозки (табл. 7.4).

Данные табл. 7.4 показывают, что только в одном случае знаки отклонений от средних переменных  $x$  и  $y$  не совпадают.

Расчетная таблица

№ п/п	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$
1	-6,3	-11	69,3	39,69	121
2	0,7	-6	-4,2	0,49	36
3	-1,3	-1	1,3	1,69	1
4	8,7	14	121,8	75,69	196
5	2,7	6	16,2	7,29	36
6	3,7	9	33,3	13,69	81
7	-8,3	-11	91,3	68,89	121
$\Sigma$	X	X	329,0	207,43	592

$$r_{xy} = \frac{329}{\sqrt{207,43 \cdot 592}} = \frac{329}{350,37} = 0,939.$$

Полученное значение коэффициента корреляции показывает, что связь между ценой данного товара и дальностью его перевозки является очень тесной.

Интерпретация значения коэффициента корреляции зависит и от объема выборки. Существуют таблицы критических значений коэффициентов корреляции для разных объемов выборки (разного количества наблюдений). Так, при 3 наблюдениях можно утверждать наличие корреляционной связи лишь при очень высоких значениях коэффициента корреляции ( $r_{yx} \geq 0,997$ ), а при 100 наблюдениях то же утверждение можно делать при  $r_{yx} \geq 0,19$ .

Квадрат коэффициента корреляции представляет собой коэффициент детерминации:

$$\text{Коэффициент детерминации} = r^2.$$

Коэффициент детерминации часто более предпочтителен для измерения связи, так как он может быть использован для измерения не только линейных, но и нелинейных связей. Коэффициент детерминации может быть выражен в процентах. В рассматриваемом примере  $r^2 = 0,881$ , или, иначе говоря, на 88,1% цена данного товара зависит от дальности его транспортировки. Конечно, нужно осторожно относиться к такого рода выводам и иметь в виду, что вряд ли полученное значение отражает в чистом виде зависимость цены от дальности перевозки. Здесь сказывается влияние и тех факторов, которые связаны с расстоянием доставки.

Коэффициент детерминации принимает значения в интервале  $[0, 1]$ . Чем ближе значение к 1, тем теснее связь, и наоборот.



### 7.3. Уравнение парной регрессии

Если изучается связь между двумя переменными, причем их можно рассматривать как фактор и результат, т. е. вероятно наличие зависимости, то эту зависимость целесообразно представить в математическом виде. С этой целью подбирают функцию  $y=f(x)$ , которая наилучшим образом соответствует исходным данным, иначе говоря, обеспечивает наилучшую аппроксимацию поля корреляции. При выборе типа функции руководствуются характером расположения точек на поле корреляции, а также содержанием изучаемой связи. Так, например, при изучении зависимости себестоимости единицы продукции ( $y$ ) от объема производства ( $x$ ) теоретический анализ показывает, что такая зависимость должна описываться уравнением гиперболы:  $\hat{y} = a + \frac{b}{x}$ , поскольку при увеличении объема производства

себестоимость снижается до определенного предела, по достижении которого ее дальнейшего снижения не происходит. Однако расположение точек на поле корреляции может показать, что наилучшим образом исходным данным соответствует линейная функция  $\hat{y} = a - bx$ .

Математическое описание зависимости в среднем изменений переменной  $y$  от переменной  $x$  называется **уравнением парной регрессии**.

Чаще всего используется *линейное уравнение парной регрессии*:

$$\hat{y}_x = a - bx,$$

где  $\hat{y}_x$  — среднее значение результативного признака при определенном значении факторного признака  $x$ ;  $a$  — свободный член уравнения регрессии;  $b$  — коэффициент регрессии, который показывает, на сколько единиц в среднем изменится результативный признак при изменении факторного признака на одну единицу его измерения.

При такой интерпретации коэффициента регрессии предполагается, что сила воздействия  $x$  на  $y$  постоянна при любых значениях  $x$ .

Знак при коэффициенте регрессии соответствует направлению зависимости  $y$  от  $x$ :

$b > 0$  — зависимость прямая;

$b < 0$  — зависимость обратная.

Если в исходных данных имеется нулевое значение  $x$ , то свободный член  $a$  показывает среднее значение  $y$  при  $x=0$ .

Во всех остальных случаях  $a$  — доводка, обеспечивающая следующее равенство:

$$\bar{y} = a + b\bar{x}.$$

В этом случае значение  $a$  не интерпретируется. Знак при свободном члене  $a$  зависит от соотношения между интенсивностью вариации ( $V$ ) переменных  $x$  и  $y$ :

если  $V_y > V_x$ , то  $a < 0$ ;

если  $V_y < V_x$ , то  $a > 0$ ,

где  $a$  и  $b$  — параметры уравнения парной регрессии.

Если необходимо отразить нелинейность зависимости  $y$  от  $x$ , то могут быть использованы следующие уравнения регрессии:

$$\hat{y} = a + \frac{b}{x},$$

$$\hat{y} = a + bx + cx^2,$$

$$\hat{y} = ab^x,$$

$$\hat{y} = ax^b,$$

и т. д.

Выбираемые функции должны быть линейны по параметрам. Перечисленные регрессии приводятся к линейному виду (линеаризуются) путем замены переменных или логарифмирования.

Параметры линейного уравнения парной регрессии находятся методом наименьших квадратов (МНК). Исходное условие МНК формулируется следующим образом:

$$f(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - (a + bx_i)]^2 \rightarrow \min,$$

т. е. должна быть обеспечена минимальность суммы квадратов отклонений фактических значений результативной переменной от ее теоретических значений, получаемых на основе уравнения регрессии.

Для отыскания значений параметров  $a$  и  $b$ , при которых  $f(a, b)$  принимает минимальное значение, приравняем нулю первые частные производные функции:

$$\frac{\partial f}{\partial a} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx)(-1) = 0,$$

$$\frac{\partial f}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx)(-x) = 0.$$

Преобразуя полученные уравнения, получаем систему нормальных уравнений МНК для прямой:

$$\begin{cases} na + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i x_i. \end{cases}$$

Отсюда:

$$a = \frac{\Delta_a}{\Delta}; \quad b = \frac{\Delta_b}{\Delta},$$

где  $\Delta$  — определитель системы;  $\Delta_a$  — частный определитель, получаемый путем замены коэффициентов при  $a$  членами правой части системы уравнений;  $\Delta_b$  — частный определитель, получаемый путем замены коэффициентов при  $b$  членами правой части системы уравнений.

$$\Delta = n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i.$$

Тогда

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n y_i x_i \sum_{i=1}^n x_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2};$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n y_i x_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}.$$

Можно найти параметр  $a$ , разделив на  $n$  первое уравнение системы:

$$a + b\bar{x} = \bar{y},$$

отсюда

$$a = \bar{y} - b\bar{x}.$$

Параметр  $b$  может быть выражен следующим образом:

$$b = \frac{\overline{yx} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{x^2 - (\bar{x})^2}.$$

Так как знаменатель этого выражения есть не что иное, как дисперсия переменной  $x$ , формула коэффициента регрессии  $b$  может быть записана следующим образом:

$$b = \frac{\overline{yx} - \bar{y} \cdot \bar{x}}{\sigma_x^2}.$$

**Пример.** По данным примера, рассмотренного в разд. 7.2, вычислим параметры уравнения линейной парной регрессии. Необходимые данные приведены в табл. 7.5.

$$a = \frac{392 \cdot 2064 - 6713 \cdot 114}{7 \cdot 2064 - (114)^2} = 30,17,$$

Расчетная таблица

№ п/п	$x_i$	$y_i$	$x_i y_i$	$x_i^2$	$\hat{y} = 30,17 + 1,585x_i$	$(y_i - \hat{y}_i)$	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
1	10	45	450	100	46,02	-1,02	1,0404
2	17	50	850	289	57,13	-7,13	50,8369
3	15	55	825	225	53,86	1,14	1,2996
4	25	70	1750	625	69,84	0,16	0,0256
5	19	62	1178	361	60,31	1,69	2,8561
6	20	65	1300	400	61,90	3,10	9,6100
7	8	45	360	64	42,84	2,16	4,6656
$\Sigma$	114	392	6713	2064	392	X	70,3342

$$b = \frac{7 \cdot 6713 - 392 \cdot 114}{7 \cdot 2064 - (114)^2} = 1,585 \text{ руб./км.}$$

Значение параметра  $a$  также можно получить на основе соотношения между  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$ :

$$a = 56 - 1,585 \cdot 16,3 = 30,17.$$

Получаем уравнение парной регрессии для описания зависимости цены от дальности доставки товара:

$$\hat{y}_x = 30,17 + 1,585x.$$

Параметр  $a$  в данном примере выполняет роль доводки до соотношения между средними  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$ . Конечно, можно предположить, что  $a$  — это та часть цены, которая не зависит от дальности перевозки. Параметр  $b$  (коэффициент регрессии) показывает, что с ростом дальности доставки на 1 км цена в среднем возрастает примерно на 1 руб. 59 коп.

Коэффициент регрессии можно найти на основе коэффициента корреляции. Поскольку

$$r_{yx} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x^2},$$

то

$$b = r_{yx} \frac{\sigma_y}{\sigma_x}.$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{592}{7}} = 9,19; \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{207,43}{7}} = 5,44.$$

В нашем случае  $b = 0,939 \cdot \frac{9,19}{5,44} = 1,585.$

В отличие от коэффициента корреляции коэффициент регрессии является асимметричной характеристикой связи: он характеризует не просто связь между переменными, а *зависимость* изменения  $y$  от  $x$ , но не наоборот, т. е.  $b_{yx} \neq b_{xy}$ .

По уравнению  $\hat{y} = 30,17 + 1,585x_1$  рассчитаем теоретические значения цены ( $\hat{y}_i$ ). Результаты представлены в табл. 7.5. Значения  $\hat{y}_i$  подтверждают, что найденная линия является наилучшей для аппроксимации исходных данных:  $\sum_i \hat{y}_i = \sum_i y_i$ .

Отклонения фактической цены от реальной невелики. Средняя ошибка аппроксимации определяется следующим образом:

$$\bar{\epsilon} = \frac{\sum_i |y_i - \hat{y}_i|}{\sum_i y_i}.$$

По данным примера  $\bar{\epsilon} = 4,16\%$ .

В последней графе табл. 7.5 показаны квадраты отклонений фактических значений ( $y_i$ ) от расчетных ( $\hat{y}_i$ ).

Сумма  $\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2$  является составляющей общей колеблемости  $y$ , которая в регрессионном анализе представлена следующим образом:

$$\sum_i (y_i - \bar{y}_i)^2 = \sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2 + \sum_i (\hat{y}_i - \bar{y})^2,$$

где  $\sum_i (y_i - \bar{y}_i)^2$  — общая колеблемость;  $\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2$  — остаточная колеблемость;  $\sum_i (\hat{y}_i - \bar{y})^2$  — колеблемость  $y$ , объясненная уравнением регрессии.

Это разложение вариации зависимой переменной лежит в основе оценки качества полученного уравнения регрессии: чем большая часть вариации  $y$  объясняется регрессией, тем лучше качество регрессии, т. е. правильно выбран тип функции для отношения зависимости  $y = f(x)$ , правильно выделена объясняющая переменная (признак-фактор)  $x$ .

Соотношение объясненной колеблемости и общей колеблемости  $y$  позволяет определить степень детерминации регрессией вариации  $y$ , т. е. найти *коэффициент детерминации*:

$$\eta^2 = \frac{\sum_i (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}.$$

В нашем примере  $\sum_i (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2 = 592 - 70,3342 = 521,6658$ .

Отсюда  $\eta^2 = 0,881$ , или 88,1%, что совпадает с ранее полученным значением коэффициента детерминации.

Рассмотрим графическое представление парной линейной регрессии (рис. 7.3).

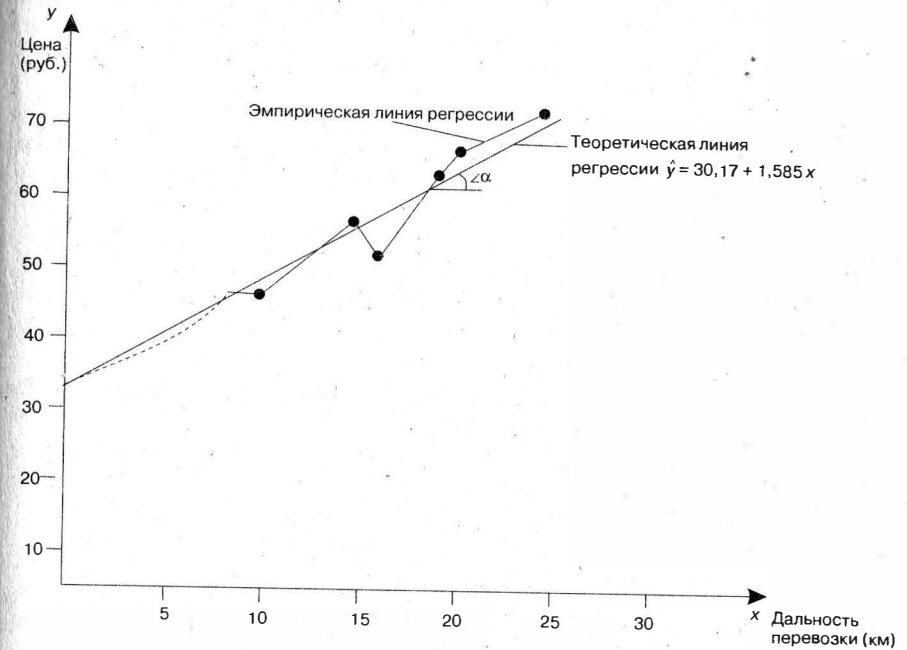


Рис. 7.3. Эмпирическая и теоретическая линии регрессии

В формуле  $\bar{y} = a + b\bar{x}$  графический смысл параметра  $a$  — это отрезок, отсекаемый на оси ординат при условии продолжения линии регрессии до этой оси. В англоязычных пакетах прикладных программ (ППП) свободный член  $a$  называется *intercept*.

Графический смысл коэффициента регрессии  $b$  — это  $\text{tg}\alpha$  (угла наклона линии регрессии к оси абсцисс). Угол  $\alpha$  принадлежит прямоугольному треугольнику, один катет которого (прилежащий к углу  $\alpha$ ) соответствует изменению переменной  $x$  на одну единицу, а другой катет (противолежащий углу  $\alpha$ ) соответствует изменению переменной  $y$ , приходящейся на единицу изменения переменной  $x$ . В англоязычных ППП коэффициент регрессии  $b$  называется *slope*.

### Применение парной линейной регрессии

1. Сравнение фактических значений с рассчитанными по уравнению регрессии позволяет делать выводы о значении факторного признака в формировании результативной переменной. В рассматриваемом примере обращает на себя внимание отклонение  $(y_i - \hat{y}_i)$  для

второй фирмы. Его значение позволяет утверждать, что фирма 2 могла бы повысить цену товара до 57 руб., тогда как фирма 6 могла бы снизить цену до 62 руб., а фирма 7 — до 43 руб. вместо фактической цены 45 руб.

2. Уравнение регрессии применяется и для прогнозирования ожидаемых значений результативного признака. Прогнозируемое значение результативного признака  $y$  получаем при подстановке в уравнение регрессии ожидаемого значения факторного признака  $x$ .

Рассчитанное уравнение регрессии позволяет определить в рассматриваемом периоде возможные значения цены товара при любой дальности перевозки груза в интервале от 8 до 25 км, т. е. в интервале  $[x_{\min} - x_{\max}]$ .

Если же мы хотим выйти за реальные пределы измерения факторного признака, то следует соблюдать одно ограничение: помнить, что нельзя подставлять в полученное уравнение регрессии значения  $x$ , значительно отличающиеся от тех, на основе которых это уравнение было получено.

Можно рекомендовать при выборе значения прогнозного признака-фактора не выходить за пределы 1/3 размаха вариации как сверх минимального, так и сверх максимального значений признака-фактора, имевшихся в исходных данных.

#### 7.4. Частная и множественная корреляция

Поскольку на изучаемый результативный признак влияет не один факторный признак, а множество, то возникает задача изолированного измерения тесноты связи результативного признака с каждым из признаков-факторов при элиминировании других признаков-факторов, а так же задача измерения тесноты связи между результативными признаками и всеми признаками-факторами, включенными в анализ.

Основой решения этих задач служит матрица коэффициентов парной корреляции (табл. 7.6).

Таблица 7.6

Матрица коэффициентов парной корреляции (общий вид)

Признаки	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	...	$x_k$
$Y$	1	$r_{yx_1}$	$r_{yx_2}$	$r_{yx_3}$	...	$r_{yx_k}$
$X_1$		1	$r_{x_1x_2}$	$r_{x_1x_3}$	...	$r_{x_1x_k}$
$X_2$			1	$r_{x_2x_3}$	...	$r_{x_2x_k}$
$X_3$				1	...	$r_{x_3x_k}$
.					...	
.					...	
.					...	
$X_k$					...	1

Поскольку коэффициент парной корреляции — симметричная мера связи, корреляционная матрица записывается либо как верхняя треугольная матрица, как показано в табл. 7.6, либо как нижняя треугольная матрица. По диагонали такой матрицы расположены единицы, т. е. это коэффициенты корреляции каждой переменной с самой собой:  $r_{yy} = 1, r_{x_i x_i} = 1$ , где  $i = 1, 2, 3, \dots, k$ .

На основе корреляционной матрицы выявляют те факторные признаки, которые тесно коррелируют с результативным признаком, т. е. обращают внимание на элементы верхней строки матрицы корреляций. Затем сравнивают коэффициенты корреляции между факторными признаками, т. е.  $r_{x_i x_j} (i \neq j)$ , с коэффициентами корреляции их с результативным признаком, т. е. с  $r_{yx_i}$ . В анализ совместно включаются те факторные признаки, для которых их корреляция между собой слабее корреляции с результативным признаком,  $r_{x_i x_j} < r_{yx_i}$ .

Коэффициенты парной корреляции называются *коэффициентами нулевого порядка*. На их основе можно рассчитать *коэффициенты частной корреляции первого порядка*, когда элиминируется корреляция с одной переменной. Например:

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

На основе коэффициентов частной корреляции первого порядка можно найти *коэффициенты частной корреляции второго порядка*:

$$r_{yx_1 \cdot x_2 x_3} = \frac{r_{yx_1 \cdot x_2} - r_{yx_3 \cdot x_2} r_{x_1 \cdot x_3 x_2}}{\sqrt{(1 - r_{yx_3 \cdot x_2}^2)(1 - r_{x_1 \cdot x_3 x_2}^2)}}$$

Точка в подстрочных значках  $r$  означает элиминирование, т. е. погашение связи  $x_2$  и  $x_3$  с  $y$  и  $x_1$ . Таким образом, *частная корреляция — это чистая (очищенная) корреляция между двумя переменными при погашении связи с другими переменными*.

На основе коэффициентов частной корреляции второго порядка можно найти коэффициенты частной корреляции третьего порядка и т. д.

*Коэффициент частной корреляции  $k$ -го порядка* имеет вид:

$$r_{yx_1 \cdot x_2 x_3 \dots x_k} = \frac{r_{yx_1 \cdot x_2 x_3 \dots x_{k-1}} - r_{yx_k \cdot x_2 x_3 \dots x_{k-1}} r_{x_1 x_k \cdot x_2 x_3 \dots x_{k-1}}}{\sqrt{(1 - r_{yx_k \cdot x_2 x_3 \dots x_{k-1}}^2)(1 - r_{x_1 x_k \cdot x_2 x_3 \dots x_{k-1}}^2)}}$$

Коэффициенты частной корреляции принимают значения от -1 до 1, так как они являются мерами линейных связей. По абсолютной величине коэффициенты частной корреляции изменяются в интервале  $[0,1]$ .



На основе коэффициентов частной корреляции рассчитываются коэффициенты частной детерминации.

*Коэффициент частной детерминации* переменной  $x_k$  — это доля дисперсии  $y$ , дополнительно объясняемой при включении переменной  $x_k$ , в величине дисперсии  $y$ , не объясненной ранее включенными в анализ переменными.

Коэффициент частной детерминации обозначается как  $R_{yx_k \cdot x_1 x_2 \dots x_{k-1} x_{k+1} \dots x_m}^2$ .

Наиболее ясно суть коэффициентов частной детерминации выражает формула их расчета через коэффициенты множественной детерминации.

*Коэффициент множественной детерминации* показывает, какая часть дисперсии результативной переменной  $y$  объясняется за счет учтенных в анализе факторных признаков. Этот показатель обозначается  $R_{yx_1 \dots x_k}^2$  и изменяется в интервале  $[0, 1]$ .

$$R^2 = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_y^2},$$

где  $\sigma_y^2$  — дисперсия переменной  $y$ , объясненная факторными переменными, включенными в анализ;  $\sigma_y^2$  — общая дисперсия переменной  $y$ .

Извлекая корень квадратный из  $R^2$ , получаем коэффициент множественной (или совокупной) корреляции  $y$  со всеми учтенными переменными  $x_1 \dots x_k$ .

Остановимся на определении коэффициента частной детерминации на основе коэффициентов множественной детерминации:

$$R_{yx_m \cdot x_1 x_2 \dots x_{m-1} x_{m+1} \dots x_k}^2 = \frac{R_{yx_1 \dots x_k}^2 - R_{yx_1 x_2 \dots x_m x_{m-1} \dots x_k}^2}{1 - R_{yx_1 x_2 \dots x_{m-1} x_{m+1} \dots x_k}^2},$$

где  $R_{yx_1 \dots x_k}^2$  — коэффициент множественной детерминации  $y$  при всех учтенных факторных переменных (включая  $x_m$ );  $R_{yx_1 x_2 \dots x_m x_{m-1} \dots x_k}^2$  — коэффициент множественной детерминации  $y$  без переменной  $x_m$ .

Главное назначение коэффициентов частной детерминации — определить, имеет ли смысл введение в уравнение регрессии дополнительной объясняющей переменной или нет.

Назначение коэффициента множественной корреляции (или множественной детерминации) состоит в оценке качества уровня множественной регрессии: чем больше значение  $R$ , чем ближе оно к единице, тем лучше уравнение регрессии, тем надежнее результаты анализа или прогноза на его основе.

**Пример.** При анализе цены товара был включен, кроме дальности перевозки, еще один признак — расходы на рекламу за предыдущий ме-

сяц (тыс. руб.). Теперь мы имеем многофакторный анализ связи  $y$  с  $x_1$  и  $x_2$ . Данные для расчета коэффициентов корреляции  $r_{yx_2}$  и  $r_{x_1 x_2}$  приведены в табл. 7.7.

Таблица 7.7

Расчетная таблица

Фирмы	Расходы на рекламу товара за прошлый месяц, тыс. руб. ( $x_2$ )	$x_2 y$	$x_2 x_1$	$x_2^2$
1	9	405	90	81
2	13	650	221	169
3	9	495	135	81
4	10	700	250	100
5	5	310	95	25
6	6	390	120	36
7	11	495	88	121
Итого	63	3445	999	613

$$\bar{x}_2 = 9 \text{ тыс. руб.}; \sigma_{x_2} = \sqrt{(613:7) - 9^2} = 2,563 \text{ тыс. руб.};$$

$$r_{yx_2} = \frac{(3445:7) - 56 \cdot 9}{9,196 \cdot 2,563} = \frac{-11,857}{23,569} = -0,503;$$

$$r_{x_1 x_2} = \frac{(999:7) - 16,3 \cdot 9}{5,44 \cdot 2,563} = -0,276.$$

Рассмотрим матрицу коэффициентов парной корреляции (табл. 7.8).

Таблица 7.8

Матрица коэффициентов парной корреляции

Признаки	$y$	$x_1$	$x_2$
$Y$	1	0,939	-0,503
$X_1$		1	-0,276
$X_2$			1

Сравнение коэффициентов парной корреляции показывает, что связь обеих объясняющих переменных, как  $x_1$ , так и  $x_2$ , с результативной переменной  $y$  более тесная, чем между собой. Следовательно, дальность транспортировки и расходы на рекламу могут быть совместно включены в анализ цены товара.

Вычислим коэффициенты частной корреляции  $r_{yx_1 x_2}$  и  $r_{yx_2 x_1}$ :

$$r_{yx_1 x_2} = \frac{0,939 - [(-0,503)(-0,276)]}{\sqrt{[1 - (-0,503)^2][1 - (-0,276)^2]}} = 0,964,$$

$$r_{yx_2 \cdot x_1} = \frac{-0,503 - (-0,276 \cdot 0,939)}{\sqrt{[(1 - (-0,276)^2)][1 - (-0,939)^2]}} = -0,73.$$

Сопоставляя полученные значения коэффициентов частной корреляции с коэффициентами парной корреляции, видим, что коэффициенты частной корреляции больше парных коэффициентов по абсолютной величине. Этот эффект повышения тесноты связи при элиминировании третьей переменной — результат отрицательной корреляции между объясняющими переменными. До элиминирования  $x_2$  ослаблялся показатель тесноты связи  $y$  с  $x_1$ , то же можно сказать о связи  $y$  с  $x_2$  при элиминировании  $x_1$ . Если бы связь между объясняющими переменными была положительной, то парная корреляция (без элиминирования второй переменной) преувеличивала бы тесноту связи каждой из объясняющих переменных с  $y$ .

Измерим тесноту связи  $y$  с  $x_1$  и  $x_2$  совместно, т. е. вычислим коэффициент множественной корреляции. Сначала определим коэффициент множественной детерминации. В случае трех переменных для этой цели можно воспользоваться формулой:

$$R^2_{yx_1x_2} = \frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1} \cdot r_{yx_2} \cdot r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2};$$

$$R^2_{yx_1x_2} = \frac{0,881 + 0,253 - 2 \cdot 0,130}{0,9238} = 0,945.$$

Тогда коэффициент множественной корреляции составляет:  $\sqrt{0,945} = 0,972$ .

Несмотря на то, что связь цены товара с дальностью транспортировки весьма высока, все-таки учет второй объясняющей переменной повысил величину совокупной корреляции. Можно заключить, что на 94,5% цена товара определяется учтенными переменными.

Следует иметь в виду, что коэффициент множественной корреляции должен быть не меньше максимального из парных или частных коэффициентов корреляции:  $R_{yx_1x_2 \dots x_k} \geq \max \{r_{yx_i}, r_{yx_i x_1 x_2 \dots x_k}\}$ .

## 7.5. Уравнение множественной регрессии

Математически корреляционная зависимость результативной переменной от нескольких факторных (объясняющих) переменных описывается уравнением множественной регрессии.

Уравнение множественной регрессии характеризует среднее изменение  $y$  с применением признаков-факторов.

При построении уравнения множественной регрессии нужно решить две задачи:

- выбрать признаки-факторы, включенные в регрессию;
- выбрать тип уравнения регрессии.

Решение первой задачи основывается прежде всего на рассмотрении матрицы коэффициентов корреляции и выделении тех переменных, для которых  $r_{yx_i} > r_{x_i x_j}$  ( $i \neq j$ ). Кроме того, не рекомендуется совместно включать во множественную регрессию объясняющие переменные, тесно связанные между собой: при  $r_{yx_i} > 0,7$  переменные  $x_i$  и  $x_j$  дублируют друг друга и совместное включение их в уравнение регрессии не дает дополнительной информации для объяснения вариации  $y$ . Линейно связанные переменные называются *коллинеарными*.

Не рекомендуется включать совместно признаки, представленные как абсолютные и средние или относительные величины. Нельзя включать в регрессию признаки, функционально связанные с зависимой переменной  $y$ , например, те, которые являются составной частью  $y$ .

Принимаются во внимание частные коэффициенты детерминации для каждого признака-фактора. Их значения свидетельствуют об объясняющей способности каждого из признаков-факторов — возможности уменьшить остаточную переменную результативной переменной за счет включения в регрессию того или иного факторного признака.

Решение второй задачи основывается на соотношениях простоты и интерпретируемости результатов многофакторного регрессионного анализа: чем проще тип уравнения множественной регрессии, тем очевиднее интерпретация его параметров, тем лучше для использования регрессии с целью анализа и прогноза.

Исходя из этого, чаще всего используют линейное уравнение множественной регрессии:

$$\hat{y}_{x_1 x_2 \dots x_k} = a + b_{1.2 \dots k} x_1 + b_{2.13 \dots k} x_2 + b_{3.124 \dots k} x_3 + \dots + b_{k.12 \dots k-1} x_k.$$

При значительной вариации признаков  $! \dots 1$  либо для интерпретации используют степенное уравнение множественной регрессии:

$$\hat{y}_{x_1 x_2 \dots x_k} = a x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_k^{b_k},$$

которое легко линеаризуется:

$$\lg \hat{y} = \lg a + b_1 \lg x_1 + b_2 \lg x_2 + \dots + b_k \lg x_k.$$

При записи линейного уравнения множественной регрессии для коэффициентов регрессии введены подстрочные значки, подчеркивающие, что каждый из коэффициентов регрессии является «чистой» мерой влияния изменения  $x_j$  на  $y$  в отличие от коэффициента регрессии в уравнении парной регрессии, где влияние изменений прочих переменных-факторов не устраняется.

Интерпретация коэффициентов регрессии линейного уравнения множественной регрессии очевидна: они показывают, на сколько единиц в среднем изменяется  $y$  при изменении  $x_j$  на свою единицу измерения и закреплении прочих введенных в уравнение объясняющих переменных на среднем уровне.

Так как все включенные переменные  $x_i$  имеют свою размерность, то сравнивать  $b_i$  нельзя; по величине  $b_i$  нельзя сделать вывод, что одна переменная влияет сильнее на  $y$ , а другая — слабее.

Очевидный смысл коэффициентов регрессии — это основное преимущество линейного уравнения.

Вторая причина, по которой предпочтение отдается линейной форме, — ограниченность вариации переменных. Поскольку коэффициенты регрессии — это средние величины, они надежны и устойчивы, если исходные данные однородны. Однородность данных предполагает их варьирование в определенных пределах, так что нелинейность связей, даже если она существует, может не проявиться.

Наконец, третья причина предпочтения линейной формы регрессии состоит в том, что социальная и экономическая информация, как правило, содержит разного рода погрешности, неточности. Эффект уточнения, который может дать применение нелинейной регрессии в этих условиях, ничтожен.

Параметры линейного уравнения множественной регрессии оцениваются методом наименьших квадратов (МНК). Условие МНК:

$$\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min,$$

или

$$\sum_i (y_i - a - b_1 x_{i1} - b_2 x_{i2} - \dots - b_k x_{ik}) \rightarrow \min.$$

Берем частные производные первого порядка данной функции и приравняем их нулю (условие экстремума функции):

$$\frac{\partial f}{\partial a} = 0; \quad \frac{\partial f}{\partial b_1} = 0; \quad \frac{\partial f}{\partial b_2} = 0; \quad \dots; \quad \frac{\partial f}{\partial b_k} = 0.$$

Отсюда получаем систему нормальных уравнений, решение которой даст значения параметров уравнения множественной регрессии.

$$\begin{cases} an + b_1 \sum x_{i1} + b_2 \sum x_{i2} + \dots + b_k \sum x_{ik} = \sum y \\ a \sum x_{i1} + b_1 \sum x_{i1}^2 + b_2 \sum x_{i1} x_{i2} + \dots + b_k \sum x_{i1} x_{ik} = \sum y x_{i1} \\ a \sum x_{i2} + b_1 \sum x_{i1} x_{i2} + b_2 \sum x_{i2}^2 + \dots + b_k \sum x_{i2} x_{ik} = \sum y x_{i2} \\ \vdots \\ a \sum x_{ik} + b_1 \sum x_{i1} x_{ik} + b_2 \sum x_{i2} x_{ik} + \dots + b_k \sum x_{ik}^2 = \sum y x_{ik} \end{cases}$$

При записи системы уравнений для нахождения параметров уравнения множественной регрессии можно руководствоваться следующим простым правилом: первое уравнение получается как сумма  $n$  уравнений регрессии; второе и последующие — как сумма  $n$  уравнений регрессии, все члены которой умножены на  $x_1$ , затем на  $x_2$  и т. д.

Параметры уравнения множественной регрессии получаем через отношение частных определителей к определителю системы:

$$a = \frac{\Delta_a}{\Delta}; \quad b_1 = \frac{\Delta_{b_1}}{\Delta}; \quad b_2 = \frac{\Delta_{b_2}}{\Delta}; \quad \dots; \quad b_k = \frac{\Delta_{b_k}}{\Delta}.$$

**Пример.** Рассмотрим построение уравнения множественной регрессии для описания зависимости цены товара от дальности транспортировки и затрат на рекламу за предыдущий месяц:

$$y = \hat{f}(x_1, x_2).$$

Представим все переменные как центрированные и нормированные, т. е. выраженные как отклонения от средних величин, деленные на стандартное отклонение. Обозначим преобразованные таким образом переменные буквой  $t$ :

$$t_{0i} = \frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y}; \quad t_{1i} = \frac{x_{i1} - \bar{x}_1}{\sigma_{x_1}}; \quad t_{2i} = \frac{x_{i2} - \bar{x}_2}{\sigma_{x_2}}.$$

Тогда уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$\hat{t}_0 = \beta_1 t_1 + \beta_2 t_2,$$

где  $\beta_1$  и  $\beta_2$  — стандартизированные коэффициенты регрессии ( $\beta$ -коэффициенты), они определяют, на какую часть своего среднеквадратического отклонения изменится  $y$  при изменении  $x_j$  на одно среднеквадратическое отклонение.

Это — уравнение регрессии в стандартизированном масштабе (или стандартизированное уравнение регрессии). Оно не имеет свободного члена, поскольку все переменные выражены через отклонение от средних величин, а, как известно,  $a = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2$ , или в общем виде:

$$a = \bar{y} - \sum_{j=1}^k b_j \bar{x}_j,$$

В отличие от коэффициентов регрессии в натуральном масштабе  $b_j$ , которые нельзя сравнивать, стандартизированные коэффициенты регрессии можно сравнивать, а также можно делать вывод, влияние какого фактора на  $y$  значительнее. В нашем примере  $b_{1,2}$  покажет, на сколько рублей в среднем изменится цена при изменении дальности доставки товара на 1 км при закреплении второй объясняющей переменной — затраты на рекламу — на среднем уровне;  $b_{2,1}$  покажет, на сколько рублей в среднем изменится цена товара при изменении затрат на рекламу на 1 тыс. руб. при закреплении дальности перевозки на среднем уровне. Очевидна несравнимость  $b_{1,2}$  и  $b_{2,1}$  между собой.

Вычислим стандартизированные коэффициенты регрессии. Они находятся также МНК.

$$\sum_i (t_0 - \bar{t}_0)^2 = \sum_i (t_0 - \beta_1 t_1 - \beta_2 t_2)^2 \rightarrow \min.$$

Приравниваем первые частные производные нулю, получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} \beta_1 \sum t_1 t_1 + \beta_2 \sum t_1 t_2 = \sum t_0 t_1 \\ \beta_1 \sum t_1 t_2 + \beta_2 \sum t_2 t_2 = \sum t_0 t_2 \end{cases}$$

Эту систему можно записать иначе, учитывая, что  $r_{yx_1}$ , т. е.

$$r_{01} = \frac{1}{n} \sum t_0 t_1; r_{yx_2}, \text{ т. е. } r_{02} = \frac{1}{n} \sum t_0 t_2; r_{x_1 x_2}, \text{ т. е. } r_{12} = \frac{1}{n} \sum t_1 t_2,$$

$$r_{11} = \frac{1}{n} \sum t_1 t_1 = 1, r_{22} = \frac{1}{n} \sum t_2 t_2 = 1.$$

Получаем:

$$\begin{cases} \beta_1 + \beta_2 r_{12} = r_{01} \\ \beta_1 r_{12} + \beta_2 = r_{02} \end{cases}$$

Отсюда находим  $\beta$ -коэффициенты.

Из матрицы коэффициентов парной корреляции, приведенной в табл. 7.8, берем значения коэффициентов корреляции:

$$\beta_1 - 0,276\beta_2 = 0,939,$$

$$\beta_1(-0,276) + \beta_2 = -0,503,$$

$$\Delta = 1 - (-0,276)^2 = 0,9238,$$

$$\Delta_1 = 0,939 - (-0,503) \cdot (-0,276) = 0,8002,$$

$$\Delta_2 = -0,503 - 0,939 \cdot (-0,276) = -0,2438$$

Получаем значения  $\beta$ -коэффициентов:

$$\beta_1 = 0,856; \beta_2 = -0,267.$$

Получаем уравнение регрессии в стандартизированном масштабе:

$$\hat{t}_0 = 0,856t_1 - 0,267t_2.$$

Сила влияния первой переменной в 3 с лишним раза превосходит силу влияния второй переменной на цену товара.

От стандартизированной регрессии можно перейти к уравнению регрессии в натуральном масштабе, т. е.

$$\hat{y} = a + b_{1,2}x_1 + b_{2,1}x_2.$$

Коэффициенты регрессии в натуральном масштабе находятся на основе коэффициентов:

$$b_{1,2} = \beta_1 \frac{\sigma_0}{\sigma_1}; b_{2,1} = \beta_2 \frac{\sigma_0}{\sigma_2},$$

где  $\sigma_0 = \sigma_y$ ;  $\sigma_1 = \sigma_{x_1}$ ;  $\sigma_2 = \sigma_{x_2}$ .

Вычислим значения коэффициентов регрессии:

$$b_{1,2} = 0,856 \frac{9,196}{5,44} = 1,447;$$

$$b_{2,1} = -0,267 \frac{9,196}{2,563} = -0,958;$$

$$a = 56 - 1,447 \cdot 16,3 - (-0,958) \cdot 9 = 41,04.$$

Получаем уравнение множественной регрессии в натуральном масштабе:

$$\hat{y}_{x_1 x_2} = 41,04 + 1,45x_1 - 0,96x_2.$$

Коэффициенты регрессии этого уравнения зависят от размерности объясняющих переменных и не могут сравниваться.

Это уравнение может быть использовано для анализа и прогноза цены товара ( $y$ ), поскольку две учтенные переменные объясняют 94,5% вариации  $y$ .

Кроме значения совокупного коэффициента детерминации, важно знать вклад каждой объясняющей переменной. Он измеряется *коэффициентами отдельной детерминации*. Формула коэффициента отдельной детерминации основана на следующем представлении коэффициента совокупной детерминации:

$$R^2 = \sum_{i=1}^k r_{yx_i} \beta_i,$$

т. е.  $R^2$  — сумма произведений парных коэффициентов корреляции и коэффициентов. Отсюда коэффициент отдельной детерминации равен:

$$d_i^2 = r_{yx_i} \beta_i.$$

По данным примера:

$$d_1^2 = 0,939 \cdot 0,856 = 0,804,$$

$$d_2^2 = -0,503 \cdot (-0,267) = 0,134.$$

Таким образом, за счет вариации дальности перевозки товара объясняется 80,4% вариации цены, а за счет вариации расходов на



рекламу – всего 13,4%. Сумма коэффициентов раздельной детерминации равна  $R^2$ .

Обратим внимание на то, что значение коэффициента регрессии  $b_{1,2}$  отличается до того, что имеется в уравнении парной регрессии. Это происходит за счет «очищения» меры влияния дальности перевозки ( $x_1$ ) на цену товара ( $y$ ), устранения воздействия расходов на рекламу ( $x_2$ ).

Мы подробно разобрали технику построения уравнения множественной регрессии, которое позволяет получить оценки параметров уравнения регрессии, используя только микрокалькулятор. Конечно, в современных условиях построение регрессии и расчет показателей корреляции производят с помощью ПК и пакетов прикладных программ Excel, либо более специализированных: Statgraphics или Statistica и т. д. В любом случае, нажимая клавиши компьютера, нужно понимать логику расчетов и назначение каждого показателя, а для этого неплохо построить хотя бы одно уравнение регрессии с помощью микрокалькулятора, воспроизведя весь процесс шаг за шагом.

## 7.6. Использование регрессий в социально-экономических исследованиях

При использовании регрессий в решении конкретной задачи убедитесь, что выполнены следующие условия построения регрессии:

- исходные данные однородны;
- число рассматриваемых переменных не слишком велико: для получения надежных оценок коэффициентов регрессии число объясняющих переменных должно быть не менее чем в 6 раз меньше числа наблюдений,  $6k \leq n$ ;
- среди объясняющих переменных отсутствует коллинеарность, т. е. нет дублирующих переменных.

Получив уравнение регрессии, прежде всего обращаем внимание на знаки при коэффициентах регрессии. Следует выявить те переменные, коэффициенты регрессии при которых имеют знаки, не соответствующие теоретическим представлениям. Например, если в уравнении регрессии, описывающем зависимость продуктивности коров от ряда факторов, оказалось, что заработная плата работников имеет коэффициент регрессии со знаком «минус», нужно разобраться, не явилось ли это следствием функциональных связей между объясняющими переменными и результатом, нет ли коллинеарности.

Все вычисления делаются на ПК. В распечатке обязательно указываются значения *t*-критерия для каждого из коэффициентов регрессии:

$$t = \frac{b_i}{S_{b_i}},$$

где  $S_{b_i}$  – среднеквадратическая ошибка коэффициента регрессии.

Коэффициент регрессии считается *статистически значимым*, если его значение превосходит среднеквадратическую ошибку не менее чем в 1,95 раза, т. е.  $t \geq 1,95$ .

Показывается значение скорректированного  $R^2$ , корректировка делается на число наблюдений и число объясняющих переменных:

$$R_{корр.}^2 = 1 - (1 - R^2) \left( \frac{n-1}{n-k-1} \right),$$

где  $n$  – число наблюдений;  $k$  – число объясняющих переменных.

Как уже отмечалось, регрессия используется для целей анализа и прогноза. При значении коэффициента детерминации, близком к единице, можно использовать регрессию для анализа деятельности единиц совокупности. Анализ основывается на разложении вариации резуль- тативного признака:

$$y_i - \bar{y} = (\hat{y}_i - \bar{y}) + (y_i - \hat{y}_i).$$

Первое слагаемое – отклонение рассчитанных значений  $\hat{y}$  для отдельной единицы от средней по совокупности, которое возникает за счет отличия значений факторных признаков у данной единицы от средних значений по совокупности.

В самом деле,

$$\hat{y}_i = a + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} + \dots + b_k x_{ki}.$$

Параметры регрессии – суть средние величины, а значения факторных переменных используются фактические, те, которые зарегистрированы для  $i$ -й единицы совокупности. Среднюю можно представить следующим образом:

$$\bar{y} = a + b_1 \bar{x}_1 + b_2 \bar{x}_2 + \dots + b_k \bar{x}_k.$$

Действительно, разность  $(\hat{y}_i - \bar{y})$  определяется только отклонениями  $(x_{ij} - \bar{x}_j)$ , где  $j$  – номер переменной;  $i$  – номер единицы.

**Пример.** По данным, приведенным в табл. 7.9, вычислим по уравнению регрессии  $\hat{y} = 41,04 + 1,45x_1 - 0,96x_2$  ожидаемые значения цены товара.

Таблица 7.9

Анализ цены товара

Фирмы	$y_i$ (руб.)	$\hat{y}_i$	$\hat{y}_i - \bar{y}$	$y_i - \hat{y}_i$	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
1	45	46,83	-9,17	-1,83	3,3489
2	50	53,64	-2,36	-3,64	13,2494
3	55	54,40	-1,60	0,60	0,36
4	70	68,15	12,15	1,85	3,4225
5	62	63,79	7,97	-1,97	3,8809

Фирмы	$y_i$ (руб.)	$\hat{y}_i$	$\hat{y}_i - \bar{y}$	$y_i - \hat{y}_i$	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
6	65	64,51	8,51	0,49	0,2401
7	45	40,27	-15,73	4,73	22,3729
Итого	392	392	X	X	47,7694

Из табл. 7.9 видно, что у фирм 1, 2, 3, 7 ожидаемая цена (если бы установленные закономерности влияния объясняющих переменных действовали без отклонений) была бы ниже средней по совокупности. Причину этого можно найти, сравнивая конкретные значения переменных  $x_1$  и  $x_2$  со средними значениями. Скажем, для фирмы 1 имеем:

$$1,45 \cdot (10 - 16,3) = -9,135,$$

$$0,96 \cdot (9 - 9) = 0,$$

т. е. все отклонение от средней цены объясняется более близким расстоянием транспортировки товара.

Второе отклонение  $(y_i - \hat{y}_i)$  — остаточная часть вариации  $y$ , не объясненная регрессией. В то же время при высоком значении  $R^2$  эту разность можно интерпретировать как результат отличия силы влияния объясняющих переменных в условиях конкретной фирмы от средней силы влияния, т. е.

$$y_i = a + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i},$$

$$\hat{y}_i = a + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i}.$$

Разность  $(y_i - \hat{y}_i)$  возникает за счет использования воздействия факторных переменных на результирующую переменную, т. е. за счет  $(b_{ji} - b_j)$ .

Так, у фирмы 1 влияние факторных признаков (дальности перевозки) и затрат на рекламу недоиспользуется, тогда как фирма 7 добивается полной отдачи от этих факторов.

Регрессия используется для прогнозирования. Скажем, можно рассчитать ожидаемую цену при дальности перевозки товара 40 км и затратах на рекламу 12 тыс. руб.:  $\hat{y} = 41,04 + 1,45 \cdot 40 - 0,96 \cdot 12 = 87,5 \approx 88$  руб.

Это точечный прогноз. Он оправдан, если значения объясняющих переменных находятся внутри интервала фактических значений факторов. Если же они выходят за эти границы, то правильнее дать интервальную оценку ожидаемого значения результата.

Средняя ошибка прогноза для индивидуального значения образуется из ошибки прогноза положения линии регрессии и остаточной вариации переменной  $y$ :

$$m_{y(x_k)} = \sqrt{m_{y_k}^2 + S_{y_{ост.}}^2},$$

$$S_{ост.} = \sqrt{\frac{47,7694}{7-3}} = 3,46 \text{ руб.},$$

$$m_{y_k}^2 = S_{y_{ост.}} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}} = 3,46 \sqrt{\frac{1}{7} + \frac{(40 - 16,3)^2}{207,43}} =$$

$$= 3,46 \sqrt{\frac{1}{7} + \frac{561,69}{207,43}} = 1,69 \text{ руб.}$$

Отсюда

$$m_{y(x_k)} = \sqrt{11,94 + 2,85} = 3,85 \text{ руб.}$$

При предположении, что расстояние перевозки будет равно 40 км цена товара составит с вероятностью 0,95:

$$88 \text{ руб.} \pm 2,14 \cdot 3,85 \text{ руб.}, \text{ т. е. от } 79,76 \text{ до } 96,24 \text{ руб.}$$

## 7.7. Измерение связей неколичественных переменных

Методы корреляционного и регрессионного анализа предназначены для количественных переменных, т. е. переменных, измеренных на интервальной шкале. В практических задачах все чаще требуется измерение связей неколичественных переменных, измеренных на номинальных и порядковых шкалах. Это вызвано повышением внимания к изучению социальных процессов, где велика доля нечисловой информации. Кроме того, актуализировалось понятие «коммерческая тайна». Так, при опросах менеджеров фирм об объеме расчетов с поставщиками, соотношении дебиторской и кредиторской задолженности респонденты предпочитают не давать точные количественные ответы, а указывать на изменение ситуации: улучшилось, ухудшилось, осталось без изменения; повысилась, понизилась, сохранилась на прежнем уровне и т. д. Развитие конкурентных рынков способствовало разработке методик построения рейтингов фирм, банков, учебных заведений и т. д. Рейтинг — по сути порядковая переменная, и для изучения зависимости рейтинга от каких-либо характеристик должны использоваться меры связи, предназначенные для порядковых переменных. При этом единицам совокупности присваиваются *ранги* по разным признакам, т. е. порядковые номера единиц совокупности в ранжированном ряду. Связь между ними определяется *коэффициентом корреляции рангов*. Наиболее распространенными мерами связей между порядковыми переменными являются *коэффициенты корреляции рангов Спирмена и Кендэлла* (названные по фамилиям английских ученых, разработавших эти меры связи).

Формула коэффициента корреляции рангов Спирмена основана на формуле коэффициента парной корреляции:

$$r_{p_x p_y} = \frac{\sum_1^n (p_{x_i} - \bar{p}_x)(p_{y_i} - \bar{p}_y)}{\sqrt{\sum_1^n (p_{x_i} - \bar{p}_x)^2 \sum_1^n (p_{y_i} - \bar{p}_y)^2}}$$

где  $p_{x_i}$  – ранг  $i$ -й единицы совокупности по переменной  $x$ ;  $\bar{p}_x$  – средний ранг по переменной  $x$ ;  $p_{y_i}$  – ранг  $i$ -й единицы совокупности по переменной  $y$ ;  $\bar{p}_y$  – средний ранг по переменной  $y$ .

Очевидно, что коэффициент ранговой корреляции изменяется, так же как и коэффициент парной корреляции, в интервале от  $-1$  до  $1$  (по абсолютной величине –  $[0,1]$ ).

Путем преобразований приведенной формулы Ч. Спирмен получил выражение коэффициента ранговой корреляции, которое обычно используется:

$$r_{p_x p_y} = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

где  $d_i$  – разность рангов по переменным  $x$  и  $y$  для  $i$ -й единицы совокупности;  $n$  – число наблюдений.

Иногда коэффициент ранговой корреляции обозначается греческой буквой  $\rho$ .

**Пример.** Пять фирм, производящих молочные продукты, проранжированы по рангам, соответствующим оценке покупателями качества их продукции. Параллельно получены ранги этих фирм по результатам опросов магазинов розничной торговли. Получены следующие результаты (табл. 7.10).

Таблица 7.10

Расчет коэффициента ранговой корреляции

Фирма	Ранг покупателей $p_{x_i}$	Ранг продавцов $p_{y_i}$	$d_i^2$
А	1	2	1
Б	2	1	1
В	3	5	4
Г	4	4	0
Д	5	3	4

$$r_{p_x p_y} = 1 - \frac{6 \cdot 10}{5(25 - 1)} = 0,5.$$

В данном случае связь умеренная: оценки покупателей не слишком коррелируют с оценками продавцов.

Измерим ту же корреляцию с помощью коэффициента Кендэлла  $\tau$ :

$$\tau = \frac{s}{\frac{1}{2} n(n-1)}$$

где  $s$  – фактическая сумма рангов;  $1/2 n(n-1)$  – максимальная сумма рангов.

По данным примера:

$$s = (3 - 1) + (3 - 0) + (0 - 2) + (0 - 1) = 2,$$

$s$  рассчитывается по рангам  $y$ . Для каждого ранга определяется число рангов выше данного и вычитается число рангов ниже данного. И так для всех единиц. В результате

$$\tau = \frac{2}{\frac{1}{2} \cdot 5(5-1)} = 0,2,$$

т. е. коэффициент  $\tau$  дал еще более строгую оценку измеряемой связи. При большом числе наблюдений и нетесных связях  $r_{p_y p_x}$  примерно в 2,5 раза больше  $\tau$ .

Рассмотрим, как изучается связь между номинальными переменными. Здесь значения переменных не участвуют в измерении связи. Вся информация о наличии или отсутствии связи содержится лишь в частотах появления сочетаний признаков  $x$  и  $y$ . Основой изучения связи номинальных переменных служит *таблица сопряженности* – двумерное распределение единиц совокупности по переменным  $x$  и  $y$  (табл. 7.11).

Таблица 7.11

Таблица сопряженности

Переменная $x$	Переменная $y$					Итого
	$y_1$	$y_2$	$y_3$	...	$y_p$	
$x_1$	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{13}$	...	$n_{1p}$	$n_1$
$x_2$	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	...	$x_{2p}$	$n_2$
$x_3$	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	...	$x_{3p}$	$n_3$
...	...	...	...	...	...	...
$x_m$	$x_{m1}$	$x_{m2}$	$x_{m3}$	...	$x_{mp}$	$n_m$
Итого	$n_{.1}$	$n_{.2}$	$n_{.3}$	...	$n_{.p}$	$n$

В итоговых частотах точкой обозначено суммирование по одному из подстрочных значков.

Частоты, стоящие в клетках таблицы, называются *клеточными частотами*. Именно по их значениям судят о наличии и тесноте связи. Если единицы совокупности концентрируются в диагональных клет-

как таблицы, то наличие связи; если же такой концентрации не наблюдается — связи может не быть.

Факт наличия связи устанавливается с помощью критерия  $\chi^2$ :

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(n_{ij} - \hat{n}_{ij})^2}{\hat{n}_{ij}}$$

где  $n_{ij}$  — фактическая клеточная частота, т. е. число единиц с  $i$ -м значением признака  $x$  и  $j$ -м значением признака  $y$ ;  $\hat{n}_{ij}$  — теоретическая клеточная частота, отвечающая предположению о независимости переменных  $x$  и  $y$ , т. е. отсутствию связи.

Как известно, вероятность двух независимых событий равна произведению их вероятностей:

$$p(x, y) = p(x) \cdot p(y) = \frac{n_{i.}}{n} \cdot \frac{n_{.j}}{n}$$

Для того чтобы от вероятностей (частостей) перейти к частотам, вероятность нужно умножить на  $n$ . Получаем формулу теоретической клеточной частоты:

$$\hat{n}_{ij} = \frac{n_{i.}}{n} \cdot \frac{n_{.j}}{n} \cdot n = \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n}$$

т. е. итог по строке нужно умножить на итог по столбцу и разделить на общее число данных.

Сумма теоретических частот во всех клетках таблицы равна общему числу наблюдений  $n$ . Сумма теоретических частот по строкам и столбцам таблицы равна соответственно  $n_{i.}$  и  $n_{.j}$ . Таким образом, теоретические частоты — это перераспределение исходных данных в предположении, что связь между переменными  $x$  и  $y$  отсутствует.

Величина  $\chi^2$  показывает, насколько велико расхождение фактических частот с теми, которые были бы, если бы  $x$  и  $y$  были независимыми. Такое расхождение так или иначе всегда будет, поэтому существует *таблица критических значений критерия  $\chi^2$* , которая содержит предельно возможное значение  $\chi^2$  отвергает предположение о независимости переменных (см. Приложение).

Распределение  $\chi^2$  зависит от числа степеней свободы и уровня значимости  $\alpha$ . Число степеней свободы определяется следующим образом:

$$d.f. = mp - m - p + 1 = (m - 1)(p - 1),$$

где  $m$  — число категорий переменной  $x$ , или число строк таблицы сопряженности;  $p$  — число категорий переменной  $y$ , или число столбцов таблицы сопряженности;  $mp$  — число клеток таблицы сопряженности.

Уровень значимости — это вероятность отклонить гипотезу о независимости переменных при условии, что она верна. Обычно уровень значимости принимается равным  $\alpha = 0,05$  или  $0,01$  (5% или 1%).

Вычисленное по вышеуказанной формуле значение  $\chi^2$  ( $\chi^2_{табл.}$ ) сравнивается с критическим (табличным) значением  $\chi^2$  при данном числе степеней свободы и принятом уровне значимости ( $\chi^2_{\alpha, d.f.}$ ). Если  $\chi^2_{факт.} > \chi^2_{\alpha, d.f.}$ , то делается вывод о наличии связи признаков  $x$  и  $y$ , и, наоборот, если  $\chi^2_{факт.} \leq \chi^2_{\alpha, d.f.}$ , то гипотеза о независимости  $x$  и  $y$  не отклоняется, т. е. наличие связи не может считаться доказанным.

**Пример.** При анализе работы фирмы, оказывающей сантехнические услуги как компаниям, так и индивидуальным заказчикам, возникла необходимость оценить, нет ли связи между типом клиента и качеством обслуживания. С этой целью была построена следующая таблица сопряженности (табл. 7.12).

Таблица 7.12

Соотношение типа клиента и качества обслуживания

Клиенты	Качество обслуживания		Количество обслуженных
	Устраивает	Не устраивает	
Компании	150	18	168
Индивидуальные заказчики	352	113	465
Итого	502	131	633

Анализируя данные табл. 7.12, видим, что среди обслуженных компаний лишь 10,7% высказали претензии к качеству обслуживания, тогда как из индивидуальных заказчиков доля тех, кого не устроило качество работ, составила 24,3%. Чтобы удостовериться, что связь между типом клиента и качеством обслуживания существует, вычислим значения. Для этого рассчитаем теоретические частоты, которые запишем в клетках таблицы в правом верхнем углу.

$$\hat{n}_{11} = \frac{502 \cdot 168}{633} = 133,2; \quad \hat{n}_{12} = \frac{131 \cdot 168}{633} = 34,8;$$

$$\hat{n}_{21} = \frac{502 \cdot 465}{633} = 368,8; \quad \hat{n}_{22} = \frac{131 \cdot 465}{633} = 96,2.$$

Учитывая, что мы имеем дело с таблицей  $2 \times 2$  (четерхклеточной) можно было бы не вычислять  $\hat{n}_{21}$  и  $\hat{n}_{22}$ , а получить их как разность  $(n_{.1} - \hat{n}_{11})$  и  $(n_{.2} - \hat{n}_{12})$ .

Поскольку теоретические клеточные частоты — рассчитанные величины, они могут быть нецелыми числами. Сумма всех теоретических частот равна  $n = 633$ , итоги по строкам и столбцам таблицы равны итоговым частотам.



$$\chi^2 = \frac{(150 - 133,2)^2}{133,2} + \frac{(352 - 368,8)^2}{368,8} + \frac{(18 - 34,8)^2}{34,8} + \frac{(113 - 96,2)^2}{96,2} = 13,92.$$

Табличное значение  $\chi^2$  при числе степеней свободы  $df. = (2 - 1)(2 - 1) = 1$  и уровне значимости  $\alpha = 0,05$  (т. е. при 95% доверительной вероятности) составляет 3,84 (см. Приложение).

$\chi^2_{\text{факт.}} > \chi^2_{\text{табл.}}$ , следовательно, наличие связи может считаться доказанным: действительно, тип клиента сказывается на качестве обслуживания.

После того как связь установлена, приступают к ее измерению.  $\chi^2$  не является мерой связи. Его величина зависит от объема совокупности, числа строк и столбцов таблицы.  $0 \leq \chi^2 < \infty$ , т. е. значение может быть сколь угодно большим.

Измерение тесноты связи производят с помощью коэффициентов взаимной сопряженности. Все они основаны на нормировании  $\chi^2$ : погашении зависимости от числа наблюдений и размерности таблицы. Все эти меры связи изменяются в интервале [0,1].

Коэффициент взаимной сопряженности К. Пирсона:

$$P = \sqrt{\frac{\chi^2}{n + \chi^2}} = \sqrt{\frac{\varphi^2}{1 + \varphi^2}},$$

где  $\varphi^2 = \chi^2 : n$ .

Этот коэффициент не принимает во внимание число категорий для переменных  $x$  и  $y$ . Более совершенным является коэффициент сопряженности А. А. Чупрова:

$$T = \sqrt{\frac{\chi^2 : n}{\sqrt{(m-1)(p-1)}}} = \sqrt{\frac{\varphi^2}{(d.f.)^{1/2}}}.$$

Этот коэффициент в случае, если таблица не квадратная, никогда не достигает 1.

Модификацией этого коэффициента является коэффициент взаимной сопряженности Г. Крамера:

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2 : n}{\min\{m-1, p-1\}}},$$

т. е. в знаменателе подкоренного выражения берется минимальная из величин: число строк без единицы либо число столбцов без единицы. Для квадратных таблиц  $C = T$ .

По данным примера:

$$\varphi^2 = \frac{13,92}{633} = 0,022, \quad d.f. = 1.$$

Тогда  $P = 0,147$ ;  $T = C = 0,147$ .

Если таблица сопряженности не является четырехклеточной, то  $P > (T, C)$ .

Для таблиц  $2 \times 2$  разработаны специальные меры связи. Основные из них — коэффициент ассоциации и коэффициент контингенции.

Коэффициент ассоциации равен:

$$k_{\text{ассоциации}} = \frac{n_{11} \cdot n_{22} - n_{12} \cdot n_{21}}{\sqrt{(n_{11} + n_{12})(n_{21} + n_{22})(n_{11} + n_{21})(n_{12} + n_{22})}}.$$

По данным примера:

$$k_{\text{ассоциации}} = \frac{150 \cdot 113 - 352 \cdot 18}{\sqrt{168 \cdot 465 \cdot 502 \cdot 131}} = \frac{10\,614}{71\,675} = 0,148.$$

Коэффициент контингенции определяется следующим образом:

$$k_{\text{контингенции}} = \frac{n_{11} \cdot n_{22} - n_{21} \cdot n_{12}}{n_{11} \cdot n_{22} + n_{21} \cdot n_{12}}.$$

По данным примера:

$$k_{\text{контингенции}} = \frac{150 \cdot 113 - 352 \cdot 18}{150 \cdot 113 + 352 \cdot 18} = \frac{10\,614}{23\,286} = 0,456.$$

Коэффициент контингенции дал значительно более высокую оценку тесноты связи. Недостаток этого коэффициента в том, что если хотя бы одна из клеточных частот равна нулю, то коэффициент контингенции становится равным единице.

Таким образом, для каждого уровня измерения переменных разработаны соответствующие меры связи.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Приведите пример статистической и корреляционной связи.
2. В каком случае достаточно использовать уравнение парной регрессии?
3. В чем смысл коэффициента парной корреляции, каковы границы его значений?
4. Поясните смысл коэффициентов частной и множественной корреляции.
5. Каковы условия построения уравнения множественной регрессии?
6. Каковы направления анализа на основе уравнения регрессии?
7. Как использовать уравнение регрессии для прогноза?
8. Если в системе трех переменных  $x_1, x_2, y$  объясняющие переменные имеют положительную корреляцию между собой, то как изменяются коэффициенты регрессии в линейном уравнении множественной регрессии по сравнению с парными регрессиями?
9. Какой из коэффициентов ранговой корреляции дает более строгую оценку тесноты связи?
10. Повлияет ли на величину  $\chi^2$  перестановка строк и столбцов таблицы сопряженности?
11. Какие ограничения накладываются на колебания теоретической частоты?
12. Почему критерий  $\chi^2$  не может использоваться в качестве меры тесноты связи между номинальными переменными? Какие меры связи разработаны для этой цели?

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

### 8.1. Ряды динамики как основной источник прогнозирования в экономике

**Прогнозирование** — это оценка будущего на основе глубокого анализа тенденций развития социально-экономических явлений и их взаимосвязей. Процесс прогнозирования предполагает выявление возможных альтернатив развития в перспективе для обоснованного их выбора и принятия оптимального решения.

Прогнозирование ведется на основе использования широкого спектра информации. Но первоначальный этап прогнозирования в экономике всегда связан с анализом временных рядов, который позволяет охарактеризовать закономерность изменения явления во времени. Примером временного ряда может служить табл. 8.1.

Таблица 8.1

Численность занятого населения России

(в среднем за год, млн. чел.)

	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Численность занятого населения	75,3	73,8	72,1	70,9	68,5	66,4	66,0	65,0	63,7	65,0

Как видим, в 1990–1998 гг. в России численность занятого населения систематически снижалась и лишь в 1999 г. наблюдался рост.

Временной ряд называется также рядом динамики и представляет собой ряд последовательно расположенных во времени числовых значений соответствующего показателя. Он состоит из двух элементов:

- 1) периода времени, за который или по состоянию на который приводятся числовые значения;
- 2) числовых значений того или иного показателя, называемых уровнями ряда.

В нашем примере численность занятого населения — это уровни ряда, обозначаемые обычно через  $y$ , а период времени, к которому они относятся, — годы, обозначаемые обычно через  $t$ .

По характеру отображения динамики временные ряды делятся на *моментные* и *интервальные*. Уровни моментных рядов динамики характеризуют объекты изучения по состоянию на определенный момент времени: численность населения на конец года (или на дату переписи

си), численность работников предприятия на начало каждого месяца, товарные запасы на складе на начало каждого дня и т.д. Уровни интервальных рядов динамики характеризуют явления за определенный промежуток, интервал времени: товарооборот магазина за квартал, прибыль предприятия за год, выпуск продукции за месяц и т.п. В рассмотренном выше примере численность занятого населения дана в среднем за год, поэтому ряд, представленный в табл. 8.1, — интервальный.

Если уровни интервального ряда представляют собой абсолютные величины, то их можно суммировать во времени, т.е. переходить от ряда динамики с малыми временными интервалами к более крупным промежуткам времени. Так, от ряда динамики с месячной выплывкой стали можно перейти к ряду динамики с годовой выплывкой стали, суммируя месячные уровни. Кроме суммирования, можно дробить уровни интервального ряда и определять их значения за малый интервал времени. Так, от годовых уровней розничного товарооборота, разделив их на 12, можно перейти к ряду динамики о среднемесячном товарообороте за каждый год. Суммируя уровни интервальных рядов из абсолютных величин, можно строить ряды динамики с нарастающими итогами (см. табл. 8.2).

Таблица 8.2

Начислено по предприятию в Пенсионный фонд в 1-м полугодии 2001 г.

Месяц	За соответствующий месяц, руб.	За период с начала года (нарастающим итогом), руб.
Январь	26 560	26 560
Февраль	30 140	56 700
Март	29 580	86 280
Апрель	32 110	118 390
Май	33 070	151 460
Июнь	35 245	186 705
Итого	186 705	—

Сумма уровней интервального динамического ряда из абсолютных величин за каждый период времени равна нарастающему итогу за весь период времени. В нашем примере за 1-е полугодие было начислено в Пенсионный фонд России 186 705 руб. Нарастающие итоги широко используются на предприятиях для расчета сумм налоговых платежей: валовая прибыль за I квартал, 1-е полугодие, 9 месяцев года, за год — по налогу на прибыль; нарастающие итоги по месяцам с начала года (как показано в табл. 8.2) — по единому социальному налогу (взносу).

Уровни моментного динамического ряда не меняются с изменением временного промежутка. Так, если курс доллара дан по состоянию на каждый день года, то при переходе к ряду динамики с ук-

рупненным интервалом (например, по декадам) ряд укоротится, но сами уровни на начало каждой декады останутся прежними. Прогнозирование можно проводить как на основе одного, изолированного ряда динамики (моментного или интервального), так и по системе взаимосвязанных рядов динамики, т. е. на основе нескольких временных рядов.

Если информация представлена в виде одного динамического ряда, то основной задачей выступает выявление тенденции в изменении уровней ряда. Так, из табл. 8.1 просматривается тенденция к снижению уровней ряда. Выразив ее количественно, т. е. установив, как конкретно снижается численность занятых ежегодно, можно использовать данную тенденцию в экстраполяции, т. е. по данным динамического ряда определяются неизвестные его значения в будущем. *Экстраполяция* — это еще не окончательный прогноз, но один из его вариантов. Смысл экстраполяции можно представить графически (рис. 8.1).

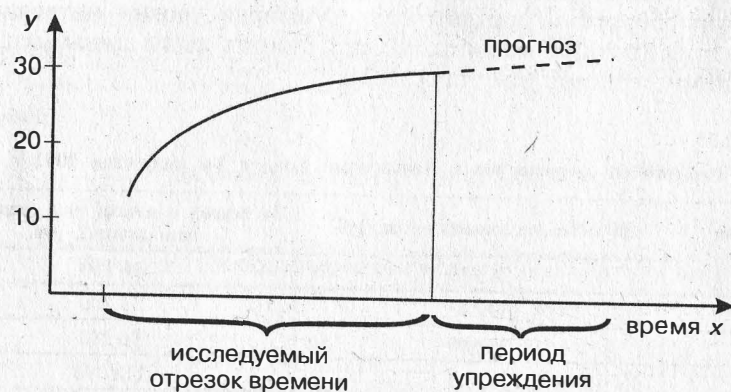


Рис. 8.1. Экстраполяция тенденции экономического показателя  $y$

График показывает, что на основе динамического ряда  $y$  выявлена тенденция повышения в виде плавной линии, которая для целей прогноза продолжена (пунктирная линия) на будущее. Период, который дается оценка будущего, называется *периодом упреждения*.

По времени упреждения прогнозы классифицируются на:

- оперативные (до 1 месяца);
- краткосрочные (до 1 года);
- среднесрочные (1–5 лет);
- долгосрочные (свыше 5 лет).

Различаясь по периоду упреждения, прогнозы одновременно различаются по своему содержанию, информационной базе и по методам, используемым для прогнозирования. Оперативный прогноз предполагает, что в течение месяца не произойдет существенных изменений в деятельности предприятия. Прогнозные оценки основываются

на изучении тенденции временного ряда, предполагая ее стабильной. Краткосрочный прогноз также основан лишь на количественных изменениях в объекте исследования, как правило, по данным одного динамического ряда.

Среднесрочный и долгосрочный прогнозы базируются уже не только на количественных, но и на качественных изменениях в объекте. Если в краткосрочном прогнозе могут быть использованы изолированные ряды динамики и методы экстраполяции тенденций, то среднесрочный и тем более долгосрочный прогнозы требуют комплексного исследования на основе системы рядов динамики экономической ситуации, которая может сложиться в будущем, а также учета реальных возможностей для получения того или иного количественного результата. Именно эти прогнозы должны учитывать разные варианты развития объекта в перспективе и тем самым предусматривать активное воздействие человека на конкретные оценки прогноза о состоянии объекта в будущем.

При прогнозировании возможны два подхода:  
 изыскательский, т. е. поисковый, прогноз;  
 нормативный, или нормативно-целевой, прогноз.

Различие этих подходов прогнозирования видно на рис. 8.2.

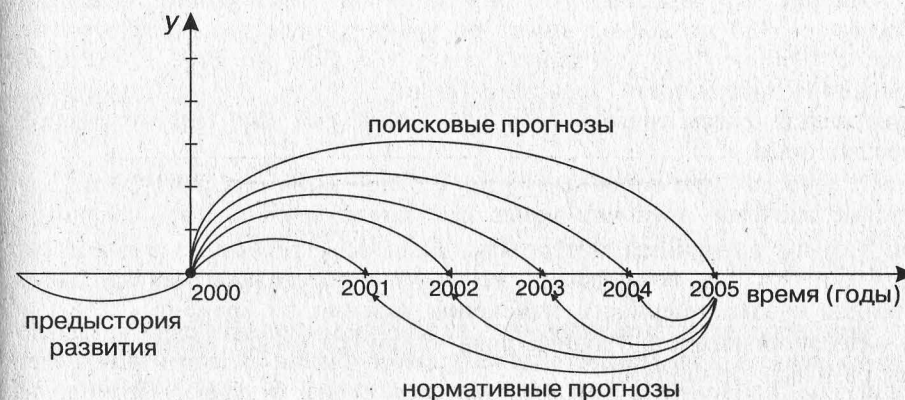


Рис. 8.2. Поисковые и нормативные прогнозы

*Поисковые прогнозы* основаны на анализе рядов динамики (изучения предыстории развития) и выдвижении гипотезы о сохранении тенденции и механизма формирования явления (например, модель прибыли имеет математическое выражение, которое можно использовать в прогнозе с тем же набором факторов, что и в текущем периоде). Поисковые прогнозы — это по сути экстраполяционные прогнозы, в которых используются либо методы экстраполяции тенденции, либо методы статистического моделирования.



*Нормативные прогнозы* предполагают, что исходя из целевой установки определяются нормы, которые должны действовать в будущем. Таким образом, сначала задается уровень явления на дальнюю перспективу, а затем уже строятся прогнозы на более ближнее время. Нормативные прогнозы могут использоваться, например, при прогнозировании спроса. Прогноз строится на основе заложенных в него рациональных и физиологических норм потребления товаров. Дается оценка степени удовлетворения потребности в товаре в текущий период времени и проводятся расчетные оценки, как ежегодно должен меняться спрос на товар, чтобы к концу периода упреждения его величина достигала соответствующего норматива.

При использовании временных рядов в прогнозировании исследователю приходится решать ряд вопросов.

1. Определение длины динамического ряда как периода изучения предыстории развития. При нестабильной экономической ситуации вряд ли возможны длинные ряды динамики. Чтобы убедиться в конкретной величине протяженности временного ряда, для прогноза можно провести периодизацию динамики, т.е. разделить длинный динамический ряд на этапы развития. Каждый этап включает однородные по сути интервалы времени, когда уровни ряда меняются количественно в одном направлении (см. рис. 8.3) и с одинаковой скоростью.

На рис. 8.3 показано, что ряд динамики численности населения России с 1960 по 2000 г. имеет по крайней мере два этапа в развитии: с 1960 по 1991 г. — период роста и с 1991 по 2000 г. — период снижения численности граждан. Таким образом, для прогнозирования нельзя рассматривать весь временной ряд как единый период предыстории.

2. Обеспечение сопоставимости уровней динамического ряда. Числовые значения того или иного показателя должны быть сравнимы по разным временным интервалам. Если это требование анализа рядов динамики не соблюдается, то могут быть сделаны неправильные выводы о закономерности изменения явления во времени.

Несопоставимость уровней ряда динамики может быть обусловлена разными причинами:

изменением границ территории;

изменением методологии расчета показателей (например, уровень производительности труда в одни годы приведен в расчете на одного работающего, а в другие — на одного рабочего);

изменением цен для стоимостных показателей (например, в 1999 г. объем ВВП России составил 4546 млрд. руб., что на 69% выше уровня 1998 г.; элиминировав влияние ценового фактора, получим рост данного показателя лишь на 3,2%);

изменением единиц измерения (например, 1 января 1998 г. в России была произведена деноминация рубля — понижение нарицательной его стоимости в 1000 раз; поэтому при сравнении 1998 г. с 1997 г. в

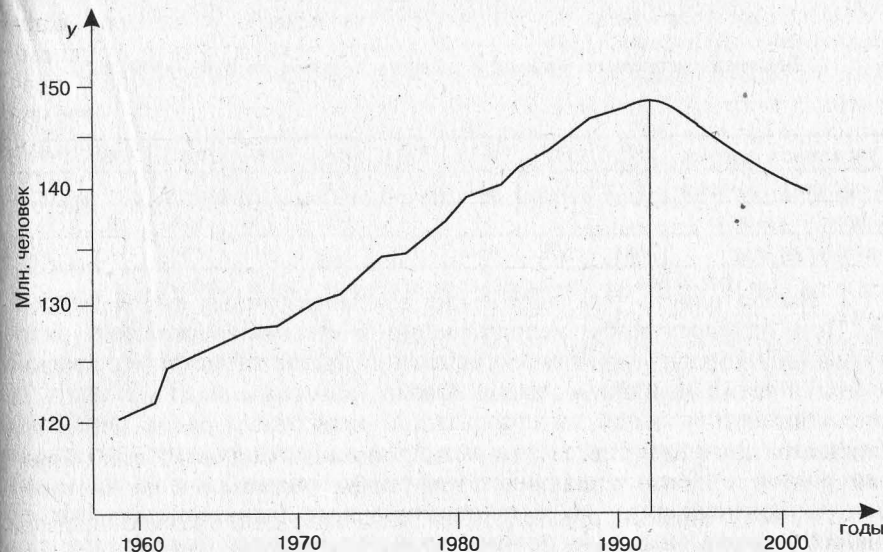


Рис. 8.3. Динамика численности населения России с 1960 по 2000 г.

одном ряду динамики показываются 1997 г. в тысячах рублей и в рублях 1998 г.);

изменением круга охватываемых предприятий за ряд лет (особенно остро этот вопрос возникает при анализе малого бизнеса, для которого характерна частая смена деятельности);

различной продолжительностью интервалов времени, к которым относятся уровни (нельзя в рамках одного динамического ряда приводить данные за год и за 9 месяцев года или в одном ряду совмещать данные в нарастающих итогах за ряд лет: в январе следующего года будет резкое снижение уровня по сравнению с декабрем предыдущего года, фиксирующее значение показателя за год).

Для обеспечения сопоставимости уровней временного ряда могут быть произведены дополнительные расчеты. Одним из них, наиболее часто используемым в статистической практике, является смыкание рядов динамики. Суть его состоит в том, что в год изменения методологии расчета уровень ряда приводится в двойной оценке: по прежней и новой методике (или в старых и новых границах при территориальных изменениях). Это позволяет для данного года найти соотношение уровней и на его основе пересчитать уровни прошлых лет. Так, если в районе в 1995 г. были изменены границы и численность занятых в экономике составила в прежних границах 500 тыс. человек, а в новых границах — 600 тыс. человек, то коэффициент пересчета уровней в 1995 г. равен 1,2 (600:500). Умножая на этот коэффициент уровни ряда динамики в прежних границах, приводим их к сопоставимому виду (см. табл. 8.3).



Таблица 8.3

Динамика численности занятых в экономике района за 1991–1999 гг.

(тыс. чел.)

Численность занятых	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
В прежних границах	570	565	550	520	500	—	—	—	—
В новых границах	—	—	—	—	600	590	585	582	584
Сомкнутый ряд	684	678	660	624	600	590	585	582	584

3. Выбор одного или нескольких взаимосвязанных рядов динамики. При одновременном использовании в анализе нескольких рядов динамики возникает проблема обеспечения сопоставимости их уровней в одни и те же периоды времени. Особое внимание надо обращать на сопоставимость уровней интервальных и моментных рядов динамики. Например, сравниваются за ряд лет прибыль предприятия (интервальный ряд) и стоимость основных производственных фондов на конец года (моментный ряд). Их сопоставление дает характеристику эффективности использования основных производственных фондов. Однако, чтобы такое сопоставление было возможным, необходимо уровни моментного динамического ряда пересчитать в среднегодовые уровни, что сделает ряды сравнимыми, ибо прибыль и стоимость основных фондов будут отражать годовые значения.

Любой прогноз, основанный на информации по рядам динамики, начинается с определения аналитических показателей динамики, которые раскрывают, как именно изменяются уровни ряда — в каком направлении и с какой интенсивностью.

## 8.2. Аналитические показатели динамики

Уровни временного ряда могут изменяться в самых разных направлениях: они могут возрастать или убывать, повторять ранее достигнутый уровень. Интенсивность их изменения бывает различной. Уровни ряда могут изменяться быстрее или медленнее. Для характеристики развития явления во времени применяются следующие показатели:

- абсолютные приросты ( $\Delta y$ );
- темпы роста ( $T_p$ );
- темпы прироста (снижения) ( $\Delta T_p$ );
- абсолютное ускорение или замедление ( $\Delta''$ );
- относительное ускорение ( $\Delta'' T_p$ ).

**Абсолютный прирост** (абсолютное изменение) уровней ряда рассчитывается как разность двух уровней. Он показывает, на сколько единиц уровень одного периода больше или меньше уровня другого периода.

В зависимости от базы сравнения абсолютные приросты могут быть цепными и базисными:

$$\Delta y_{\text{цепной}} = y_i - y_{i-1}; \quad \Delta y_{\text{базисный}} = y_i - y_0.$$

Если каждый последующий уровень ряда динамики сравнивается со своим предыдущим уровнем, то прирост называется *цепным*. Если же в качестве базы сравнения выступает за ряд лет один и тот же период, то прирост называется *базисным*.

Один и тот же по величине абсолютный прирост может означать разную интенсивность изменения (см. табл. 8.4).

Таблица 8.4

Динамика объема продукции по предприятию за 1995–1999 гг.

Годы	Произведено продукции, тыс. шт.	Абсолютные приросты, тыс. шт.		Темпы роста, %		Темпы прироста, %		Абсолютное значение 1% прироста, тыс. шт.
		цепные	базисные	цепные	базисные	цепные	базисные	
1995	20	—	—	—	100	—	—	—
1996	25	5	5	125	125	25	25	0,2
1997	35	10	15	140	175	40	75	0,25
1998	40	5	20	114,3	200	14,3	100	0,35
1999	50	10	30	125	250	25	150	0,40
Итого	170	30	—	—	—	—	—	—

В нашем примере в 1996 и 1998 гг. абсолютное изменение объема продукции было одинаковым — 5 тыс. шт., но интенсивность роста объема произведенной продукции в эти годы была различной: в 1996 г. прирост в 5 тыс. ед. по сравнению с предыдущим годом составил 25%, а в 1998 г. по сравнению с предыдущим годом — лишь 14,3%. Аналогично один и тот же прирост в 10 тыс. ед. для 1997 и 1999 гг. означает разную интенсивность роста: в 1997 г. — прирост составил по сравнению с предыдущим годом 40%, а в 1999 г. — 25%.

Интенсивность изменения уровней временного ряда характеризуется темпами роста и прироста.

**Темп роста** есть отношение двух уровней ряда. Как и абсолютные приросты, темпы роста могут рассчитываться как цепные и как базисные:

$$T_{p_{\text{цепной}}} = \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdot 100; \quad T_{p_{\text{базисный}}} = \frac{y_i}{y_0} \cdot 100.$$

Если база сравнения по периодам меняется, то найденные темпы роста называются *цепными*. Если же база сравнения по периодам неизменна ( $y_0$ ), то темпы роста называются *базисными*.

Темпы роста, выраженные в коэффициентах, принято называть **коэффициентами роста**:

$$K_{p_{\text{цепной}}} = y_i / y_{i-1}; \quad K_{p_{\text{базисный}}} = y_i / y_0.$$

В анализе используется один из этих показателей: либо темп роста, либо коэффициент роста, ибо экономическое их содержание одно

и то же, но по-разному выражено: в % ( $T_p$ ) и в разах ( $K_p$ ). Так, по данным табл. 8.4 можно сделать вывод, что наибольшая интенсивность роста была достигнута в 1997 г., когда темп роста составил 140%, или в 1,4 раза превысил уровень предыдущего года.

Если цепные темпы роста характеризуют интенсивность изменения уровней от года к году (от месяца к месяцу), то базисные темпы роста фиксируют интенсивность роста (снижения) за весь интервал времени между текущим и базисным уровнями. Так, по данным табл. 8.4, базисный темп роста за весь период с 1996 по 1999 г. составил 250% (1995 г. взят за базу сравнения).

**Темп прироста** есть отношение абсолютного прироста к предыдущему уровню динамического ряда (цепной показатель) и к уровню, принятому за базу сравнения по динамическому ряду (базисный показатель):

$$\Delta T_{p_{\text{цепной}}} = \frac{\Delta_{\text{цепной}}}{y_{i-1}} \cdot 100; \quad \Delta T_{p_{\text{базисный}}} = \frac{\Delta_{\text{базисный}}}{y_0} \cdot 100.$$

По данным табл. 8.4, темп прироста для 1999 г. составит: цепной – 25% ( $\frac{10}{40} \cdot 100$ ) и базисный – 150% ( $\frac{30}{20} \cdot 100$ ), т. е. в 1999 г. объем продукции увеличился по сравнению с 1998 г. на 25%, а в целом за весь рассматриваемый период прирост составил 150%.

Между цепными и базисными показателями изменения уровней ряда существует следующая взаимосвязь:

а) сумма цепных абсолютных приростов равна базисному приросту (см. табл. 8.4, где в итоговой строке накопленный прирост за 1996–1999 гг. – 30 тыс. шт. – совпадает с базисным абсолютным приростом для 1999 г.);

б) произведение цепных коэффициентов роста равно базисному или равносильное этому деление рядом стоящих базисных коэффициентов роста друг на друга равно цепным коэффициентам роста. Так, по данным табл. 8.4, имеем:

$$1,25 \cdot 1,40 \cdot 1,143 \cdot 1,25 = 2,5, \text{ или } 250\% - \text{базисный темп роста;} \\ 200/175 = 1,143, \text{ или } 114,3\% - \text{цепной коэффициент роста для 1998 г.}$$

Взаимосвязь цепных и базисных темпов (коэффициентов) роста позволяет при анализе, если необходимо, переходить от цепных показателей к базисным и наоборот;

в) темп прироста связан с темпом роста:  $\Delta T_p = T_p - 100$  (см. табл. 8.4, где темпы прироста меньше темпов роста на 100). Поэтому при анализе обычно приводится какой-то один из них: темп роста либо темп прироста. Зная цепные темпы прироста, можно определить базисный темп прироста. Для этого нужно от темпов прироста перейти к темпам (коэффициентам) роста и далее воспользоваться указанной выше взаимосвязью коэффициентов роста.

Так, например, изменение цен на потребительские товары и услуги за I квартал 2001 г. оказалось в Санкт-Петербурге следующим (см. табл. 8.5).

Таблица 8.5

## Изменение цен

(в % к предыдущему месяцу)

Месяц	Январь	Февраль	Март
Изменение цен	3,7	1,7	1,8

В целом за I квартал прирост цен составит:

$$(1,037 \times 1,017 \times 1,018) \cdot 100 - 100 = 7,4\%,$$

т. е. в марте 2001 г. по сравнению с декабрем 2000 г. цены выросли на 7,4%.

Чтобы знать, что скрывается за каждым процентом прироста, рассчитывается **абсолютное значение 1% прироста** как отношение абсолютного прироста уровня за интервал времени к темпу прироста за этот же промежуток времени:

$$A = \frac{\Delta_{\text{цепной}}}{\Delta T_{p_{\text{цепной}}}} \quad \text{или} \quad A = \frac{\Delta_{\text{цепной}}}{\frac{\Delta_{\text{цепной}}}{y_{i-1}} \cdot 100} = 0,01 y_{i-1}.$$

Иными словами, абсолютное значение 1% прироста в данном периоде есть сотая часть достигнутого уровня в предыдущем периоде (см. табл. 8.4, последнюю графу). В связи с этим расчет абсолютного значения 1% прироста базисным методом не имеет смысла, ибо для каждого периода это будет одна и та же величина – сотая часть уровня базисного периода.

Абсолютные приросты показывают скорость изменения уровней ряда в единицу времени. Если они систематически возрастают, то ряд развивается с ускорением. Величина абсолютного ускорения определяется как  $\Delta'' = \Delta_i - \Delta_{i-1}$ , т. е. по аналогии с цепным абсолютным приростом, но сравниваются между собой не уровни ряда, а их скорости. По табл. 8.4 в нашем примере ускорение имело место лишь в 1997 и в 1999 гг., когда  $\Delta'' = 10 - 5 = 5$  тыс. шт.

Если систематически растут цепные темпы роста, то ряд развивается с относительным ускорением. **Относительное ускорение** можно определить как разность следующих друг за другом темпов роста или прироста:

$$\Delta\% = T_{p_i} - T_{p_{i-1}} \quad \text{или} \quad \Delta\% = \Delta T_{p_i} - \Delta T_{p_{i-1}}.$$

Полученная величина выражается в процентных пунктах (п.п.). По данным табл. 8.4, относительное ускорение имело место лишь в 1997 г. – 15 процентных пунктов по сравнению с предыдущим годом.



Относительное ускорение может быть измерено и с помощью коэффициента опережения.

Коэффициент опережения определяется как отношение последующего темпа роста к предыдущему:

$$K_{\text{опережения}} = \frac{T_{P_i}}{T_{P_{i-1}}}$$

В нашем примере коэффициент опережения для 1997 г. составил:  $140/125 = 1,12$ , что означает, что в 1997 г. темп роста был в 1,12 раза больше, чем в 1996 г.

Коэффициенты опережения принято рассчитывать в сравнительном анализе нескольких рядов динамики. При параллельном изучении нескольких рядов динамики обычно их приводят к одному основанию путем расчета базисных темпов роста с одинаковой по времени базой сравнения для всех рядов. Это позволяет наглядно видеть, для какого ряда интенсивность изменения уровней наибольшая. Сравнивая далее наибольшие темпы роста с наименьшими, определяют коэффициенты опережения в развитии одного явления по отношению к другому (табл. 8.6).

Таблица 8.6

Динамика доходов предприятия за 1-е полугодие 2001 г.

(тыс. руб.)

Месяцы	Прибыль от реализации продукции	Прибыль от продажи прочих активов	Доходы по акциям
Декабрь 2000 г.	205	30	21
2001 г.:			
Январь	220	32	27
Февраль	226	40	32
Март	252	48	38
Апрель	280	60	54
Май	310	100	66
Июнь	356	120	88

Во всех рядах заметна тенденция к росту из месяца в месяц отдельных видов доходов. Однако сделать вывод об интенсивности роста отдельных видов доходов только по данным табл. 8.6 затруднительно. Для наглядности приведем ряды к одному основанию, приняв для каждого из них за базу сравнения декабрь 2000 г. (табл. 8.7).

Как видим, наиболее интенсивно на предприятии росли доходы по акциям, а также прибыль от продажи прочих активов. Коэффициенты опережения их роста за 1-е полугодие по сравнению с ростом прибыли от реализации продукции составили: 2,3 – для прибыли от продажи прочих активов и 2,4 – для доходов по акциям.

Таблица 8.7

Динамика доходов предприятия за 1-е полугодие 2001 г.

(в % к декабрю 2000 г.)

Месяцы	Прибыль от реализации продукции	Прибыль от продажи прочих активов	Доходы по акциям
Декабрь 2000 г.	100	100	100
2001 г.:			
Январь	107,3	106,7	128,6
Февраль	110,2	133,3	152,4
Март	122,9	160,0	181,0
Апрель	136,6	200,0	257,1
Май	151,2	333,3	314,3
Июнь	173,7	400,0	419,0

### 8.3. Средние по рядам динамики

Для обобщения данных по рядам динамики рассчитываются: средний уровень ряда; средний абсолютный прирост; средний темп роста и прироста.

Для разных видов рядов динамики *средний уровень* рассчитывается неодинаково.

По интервальному динамическому ряду из абсолютных величин с равными интервалами средний уровень определяется по средней арифметической простой из уровней ряда:

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i / n,$$

где  $y_i$  – уровни ряда для  $i$ -го периода;  $n$  – число уровней в ряду динамики.

По данным табл. 8.4, средний за период объем произведенной продукции составит:

$$\bar{y} = 170 / 5 = 34 \text{ тыс. шт.},$$

т. е. в среднем ежегодно по предприятию за 1995–1999 гг. производилось данное количество продукции.

По интервальному временному ряду из относительных и средних величин средний уровень определяется так же, как в статике, т. е. с учетом информации по признакам, связанным с осредняемым. Так, средняя урожайность должна определяться по средней арифметической взвешенной:

$$\bar{y} = \sum yx / \sum x,$$

где  $y$  — урожайность по годам;  $x$  — посевная площадь по годам.

Однако часто в настоящее время при компьютерной обработке данных средний уровень интервального ряда из относительных и средних величин также определяется по средней арифметической простой.

По моментному динамическому ряду в зависимости от исходной информации средний уровень ряда определяется тремя способами.

1. Если известны данные об изменении уровня ряда внутри временного промежутка, то средний уровень определяется как средняя арифметическая взвешенная:

$$\bar{y} = \sum y_i t_i / \sum t_i,$$

где  $y_i$  — уровень моментного динамического ряда;  $t_i$  — период, в течение которого уровень  $y_i$  остается неизменным, т. е. период действия уровня  $y_i$ .

**Пример.** Имеются данные об остатках средств на расчетном счете предприятия. На 01.01 остаток средств составил 100 тыс. руб.; 10.01 поступило от покупателей 250 тыс. руб.; 15.01 списано со счета на хозяйственные нужды 15 тыс. руб.; 18.01 снято со счета для выплаты заработной платы 180 тыс. руб.; 25.01 поступило от покупателей 420 тыс. руб. Других изменений до конца месяца не было. Определим средний остаток средств на расчетном счете в январе (табл. 8.8).

Таблица 8.8

Расчет среднего остатка средств на расчетном счете

Календарный период	Остаток средств, тыс. руб. ( $y_i$ )	Период действия уровня, дней ( $t_i$ )	$y_i t_i$
01.01–09.01	100	9	900
10.01–14.01	350	5	1750
15.01–17.01	335	3	1005
18.01–24.01	155	7	1085
25.01–31.01	575	7	4025
Итого	—	31	8765

Исходя из данных табл. 8.8, имеем:

$$\bar{y} = 8765 / 31 = 282,7 \text{ тыс. руб.}$$

Рассмотренный метод расчета среднего уровня моментного динамического ряда является наиболее точным.

2. Однако не всегда имеется информация об изменении уровня моментного ряда внутри рассматриваемого временного промежутка. В этом случае средний уровень моментного ряда динамики определяется приближенно как средняя арифметическая взвешенная из парных смежных средних:

$$\bar{y} = \sum \tilde{y}_i t_i / \sum t_i,$$

где  $\tilde{y}_i$  — смежные парные средние, найденные как средняя арифметическая простая из двух рядом стоящих уровней, т. е.

$$\tilde{y}_i = \frac{1}{2} \sum y_i;$$

$t_i$  — период действия средних  $\tilde{y}_i$ .

**Пример.** Товарные запасы в магазине составили: на 01.01 — 60 тыс. руб.; на 01.04 — 75; на 01.08 — 50; на 01.11 — 62; на 01.01 следующего года — 80 тыс. руб. Определим среднегодовой товарный запас в магазине (табл. 8.9).

Таблица 8.9

Расчет среднегодового товарного запаса

Даты учета	$y_i$ (тыс. руб.)	$\tilde{y}_i$ (тыс. руб.)	$t_i$ (мес.)	$\tilde{y}_i t_i$
01.01	60	67,5	3	202,5
01.04	75	62,5	4	250,0
01.08	50	56,0	3	168,0
01.11	62	71,0	2	142,0
Итого	—	—	12	762,5

Величина  $\tilde{y}_i$  отображает средний уровень за определенный интервал времени. Так, с 01.01 по 01.04, т. е. за I квартал, средний товарный запас составил 67,5 тыс. руб.  $((60 + 75)/2)$ . Исходя из расчетов табл. 8.9, среднегодовой остаток товаров в магазине составлял:

$$\bar{y} = 762,5 / 12 = 63,5 \text{ тыс. руб.}$$

3. Если интервалы между датами равны, то рассмотренная ранее средняя арифметическая взвешенная преобразуется в тождественную ей среднюю хронологическую:

$$\bar{y} = \frac{\frac{1}{2} y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{1}{2} y_n}{n-1}$$

Данная формула используется, например, для расчета среднегодовой стоимости имущества при уплате налога на имущество.

**Пример.** На балансе предприятия числится имущество: на 01.01 — 800 тыс. руб., на 01.04 — 1000, на 01.07 — 1600, на 01.10 — 1100, на 01.01 следующего года — 1400 тыс. руб. В отличие от предыдущего примера интервалы между датами равны: они составляют квартал. Определим имущество в каждом квартале отдельно:

$$\text{I квартал} = \frac{800 + 1000}{2};$$



$$\text{II квартал} - \frac{1000+1600}{2};$$

$$\text{III квартал} - \frac{1600+1100}{2};$$

$$\text{IV квартал} - \frac{1100+1400}{2}.$$

Далее рассчитаем, какое имущество действовало в течение года в рамках любого квартала. Для этого можно сложить квартальные средние и поделить их сумму на 4:

$$\frac{\frac{800+1000}{2} + \frac{1000+1600}{2} + \frac{1600+1100}{2} + \frac{1100+1400}{2}}{4}$$

Нетрудно видеть, что данная формула преобразуется в среднюю хронологическую, а именно:

$$\frac{\frac{800}{2} + 1000 + 1600 + 1100 + \frac{1400}{2}}{4} = \frac{4800}{4} = 1200 \text{ тыс. руб.}$$

Кроме среднего уровня, при анализе и прогнозировании широко используются средние показатели изменения уровней ряда, а именно средний абсолютный прирост и средний темп роста.

Средний абсолютный прирост определяется как средняя арифметическая простая из цепных приростов:

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum \Delta_{\text{цепные}}$$

Так как  $\sum \Delta_{\text{цепные}} = \Delta_{\text{базисное}}$ , средний абсолютный прирост можно определять следующим образом:

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{n} (y_n - y_0),$$

где  $y_n$  — последний уровень динамического ряда;  $y_0$  — уровень, взятый за базу сравнения.

Применительно к данным табл. 8.4 имеем:

$$\bar{\Delta} = \frac{5+10+5+10}{4} = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ тыс. шт.,}$$

или, иначе,

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{4} (50 - 20) = 7,5 \text{ тыс. шт.,}$$

т. е. в среднем ежегодно объем произведенной продукции возрастал на 7,5 тыс. ед.

Для обобщения характеристики интенсивности роста рассчитывается *средний темп (коэффициент) роста* по средней геометрической простой:

$$\bar{K} = \sqrt[n]{K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n},$$

где  $K_1, K_2, \dots, K_n$  — цепные коэффициенты роста;  $n$  — число цепных коэффициентов роста.

Применим эту формулу к данным табл. 8.4:

$$\bar{K} = \sqrt[4]{1,25 \cdot 1,4 \cdot 1,143 \cdot 1,25} = \sqrt[4]{2,50} = 1,257.$$

Соответственно средний темп роста составит 125,7%.

Учитывая взаимосвязь цепных и базисных темпов роста, средний темп роста можно представить следующим образом:

$$\bar{K} = \sqrt[n]{\frac{y_n}{y_0}}.$$

Для нашего примера имеем:

$$\bar{K} = \sqrt[4]{50/20} = 1,257.$$

В средней геометрической корень степени определяется как разность хронологических дат (1999 - 1995 = 4).

**Пример.** Объем экспорта в Японии характеризуется следующими данными (табл. 8.10).

Таблица 8.10

(млрд. долл.)

	1980 г.	1985 г.	1992 г.	1995 г.
Объем экспорта	130,44	177,16	339,89	443,12

Определим среднегодовой абсолютный прирост и темп роста за 1980–1985 гг., 1985–1992 гг. и 1992–1995 гг. (см. табл. 8.11).

Поскольку даты представлены здесь не от года к году, а с интервалами, для расчета средних показателей динамики используются формулы:

$$\bar{\Delta} = (y_n - y_0) / T - \text{среднегодовой абсолютный прирост;}$$

$$\bar{K} = \sqrt[T]{y_n / y_0} - \text{среднегодовой коэффициент роста,}$$

где  $T$  — продолжительность периода.

Расчет средних показателей динамики

Период	Среднегодовой абсолютный прирост, млрд. долл.	Среднегодовой коэффициент роста
1980–1985	$(177,16 - 130,44) / 5 = 9,344$	$\sqrt[5]{177,16 / 130,44} = 1,063$
1985–1992	$(339,89 - 177,16) / 7 = 23,247$	$\sqrt[7]{339,89 / 177,16} = 1,098$
1992–1995	$(443,12 - 339,89) / 3 = 34,410$	$\sqrt[3]{443,12 / 339,89} = 1,092$

Как видим, средние показатели динамики по периодам существенно различаются. Очевидно, при прогнозировании целесообразно в качестве исходной базы брать данные за последние 10 лет, ибо период с 1980 по 1985 г. характеризуется значительно более низкой интенсивностью развития.

Среднегодовой темп прироста определяется на основе среднего темпа роста:

$$\bar{T}_{\Delta} = \bar{T}_p - 100.$$

Так, по данным табл. 8.11, среднегодовые темпы роста составят:

за 1980–1985 гг. – 106,3%,

за 1985–1992 гг. – 109,8%,

за 1992–1995 гг. – 109,2%.

Соответственно темпы прироста будут равны: 6,3, 9,8 и 9,2%.

Рассмотренные средние показатели динамики достаточно широко используются при экстраполяции тенденции ввиду их простоты и возможности четко интерпретировать результат.

#### 8.4. Общая характеристика методов прогнозирования

Первоначальные прогнозы, как правило, сводятся к **экстраполяции тенденции**. При этом могут использоваться разные методы в зависимости от исходной информации (рис. 8.4).

Упрощенные приемы целесообразны при недостаточной информации о предыстории развития явления (нет достаточно длинного динамического ряда или информация задана только двумя точками: на начало и конец периода).

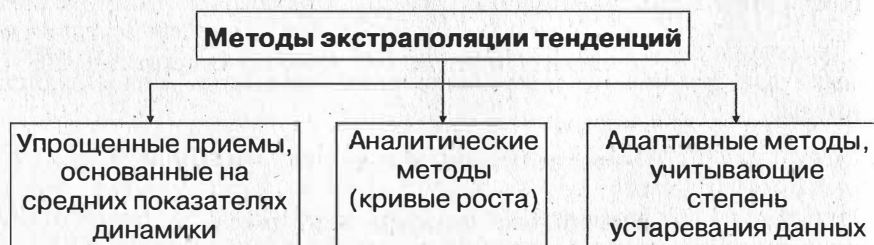


Рис 8.4. Группы методов экстраполяции тенденций

Аналитические методы экстраполяции тенденций основаны на применении метода наименьших квадратов к динамическому ряду и представлении закономерности развития явления во времени в виде уравнения тренда, т.е. математической функции уровней динамического ряда ( $y$ ) от фактора времени ( $t$ ):  $y = f(t)$ . Используя соответствующую кривую роста, можно дать прогноз (как правило, краткосрочный).

Адаптивные методы используются в условиях сильной колеблемости уровней динамического ряда и позволяют при изучении тенденции учитывать степень влияния предыдущих уровней на последующие значения динамического ряда. К адаптивным методам относятся методы скользящих и экспоненциальных средних, метод гармонических весов, методы авторегрессионных преобразований.

Другую группу методов представляют **методы статистического моделирования**. Наиболее распространенные из них представлены на рис. 8.5.



Рис 8.5. Группы методов статистического моделирования

Деление методов на статические и динамические связано с характером исследуемой информации. Методы статистического моделирования могут быть использованы на основе информации в статике (по совокупности предприятий, фирм, регионов) и по системе связанных рядов динамики. В первом случае они относятся к классу статических методов, а во втором – динамических.

Статические методы включают методы регрессии, с помощью которых моделируемый объект представлен в виде математической функции от ряда факторов:  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_p)$ . Сложные экономические процессы могут описываться системой взаимосвязанных уравнений:



$$\begin{cases} y_1 = f(y_2, y_3, x_1, x_2) \\ y_2 = f(y_1, y_3, x_3, x_4) \\ y_3 = f(y_1, x_2, x_3, x_4) \end{cases}$$

Применение этой группы методов в прогнозировании предполагает инерционность процессов. Качество прогноза моделируемого объекта зависит от реальности прогноза факторов.

*Динамические методы* статистического моделирования основаны на подробном изучении временных рядов. В частности, уровни динамического ряда рассматриваются как функция тенденции, периодических (сезонных) и случайных колебаний. На моделировании этих компонентов разложения уровней динамического ряда основаны методы агрегатного моделирования динамики. Прогноз строится как аддитивная или мультипликативная модель этих компонентов динамики.

*Регрессия по взаимосвязанным рядам динамики* (особенно как система уравнений) широко применяется для прогнозирования макроэкономических показателей. При этом модель включает обычно не только набор факторов как экономических переменных, но и лаговые переменные, т. е. сдвинутые во времени на определенный интервал (например, в качестве факторов используется моделируемый показатель или собственно фактор за предыдущий год).

Своеобразие методов регрессии для прогноза имеет место при использовании пространственно-временной информации. Для каждого года динамического ряда строится регрессионная модель по совокупности предприятий. Прогноз основывается на экстраполяции параметров регрессии. Данный подход возможен в условиях достаточно стабильной экономики, когда круг охватываемых предприятий во времени мало изменчив.

Методы статистического моделирования входят в группу методов многофакторного моделирования, к которым относятся также логическое моделирование, включающее моделирование по исторической аналогии, методы сценариев и дерева целей.

*Прогнозирование по исторической аналогии* основано на использовании аналога объекта прогнозирования. Этот подход предполагает перенесение на новую действительность концепции развития той или иной страны, соотношение темпов роста отдельных показателей. Качество прогноза в этом случае полностью зависит от правильности выбора аналога объекта прогнозирования.

Метод сценариев, как и метод дерева целей, представляет собой метод прогнозирования сложных систем. В *методе сценариев* подробно описывается моделируемая ситуация и дается обзор информации, которая должна быть учтена при прогнозировании. *Метод дерева целей* предполагает, что для объекта прогноза существует несколько иерархических уровней, и прогноз осуществляется последовательно по отдельным стадиям, блокам — от низшего уровня к более высоким. *Методы*

логического моделирования могут в качестве вспомогательных инструментов прогноза использовать методы экстраполяции и методы статистического моделирования.

Рассмотренная классификация методов статистического прогнозирования достаточно условна, ибо на практике при прогнозировании нередко методы переплетаются: методы скользящей средней дополняются уравнением тренда, авторегрессионными преобразованиями; экстраполяция тенденций дополняется авторегрессией остатков; уравнение регрессии может включать показатели тенденции развития объекта и т. п.

## 8.5. Упрощенные приемы прогнозирования

### 8.5.1. Прогнозирование на основе стационарного ряда

Временной ряд называется **стационарным**, если в нем отсутствует тенденция развития. Это значит, что уровни динамического ряда варьируют вокруг среднего уровня, отклонения от которого представляют собой случайную колеблемость. Модель уровня динамического ряда в этом случае имеет вид:

$$y_t = \bar{y} + \varepsilon,$$

где  $y_t$  — уровни динамического ряда;  $\bar{y}$  — средний за период уровень динамического ряда;  $\varepsilon$  — случайная составляющая, определяемая как  $\varepsilon = y_t - \bar{y}$ .

Графически стационарный ряд можно представить следующим образом (рис. 8.6).

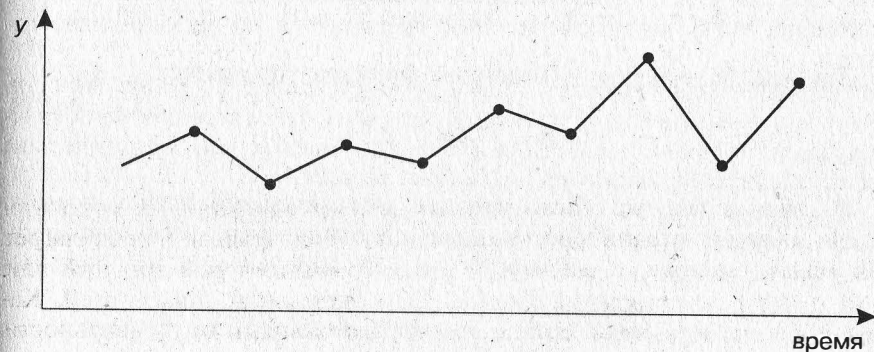


Рис. 8.6. Стационарный ряд

Такие ряды в экономике сравнительно редки. Чаще наблюдаются ряды с тенденцией. Вместе с тем они могут иметь место при изучении динамических рядов из относительных и средних величин. Например, сумма подоходного налога в процентах к фонду оплаты труда на предприятиях России даже при прогрессивной шкале налогообложения представляла собой во многих случаях подобный ряд. С

введением в 2001 г. «плоской» шкалы обложения величина налогового бремени на фонд оплаты труда становится практически величиной постоянной, колеблющейся за счет прочих выплат, облагаемых по более высоким ставкам. Аналогичную картину можно наблюдать и в исследованиях спроса на товар при отсутствии резких изменений цен на него и одинаковом сегменте рынка.

Если стационарный ряд разбить на две равные по времени части, то средние уровни по этим частям не должны существенно различаться, т. е.  $\bar{y}_1 = \bar{y}_2$ . Поскольку при практических расчетах полного равенства средних не бывает из-за колеблемости уровней, с помощью *t*-критерия Стьюдента дается оценка, существенно ли различаются между собой средние и можно ли их различие связывать только с действием случайности. Если в двух сравниваемых частях динамического ряда дисперсии уровней различаются несущественно, то проверка равенства средних уровней осуществляется по *t*-критерию Стьюдента по формуле:

$$t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sigma \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

где  $n_1 = n_2$  — число уровней в каждой половине динамического ряда;  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение разности средних, которое может быть определено как корень квадратный из средней арифметической взвешенной из групповых дисперсий, т. е.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sigma_1^2(n_1 - 1) + \sigma_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Так как  $(n_1 - 1) = (n_2 - 1)$ , данная формула упрощается:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2}(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}$$

В связи с тем что число уровней динамического ряда у исследователя обычно ограничено, каждая половина ряда рассматривается как малая выборка, и дисперсия по ней определяется по формуле:

$$\sigma_1^2 = \frac{\sum (y_1 - \bar{y}_1)^2}{n_1 - 1} \quad \text{и} \quad \sigma_2^2 = \frac{\sum (y_2 - \bar{y}_2)^2}{n_2 - 1}$$

Сравнивая фактическое значение *t*-критерия с табличным при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы  $(n - 2)$ , различия между средними уровнями признаются несущественными, если *t* фактическое меньше табличного значения. В этом случае ряд можно считать стационарным.

Непосредственному применению формулы *t*-критерия Стьюдента для оценки существенности различий сравниваемых средних уровней

предшествует статистическая проверка по *F*-критерию Фишера теста о равенстве дисперсий в сравниваемых группах:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}, \quad \text{где } \sigma_1^2 > \sigma_2^2.$$

Если фактическое значение *F* меньше табличного при числе степеней свободы  $(n_1 - 1)$  и  $(n_2 - 1)$ , то гипотеза о равенстве дисперсий подтверждается и приведенная формула для оценки существенности различий в сравниваемых средних правомерна.

Если же фактическое значение *F*-критерия Фишера окажется больше табличного, то дисперсии в сравниваемых частях динамического ряда не равны. В этом случае для оценки существенности различий средних *t*-критерий Стьюдента определяется по следующей формуле:

$$t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Полученное фактическое значение *t* сравнивается с табличным при числе степеней свободы  $(f - 2)$ , где

$$f = \left( \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \right) \left[ \frac{(\sigma_1^2 / n_1)^2}{n_1 + 1} + \frac{(\sigma_2^2 / n_2)^2}{n_2 + 1} \right]$$

При практических расчетах, если фактическое значение *t*-критерия оказывается меньше единицы, то групповые средние считаются равными, т. е.  $\bar{y}_1 = \bar{y}_2$ .

**Пример.** Прибыль за год характеризуется данными, приведенными в табл. 8.12.

Таблица 8.12

	$\bar{y}$ , тыс. руб.	$\sigma^2$
1-е полугодие	63,5	0,92
2-е полугодие	64,5	0,86

Оценим существенность различий в дисперсиях:  $F = 0,92 / 0,86 = 1,07$  при табличном значении 5,05 (для  $\alpha = 0,05$  и при числе степеней свободы 5 и 5). Дисперсии можно признать равными. Тогда оценим существенность расхождения в среднемесячных уровнях прибыли за каждое полугодие по *t*-критерию Стьюдента:

$$t = \frac{64,5 - 63,5}{\sigma \sqrt{\frac{1}{6} + \frac{1}{6}}}$$



где

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2}(0,92 + 0,86)} = 0,9434.$$

Произведя дальнейшие вычисления, находим, что  $t = 1,84$ . Это меньше  $t_{\text{табличного}} = 2,23$ . Следовательно, с вероятностью 0,95 можно признать, что тенденции в ряду динамики нет.

Прогноз по стационарному ряду основан на предположении о неизменности в будущем среднего уровня динамического ряда, т. е.  $y_p = \bar{y}$ , где  $y_p$  — прогнозное значение. Так как средний уровень динамического ряда имеет погрешность как выборочная средняя и, кроме того, отдельные уровни ряда колеблются вокруг среднего значения, принято прогноз давать в интервале:

$$y_p = \bar{y} \pm t_{\alpha, n-1} \sigma \sqrt{1 + \frac{1}{n}},$$

где  $\bar{y}$  — среднее значение по динамическому ряду;  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение по динамическому ряду;  $n$  — длина динамического ряда;  $t_{\alpha, n-1}$  — табличное значение  $t$ -критерия Стьюдента при уровне значимости  $\alpha$  и числе степеней свободы  $(n - 1)$ .

Для нашего примера:

$$\bar{y} = \frac{1}{2}(635 + 645) = 640,$$

$$\sigma^2 = \delta^2 + s^2,$$

где  $\delta^2$  — межгрупповая дисперсия;  $s^2$  — внутригрупповая дисперсия.

$$\delta^2 = \frac{(\bar{y}_1 - \bar{y})^2 + (\bar{y}_2 - \bar{y})^2}{2} = 0,25;$$

$$s^2 = \frac{0,92 + 0,86}{2} = 0,89;$$

$$\sigma^2 = 0,25 + 0,89 = 1,14 \text{ и } \sigma = 1,0677;$$

$$t_{\alpha=0,05, n-1=11} = 2,201.$$

Тогда ошибка прогноза составит:

$$2,201 \cdot 1,0677 \sqrt{1 + \frac{1}{12}} = 2,446.$$

Соответственно прогноз прибыли на январь следующего года окажется таким:

$$61,6 \leq y_p \leq 66,4.$$

Основной недостаток этого подхода: прогноз не учитывает период упреждения. Иными словами, на февраль ошибка прогноза останется прежней величиной, что вряд ли соответствует действительности. Данный метод может быть использован лишь для краткосрочного прогноза.

### 8.5.2. Прогнозирование на основе средних показателей динамики

Скорость изменения уровней динамического ряда за определенный отрезок времени характеризуется *средним абсолютным приростом*. Предполагая его стабильным, прогноз можно дать в виде следующей экстраполяции:

$$y_p = y_b + \bar{\Delta}L,$$

где  $y_p$  — прогнозируемый уровень;  $y_b$  — уровень, принятый за базу для экстраполяции;  $\bar{\Delta}$  — средний абсолютный прирост уровня в единицу времени;  $L$  — период упреждения.

Применение среднего абсолютного прироста для экстраполяции предполагает, что развитие явления происходит по арифметической прогрессии:

$$y_1 = y_0 + \Delta$$

$$y_2 = y_1 + \Delta = y_0 + 2\Delta$$

$$y_3 = y_2 + \Delta = y_0 + 3\Delta$$

.....

$$y_n = y_0 + n\Delta$$

Отсюда и формула среднего абсолютного прироста принимает вид:

$$\bar{\Delta} = \frac{y_n - y_0}{n},$$

где  $(y_n - y_0)$  — базисный абсолютный прирост.

Использование в экстраполяции среднего абсолютного прироста относится в прогнозировании к классу «наивных» моделей, ибо чаще всего развитие явления следует по иному пути, чем арифметическая прогрессия. Вместе с тем в ряде случаев этот метод может найти применение как предварительный прогноз, если у исследователя нет динамического ряда: информация дана лишь на начало и конец периода предыстории. Примером могут служить данные одного баланса, где активы и пассивы предприятия заданы в виде сальдо на начало и на конец отчетного периода.

При прогнозной оценке  $y_p$  в качестве базового уровня  $y_b$  чаще всего используется конечный уровень динамического ряда как наиболее близкий к прогнозируемому периоду. В отдельных случаях, когда отсутствуют резкие колебания в уровнях, это дает неплохие результаты. В противном случае за базовый следует принимать более стабильный уровень, обосновывая при этом целесообразность использования его в расчете.

**Пример.** Объем сделок на ММВБ по инструменту USD UTS составил: 22.01.01 – 91,474 млн. ед. вал., а 25.01.01 – 124,674 млн. ед. вал. Прогноз объема сделок на 26.01.01 составит:

$$y_p = y_b + \bar{\Delta}L,$$

$$y_b = 124,674,$$

$$\bar{\Delta} = \frac{124,674 - 91,474}{3} = \frac{33,2}{3} = 11,067 \text{ млн. ед. вал.}$$

$L = 1$ . Соответственно  $y_p = 124,674 + 11,067 \cdot 1 = 135,741$  млн. ед. вал. Фактически 26.01.01 объем сделок составил 136,940 млн. ед. вал., т. е. ошибка прогноза равна 1,199 млн., или 0,88%.

Другим показателем динамики, который может быть использован в ориентировочном краткосрочном прогнозе, является *средний коэффициент (темп) роста*. Прогнозное значение уровня, исходя из среднего коэффициента роста, можно получить по формуле:

$$y_p = y_b \cdot \bar{K}^L,$$

где  $y_b$  – взятый за базовый уровень для экстраполяции;  $\bar{K}$  – средний коэффициент роста;  $L$  – период упреждения.

Для нашего примера  $\bar{K} = \sqrt[3]{124,674 / 91,474} = 1,1087$ . Соответственно прогноз на 26.01 окажется  $y_p = 124,674 \cdot 1,1087^1 = 138,226$  млн. ед. вал., т. е. ошибка прогноза несколько выше: 1,286 млн. ед. вал., или 0,94%.

Рассмотренный прием экстраполяции предполагает, что уровни динамического ряда изменяются в геометрической прогрессии, что не всегда соответствует реальности. Кроме того, формула расчета среднего коэффициента роста по средней геометрической ориентирована на достижение при ее применении конечного ( $y_n$ ) уровня динамического ряда. И если на конце временного интервала уровень резко изменился (рост сменился спадом) и оказался ниже начального ( $y_0$ ), то прогноз по средней геометрической распространится на будущую тенденцию падения, которой на самом деле не было.

**Пример.** Динамика объема продукции характеризуется следующими данными:

Тыс. т	2,5	3	3,8	4,2	4,5	2,3
Месяцы	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й

Как видим, ежемесячно (за исключением июня) объем продукции возрастал.

Между тем средний темп роста укажет на ежемесячное снижение уровня:

$$\bar{K} = \sqrt[5]{2,3 / 2,5} = 0,9835.$$

Поэтому, если конечный уровень динамического ряда отражает какие-то исключительные для данного периода условия, то для оценки среднего темпа роста лучше использовать среднюю параболическую:

$$\frac{\sum y}{y_0} = \bar{K} + \bar{K}^2 + \bar{K}^3 + \dots + \bar{K}^n,$$

где  $\sum y$  – сумма уровней ряда без  $y_0$ ;  $\bar{K}$  – средний коэффициент роста, который определяется либо по готовым таблицам, либо по приближенным методам (в частности, по методу Ньютона).

Применительно к нашему примеру имеем:

$$\frac{17,8}{2,5} = \bar{K} + \bar{K}^2 + \bar{K}^3 + \bar{K}^4 + \bar{K}^5.$$

Отсюда  $\bar{K}_{\text{параболическая}} = 1,12$ , демонстрируя в целом ежемесячный рост продукции (прирост 12%). Для прогноза в данном случае лучше использовать средний параболический, а не средний геометрический коэффициент роста.

В средней параболической расчета среднего темпа роста участвуют все уровни динамического ряда в виде  $\sum y$ . Поэтому средний темп роста учитывает всю информацию о движении уровней временного ряда, что и делает его более соответствующим реальным темпам роста.

Так, в нашем примере цепные коэффициенты роста составляли: 1,2; 1,27; 1,11; 1,07; 0,51. Соответственно средний параболический коэффициент роста 1,12 обобщает ежемесячные показатели роста в отличие от среднего геометрического коэффициента роста 0,9835.

Кроме того, средний параболический коэффициент роста ориентирован на достижение при его применении суммы уровней (в нашем примере, заменив конкретные темпы роста средним, получим теоретические значения уровней ряда начиная с февраля: 2,8; 3,2; 3,5; 3,9; 4,4, сумма которых равна 17,8). Это свойство средней параболической может быть использовано при целевом прогнозе, если исследователь имеет дело с нарастающими итогами и на перспективу предполагается достижение определенной суммы уровней. Прогноз в этом случае дается на ближайшую перспективу.



**Пример.** В IV квартале 2000 г. капитальные вложения фирмы составили 200 тыс. руб. На 2001 г. должно быть освоено для завершения строительства еще 300 тыс. руб. Требуется дать прогноз капитальных вложений на каждый квартал 2001 г.

Используя средний параболический темп роста, прогнозы составят:

$$y_p = y_0 \cdot \bar{K}^L,$$

$$\text{где } y_0 = 200, \sum_{y_0} y = 300, \frac{\sum y}{y_0} = \bar{K} + \bar{K}^2 + \bar{K}^3 + \bar{K}^4,$$

$$\text{т. е. } 1,5 = \bar{K} + \bar{K}^2 + \bar{K}^3 + \bar{K}^4.$$

Откуда  $\bar{K} = 0,6446$ .

$$y_p \text{ на I кв.} = 200 \cdot 0,6446^1 = 128,9;$$

$$y_p \text{ на II кв.} = 200 \cdot 0,6446^2 = 83,1;$$

$$y_p \text{ на III кв.} = 200 \cdot 0,6446^3 = 53,5;$$

$$y_p \text{ на IV кв.} = 200 \cdot 0,6446^4 = 34,5.$$

Их сумма за год окажется равной целевой величине 300 тыс. руб.

При использовании для прогноза средних показателей динамики (абсолютного прироста и темпа роста) получают точечные прогнозы. При доверительных интервалах прогноза, учитывающих ошибку прогноза, необходимо изучить колеблемость уровней динамического ряда и применить аналитические методы экстраполяции тренда.

## 8.6. Прогнозирование на основе экстраполяции тренда

### 8.6.1. Аналитическое выравнивание и кривые роста

При наличии тенденции в ряду динамики его уровни можно рассматривать как функцию времени ( $t$ ) и случайной компоненты ( $\varepsilon$ ). Тогда модель уровня динамического ряда выразим в виде:

$$y_t = \bar{y} + (\hat{y}_t - \bar{y}) + (y_t - \hat{y}_t),$$

где  $\bar{y}$  — средний уровень динамического ряда (является теоретическим уровнем при отсутствии тенденции);  $\hat{y}_t$  — теоретический уровень временного ряда, связанный с действием основной тенденции развития.

В этой модели  $(\hat{y}_t - \bar{y})$  представляет собой эффект тенденции, а  $(y_t - \hat{y}_t)$  — случайную составляющую  $\varepsilon$ . Так как  $\bar{y} + (\hat{y}_t - \bar{y}) = \hat{y}_t$ , данную модель можно представить следующим образом:

$$\bar{y} = (\hat{y}_t + \varepsilon).$$

Совершенно ясно, что практическая значимость модели будет тем выше, чем меньше будут остаточные колебания ( $y_t - \hat{y}_t$ ). Следовательно, результаты прогноза зависят от принятой математической функции выравнивания, т. е. от типа кривой тренда.

В настоящее время компьютерные программы анализа временных рядов предлагают достаточно широкий набор математических функций для построения уравнения тренда. Наиболее часто используются полиномы  $K$ -й степени, экспоненты, различного рода кривые с насыщением.

В общем виде полином  $K$ -й степени представляет собой выражение:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_k t^k.$$

При  $K = 1$  получаем линейный тренд:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t.$$

По содержанию линейный тренд означает, что уровни динамического ряда изменяются с одинаковой скоростью. В этом можно убедиться, если в уравнение линейного тренда  $\hat{y} = a_0 + a_1 t$  подставить порядковые значения  $t$ :

$t$	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t$	$\Delta$
0	$a_0$	—
1	$a_0 + a_1$	$a_1$
2	$a_0 + 2a_1$	$a_1$
3	$a_0 + 3a_1$	$a_1$
4	$a_0 + 4a_1$	$a_1$

Параметр  $a_0$  означает начальный уровень тренда при  $t = 0$ . Параметр  $a_1$  характеризует средний абсолютный прирост в единицу времени  $t$ .

Так, по уравнению тренда для индексов потребительских цен  $y = 99,9 + 1,9t$ , где  $t = 1, 2, \dots, 12$  мес., видно, что ежемесячно цены возрастали в среднем на 1,9 процентных пункта. В линейном тренде уровни динамического ряда изменяются в арифметической прогрессии. Это значит, что при прогнозировании по линейному тренду предполагаются падающие темпы роста уровня временного ряда.

При  $K = 2$  получаем параболу второй степени:  $\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$ . Данная функция рекомендуется для прогнозирования, если ряд характеризуется стабильным абсолютным ускорением, т. е. постоянными являются вторые разности (приросты абсолютных приростов). Убедимся в этом, подставив в уравнение параболы второй степени порядковые значения  $t$ :

$t$	$\hat{y}_t = a_0 + a_1t + a_2t^2$	$\Delta$	$\Delta''$
0	$a_0$	—	—
1	$a_0 + a_1 + a_2$	$a_1 + a_2$	—
2	$a_0 + 2a_1 + 4a_2$	$a_1 + 3a_2$	$2a_2$
3	$a_0 + 3a_1 + 9a_2$	$a_1 + 5a_2$	$2a_2$
4	$a_0 + 4a_1 + 16a_2$	$a_1 + 7a_2$	$2a_2$
5	$a_0 + 5a_1 + 25a_2$	$a_1 + 9a_2$	$2a_2$

Здесь  $a_0$  — начальный уровень тренда при  $t=0$ ;  $a_1$  — средний абсолютный прирост за рассматриваемый период времени, если  $t$  обозначено так, что  $\sum t=0$ ;  $a_2$  — половина абсолютного ускорения динамического ряда.

Даже если тренд хорошо описывается параболой второй степени, то для долгосрочного прогноза в экономике он, как правило, затруднителен (особенно если  $a_2 < 0$ ).

Например, производство мяса в России за 1983–1995 гг. характеризовалось уравнением параболы:  $\hat{y} = 9,7133 - 0,1593t - 0,0817t^2$  при  $t=0$  для 1989 г. Ошибка аппроксимации (расхождений фактических данных  $y_t$  от теоретических  $\hat{y}_t$ ) составляла всего 3,3%. Однако исходя из этого уравнения тренда уже в 2000 г. производство мяса представляет собой отрицательные величины ( $\hat{y}_t < 0$ ). Соответственно этот тренд не может быть использован на дальнюю перспективу.

Парабола второй степени означает смену тенденции за рассматриваемый период времени (рост сменяется падением или наоборот). Такое возможно, если существенно изменились условия функционирования явления. Это, как правило, связано с новым этапом в развитии явления во времени. Предвидеть, что этот этап продлится достаточно долго, весьма проблематично. Для краткосрочного прогноза данная функция может иметь место.

Еще более проблематично использование в долгосрочном и среднесрочном прогнозах параболы третьей степени:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3.$$

Формально этот вид тренда предполагает, что во временном ряду стабильны третьи разности ( $\Delta'''$ ), т. е. приросты вторых приростов. Это означает, что по ряду динамики тенденцию имеют абсолютные ускорения (вторые разности):

$t$	$\hat{y}_t = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$	$\Delta$	$\Delta''$	$\Delta'''$
0	$a_0$	—	—	—
1	$a_0 + a_1 + a_2 + a_3$	$a_1 + a_2 + a_3$	—	—
2	$a_0 + 2a_1 + 4a_2 + 8a_3$	$a_1 + 3a_2 + 7a_3$	$2a_2 + 6a_3$	$6a_3$
3	$a_0 + 3a_1 + 9a_2 + 27a_3$	$a_1 + 5a_2 + 19a_3$	$2a_2 + 12a_3$	$6a_3$
4	$a_0 + 4a_1 + 16a_2 + 64a_3$	$a_1 + 7a_2 + 37a_3$	$2a_2 + 18a_3$	$6a_3$
5	$a_0 + 5a_1 + 25a_2 + 125a_3$	$a_1 + 9a_2 + 61a_3$	$2a_2 + 24a_3$	$6a_3$

В параболе третьей степени скорости ряда ( $\Delta$ ) могут менять свое направление (рис. 8.7).

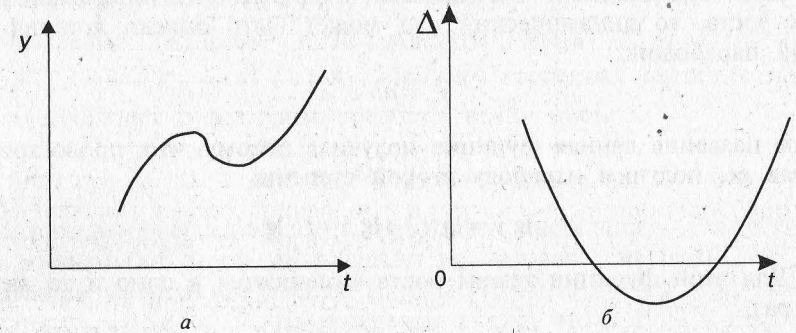


Рис. 8.7. График параболы третьей степени для уровней динамического ряда (а) и ее приростов (б)

В этом случае ряд характеризуется тремя этапами развития (рост, спад и опять рост), и при прогнозе на длительный период нет уверенности в правомерности и экстраполяции третьего периода. Кроме того, полиномы высоких степеней требуют достаточно длинных динамических рядов, чтобы параметры тренда были статистически надежными: на каждый параметр при  $t$  должно приходиться не менее 6–7 временных единиц. Следовательно, парабола третьей степени должна содержать ряд хотя бы в 20 лет, что предполагает достаточно стабильную экономику.

Чаще отдают предпочтение функциям с меньшим числом параметров. Среди них широкое применение находит показательная кривая  $y = ab^t$  или равносильная ей экспонента  $y = e^{a+bt}$ . Эти функции рекомендуются использовать, если ряд динамики характеризуется стабильным темпом роста.

$t$	$\hat{y} = ab^t$	Коэффициент роста
1	$ab$	—
2	$ab^2$	$b$
3	$ab^3$	$b$
4	$ab^4$	$b$
5	$ab^5$	$b$

Следовательно, если за ряд лет динамика прибыли характеризуется уравнением вида:  $\hat{y}_t = 13,5 \cdot 1,5^t$ , где  $t=1,2,\dots$ , то ежегодно прибыль возрастает в среднем на 50% (коэффициент роста 1,5). Данный тренд в виде экспоненты примет выражение:  $y = e^{2,603 + 0,405t}$ , где  $e^{2,603} = 13,5$  и  $e^{0,405} = 1,5$ . Рост по экспоненте означает геометрическую прогрессию уровней динамического ряда, что в экономике возможно в сравнительно небольшой период времени (ограничены ресурсы, ме-



няются условия рынка). Поэтому данный вид тренда используется в основном в краткосрочных прогнозах.

Если стабильными оказываются коэффициенты опережения темпов роста, то динамический ряд может быть описан логарифмической параболой:

$$\hat{y}_t = ab^t c^{t^2}.$$

Свое название данная функция получила потому, что, прологарифмировав ее, получим параболу второй степени:

$$\lg y = \lg a + t \lg b + t^2 \lg c.$$

Для этой функции темпы роста изменяются в одно и то же число раз.

$t$	$y = ab^t c^{t^2}$	Коэффициент роста	Коэффициент опережения ( $K_t / K_{t-1}$ )
1	$abc$	—	—
2	$ab^2 c^4$	$bc^3$	—
3	$ab^3 c^9$	$bc^5$	$c^2$
4	$ab^4 c^{16}$	$bc^7$	$c^2$
5	$ab^5 c^{25}$	$bc^9$	$c^2$

Так, если дебиторская задолженность за ряд лет характеризуется уравнением  $y = 1,47 \cdot 1,30^t \cdot 1,05^{t^2}$ , то это означает ее ускоренное увеличение с коэффициентом опережения темпов роста, равным  $1,05^2$ , т. е.  $1,1025$ . Или, иначе, темпы роста ежегодно возрастают в среднем в  $1,1025$  раза.

При подборе функций уравнений трендов можно использовать и другие их виды, параметры при которых не имеют экономической интерпретации. При этом применяются линеаризуемые функции, т. е. функции, приводимые к линейному виду. Так, при замедленном росте уровней динамического ряда может использоваться полулогарифмическая кривая:  $y = a + b \ln t$ . Она легко преобразовывается в линейную функцию, если заменить  $\ln t$  на  $T$ :  $y = a + bT$ . В 90-е годы по этой функции развивалось потребление в стране картофеля:  $y = 93,1 + 11,8 \ln t$ .

Среди функций, легко приводимых к линейному виду, можно назвать степенную:  $y = at^b$ . Прологарифмировав ее, получим линейно-логарифмический тренд:

$$\ln y = \ln a + b \ln t.$$

Заменив в нем  $\ln y$  на  $Y$ ,  $\ln a$  на  $A$  и  $\ln t$  на  $T$ , приходим к выражению линейного тренда:

$$Y = A + bT.$$

Степенная кривая предполагает разную меру пропорциональности изменений уровней динамического ряда во времени. При  $b > 0$  она

характеризует непрерывный рост уровней, а при  $b < 0$  — их снижение. Величина  $t^b$  означает базисный коэффициент роста. Так, при  $t = 1$   $y = at^b = a$ ; при  $t = 2$   $y = a2^b$ ; при  $t = 3$   $y = a3^b$ ; при  $t = 4$   $y = a4^b$  и т. д. Соответственно базисные коэффициенты роста:  $K_1 = a2^b / a = 2^b$ ;  $K_2 = a3^b / a = 3^b$ ;  $K_3 = a4^b / a = 4^b$ . Поэтому степенная функция практически сообщает о величине среднего темпа роста:

$$\bar{T} = 100 \sqrt[t-1]{t^b} - 1.$$

Например, обеспеченность городского населения Республики Коми жильем (кв. м общей площади на человека) за 1990–1999 гг. описывается уравнением тренда:  $\ln y = 2,765 + 0,08 \ln t$  или при потенцировании:  $y = 15,876 t^{0,08}$ . Из уравнения видно, что в 1990 г. теоретическое (расчетное) значение составляло  $15,9 \text{ м}^2$ . Годы были обозначены как 1, 2, ..., 10. Следовательно, за весь период обеспеченность населения жильем выросла в  $1,202$  раза ( $10^{0,08}$ ), т. е. ежегодно она возрастала в среднем на  $2,07\%$ :  $(\sqrt[10]{1,202} - 1) \cdot 100$ .

В уравнении регрессии вида  $y = ax^b$  параметр  $b$  трактуется как коэффициент эластичности: с ростом  $x$  на  $1\%$   $y$  возрастает в среднем на  $b\%$ . Применительно к уравнению тренда параметр  $b$  также характеризует эластичность изменения  $y$ : процент увеличения времени  $t$  приводит в рассмотренном примере к росту обеспеченности жильем в среднем на  $0,08\%$ . Такая трактовка степенного тренда в экономике не принята, ибо тогда надо переводить в реальные единицы времени величину процента увеличения  $t$ . В нашем примере  $\bar{t} = 5,5$  года, соответственно  $1\%$  прироста  $t = 0,055$  года, что составляет  $0,66$  месяца. Увеличение единицы времени  $t$  на эту величину характеризуется ростом обеспеченности жилья на  $0,08\%$ .

В частном случае при  $b = -1$  уравнение степенного тренда превращается в гиперболу:  $y = a/t$ , асимптотами которой служат оси координат, а произведение  $y$  на  $t$  постоянно ( $y \cdot t = a$ ). Такого рода функцию можно видеть при изучении тенденции спроса на товары не первой необходимости, если для них наблюдается рост цен за рассматриваемый период. В этом случае процент увеличения единицы времени  $t$  приводит к такому же уменьшению спроса.

Среди гипербол наибольшее распространение получили тренды следующего вида:

$$1) y = a + b/t;$$

$$2) y = 1/(a + bt);$$

$$3) y = t/(a + bt);$$

$$4) y = a + \frac{b}{c+t}.$$

Гиперболические кривые характеризуются наличием асимптоты, выше или ниже которой признак не может принимать значения (верхняя или нижняя асимптоты).

При наличии понижающейся тенденции уровней ряда гипербола для прогноза предпочтительнее, чем, например, линейный тренд  $y = a - bt$ , ибо при увеличении значений  $t$  в уравнении линейного тренда возможно при прогнозе на дальнюю перспективу получить  $y < 0$ , а в гиперболе  $y = a + b/t$  величина  $y$  не может быть меньше параметра  $a$ .

Равносторонняя гипербола вида

$$y = a + \frac{b}{t}$$

преобразовывается в линейный тренд путем замены  $1/t$  на  $T$ :

$$y = a + bT.$$

Если  $b > 0$ , то значения уровней динамического ряда снижаются во времени и асимптотически приближаются к параметру  $a$ .

Например, отношение валютного курса рубля к паритету покупательной силы за период с мая 1995 г. по апрель 1996 г. характеризовалось уравнением тренда:  $y = 1,396 + 0,707/t$  при  $r^2 = 0,989$ . Оно демонстрирует понижающуюся тенденцию, при которой соотношение курса рубля и паритета покупательной силы не может быть меньше 1,396. Тенденция описывает 98,9% вариации уровней временного ряда, и лишь 1,1% дисперсии уровней ряда связано с действием случайных факторов.

Если  $b < 0$ , то уравнение тренда

$$y = a - \frac{b}{t}$$

характеризует тенденцию к росту уровней ряда с асимптотической границей, равной параметру  $a$ .

Например, численность мужчин старше трудоспособного возраста в Санкт-Петербурге за 1979–1995 гг. характеризовалась повышающейся тенденцией:  $y = 296,92 - 89,90/t$ , из которой следует, что численность мужчин старше трудоспособного возраста за этот период не может превысить 296,9 тыс. человек. Следует отметить, что этот максимум выдерживался для 1996 и 1997 гг., а в 1998 г. фактический уровень несколько превысил данную величину, составив 303,1 тыс. человек.

Гипербола вида

$$y = \frac{1}{a + bt}$$

нередко называется обратной функцией, так как она сводится к линейному виду с помощью обратного преобразования  $y$ , а именно  $1/y = Y$ , и тогда имеем уравнение:

$$Y = a + bt.$$

Следует отметить, что если  $1/y$  имеет экономический смысл, то экономически интерпретируются параметры  $a$  и  $b$  (аналогично линейному тренду). Реально это может иметь место, например, при изучении динамики разного рода коэффициентов деловой активности предприятия. Так, если  $y$  — это коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, то  $1/y$  — срок оборота дебиторской задолженности в единицах времени для данного динамического ряда (если ряд в годах, то  $1/y$  — то же в годах;  $1/y$  можно выразить в днях, умножив на 365). Или, например,  $y$  — производительность труда, тогда  $1/y$  — трудоемкость продукции. Во всех других случаях, когда  $1/y$  не имеет экономического смысла, параметры обратной функции экономически не интерпретируются. Так, для 1990–1998 гг. потребление молока на душу населения характеризовалось трендом:  $y = 1/0,002614 + 0,0003349t$  при  $t = 0, 1, 2, \dots, 8$ . Подставляя в это уравнение  $t = 9$ , получим прогноз на 1999 г. (177,7 кг), величина которого довольно близко подходит к фактическому уровню 1999 г. (184). Ошибка составляет всего 3,4%. При  $b > 0$ , как в нашем примере, уровни ряда имеют тенденцию к понижению и стремятся к 0 при неограниченном увеличении  $t$ , что в прогнозах практически не используется: в краткосрочных и среднесрочных прогнозах число прогнозных точек для  $t$  невелико. При  $b < 0$  кривая описывает повышающуюся тенденцию.

Тип гиперболы вида

$$y = \frac{t}{a + bt}$$

сводится к линейной функции путем преобразований:

$$\frac{1}{y} = Y; Y = \frac{a + bt}{t} = \frac{a}{t} + b$$

и далее  $1/t = T; Y = b + aT$ . В данной функции параметр  $b$  определяет начальный уровень при  $T = 0$ , а параметр  $a$  — коэффициент наклона линии тренда. Для этого типа гиперболы при  $t = 0, y = 0$ , при  $b > 0$  уровни ряда имеют тенденции к повышению и при неограниченном увеличении  $t$  они асимптотически приближаются к величине  $1/b$ . При  $b < 0$  кривая становится неустойчивой при  $t = a/b$  и для прогноза неприменима.

Гипербола вида

$$y = a + \frac{b}{c + t}$$

при  $b > 0$  и  $c > 0$  характеризует падающую тенденцию с нижней асимптотой, равной параметру  $a$ . При  $t = 0, y = a + b/c$ , демонстрируя теоретический начальный уровень динамического ряда, принимаемый за

базу сравнения. Прогнозное значение при данной функции находится в интервале  $y_n > y_p > a$ , где  $y_n$  — конечный уровень динамического ряда. При  $b < 0$  данная кривая означает рост уровней динамического ряда: например, рост потребления товара с течением времени происходит не бесконечно, а до определенного предела. Параметр  $a$  будет описывать этот предел, представляя собой верхнюю асимптоту. С учетом ее и производятся расчеты потребления товара на перспективу. Прогнозное значение в этом случае находится в интервале  $y_n < y_p < a$ . Рассматриваемая гипербола  $y = a + b/(c+t)$  предполагает более плавное замедление изменения уровней, чем гипербола вида  $y = a + b/t$ .

Ограничения на рост (снижение) уровней дают не только гиперболические функции.

Среди кривых с насыщением видное место занимает модифицированная экспонента:

$$y = c \pm ab^t,$$

где  $c$  — асимптота (верхняя — для функции  $y = c - ab^t$  и нижняя — для функции  $y = c + ab^t$ ).

Модифицированная экспонента применима, когда при прогнозе следует учитывать ограничение роста (или снижения) уровней динамического ряда. Так, при изучении тенденций роста уровня механизации труда в уравнение тренда может быть включена верхняя асимптота, равная 100%, — максимально возможный уровень, к которому стремится  $y$ . Если изучается динамика детской смертности, то речь может идти об установлении нижней асимптоты — значения  $y$ , ниже которого детская смертность не может быть исходя из достигнутых условий жизни. При  $t = 0$   $y = c \pm a$  и параметр  $a$  равен  $(y - c)$  при  $a > 0$  и  $(c - y)$  при  $a < 0$ .

Модифицированная экспонента характеризуется постоянным отношением последовательных во времени приростов. Величина этого отношения равна параметру  $b$ . В этом можно убедиться, подставив в данную функцию последовательные значения  $t$ :

$t$	$y = c + ab^t$	$\Delta$	$\frac{\Delta_i}{\Delta_{i-1}}$
0	$c + a$	—	—
1	$c + ab$	$a(b-1)$	—
2	$c + ab^2$	$ab(b-1)$	$b$
3	$c + ab^3$	$ab^2(b-1)$	$b$
4	$c + ab^4$	$ab^3(b-1)$	$b$
5	$c + ab^5$	$ab^4(b-1)$	$b$

Так, модифицированная экспонента роста уровня механизации труда  $y = 100 - 12,7 \cdot 0,895^t$  означает, что ежегодно скорость ряда сни-

жается в 0,895 раза, или на 10,5%; верхняя граница уровня механизации труда составляет 100%. Поскольку  $(100 - y)$  характеризует уровень ручного труда, то в данном случае интерпретируется и параметр  $a$ :  $a = 12,7$  означает начальный уровень ручного труда в %, соответственно  $(100 - a)$  показывает начальный по ряду уровень механизированного труда, т.е. 87,3%.

Модифицированная экспонента служит базовой кривой для других кривых с насыщением, а именно для логистической кривой и кривой Гомперца. Тенденция развития явления при этом охватывает три этапа: вначале довольно медленный рост, который затем убыстрится и сменяется уменьшением роста и приближением уровня ряда к предельному значению, т.е. к уровню насыщения.

Если в модифицированной экспоненте вместо  $y$  ввести обратную величину  $(1/y)$ , то получим логистическую кривую вида:

$$y = \frac{1}{c + ab^t},$$

которую называют также *кривой Перла-Рида*. В ней верхняя асимптота составит величину  $1/c$ . Логистическая кривая (рис. 8.8) относится к классу S-образных кривых, т.е. имеет S-образную форму с точкой перегиба, равной

$$t_p = \frac{1}{\ln b} \ln \frac{c}{a}.$$

Значение  $y$  в точке перегиба равно  $1/2c$ . Следует заметить, что при практических расчетах исследователь часто не имеет в полном виде S-образную кривую и точка перегиба может тогда находиться за пределами наблюдаемых величин уровня динамического ряда. В этом случае верхняя асимптота является теоретическим максимумом и ориентироваться в прогнозировании на него достаточно проблематично. Так, например, по данным за 11 лет К. Д. Льюис рассматривает логистическую кривую затрат на строительство автомобильных дорог<sup>1</sup>:

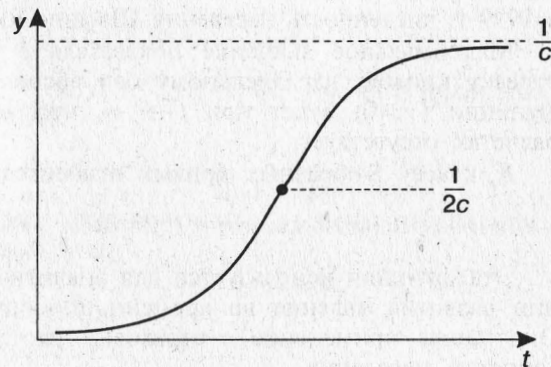


Рис. 8.8. Логистическая кривая

<sup>1</sup> Льюис К. Д. Методы прогнозирования экономических показателей. Пер. с англ. М.: Финансы и статистика, 1986. С. 112–114.



$y = 1/(0,000193 + 0,00187 \cdot 0,8734^t)$ . Для нее точка перегиба составляет 16,7 года, что не принадлежит интервалу наблюдаемого временного ряда. Соответственно точка перегиба является не теоретическим уровнем фактического значения  $y$ , а прогнозной величиной, равной 2590,6 при  $t = 16,7$ . Предельное значение затрат на строительство автомобильных дорог составит  $1/c = 5181$ . Между тем ввиду малой длины динамического ряда прогноз возможен лишь на 1–2 года. Так, при  $t = 12$   $y_p = 1781$ , что в 2,9 раза меньше предельного значения функции.

Однако чаще применяется логистическая кривая вида:

$$y = \frac{c}{1 + be^{-at}}$$

где  $c$  – верхняя асимптота;  $b$  и  $a$  – параметры функции;  $e$  – основание натурального логарифма.

Механизм развития производства новых товаров описывается иногда этой кривой. Г. Тинтнер<sup>1</sup> применил данную функцию для описания тенденции роста численности шведского населения за 100 лет по 10-летним интервалам с 1850 по 1950 г.:

$$y = \frac{10328806}{1 + 2,1176e^{-0,14t}}$$

Согласно этой кривой верхняя асимптота тенденции роста численности шведского населения составляла 10 328 806 человек (справочно: в 1999 г. численность населения Швеции составляла 9,2 млн. человек).

Максимальное значение показателя  $c$  соответствует на графике отрезку кривой, параллельному оси абсцисс. Минимальное значение функции ( $y=0$ ) будет при  $t \rightarrow -\infty$ , что, естественно, в прогнозных расчетах отсутствует.

К классу S-образных кривых относится также кривая Гомперца:

$$y = ca^{b^t}$$

Эта функция используется для аналитического выражения тенденции развития явления во времени, имеющего ограничения на рост. Она нашла применение в страховых расчетах и экстраполяции численности населения.

Верхний предел для уровня динамического ряда равен параметру  $c$ , а нижний – нулю, если  $\ln a < 0$  (рис. 8.9).

Если  $\ln a > 0$ , то кривая имеет лишь нижний предел, равный величине параметра  $c$  (рис. 8.10).

Кривая Гомперца основана на модифицированной экспоненте. Прологарифмировав уравнение кривой Гомперца, получим выражение:

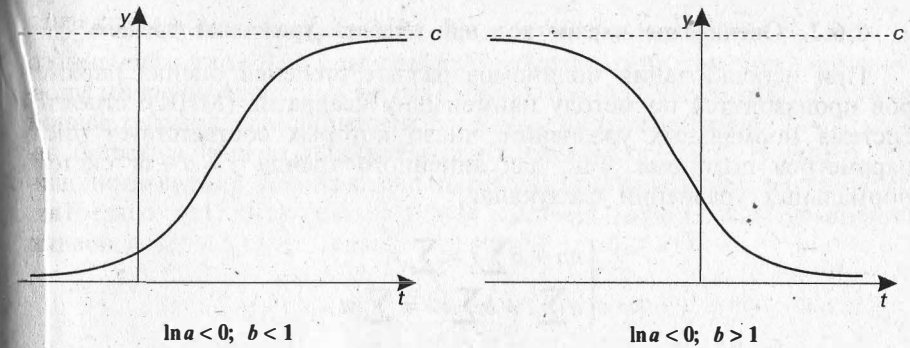


Рис. 8.9. Кривые Гомперца с верхней асимптотой

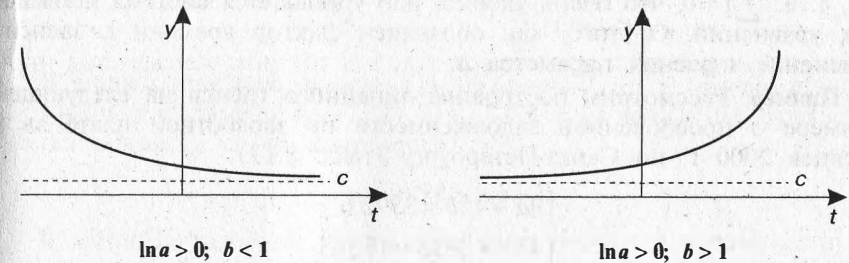


Рис. 8.10. Кривые Гомперца с нижней асимптотой

$$\lg y = \lg c + b^t \lg a.$$

Заменив в нем  $\lg y$  на  $Y$ ,  $\lg c$  на  $c'$  и  $\lg a$  на  $a'$ , получим уравнение модифицированной экспоненты:

$$Y = c' + a'b^t,$$

в котором параметр  $c'$  будет характеризовать уровень насыщения. Точкой изгиба данной кривой будет

$$t_p = \frac{1}{\ln b} \ln\left(-\frac{1}{\ln a}\right)$$

со значением функции  $y_p = c/e$ , где  $e = 2,71828$ .

Так, если кривая Гомперца имеет вид  $y = 4644,5 \cdot 0,0961435^{0,93176^t}$  (Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. С. 111–112), то величина 4644,5 характеризует предельное по данной функции значение затрат на строительство автомобильных дорог. Точка перегиба составляет 12 лет, ей соответствуют затраты 1708,6.

В этой точке прирост затрат достигает максимума, а далее прирост постепенно падает.

<sup>1</sup> Тинтнер Г. Введение в эконометрию. Пер. с нем. М.: Статистика, 1965. С. 291.



### 8.6.2. Оценивание параметров при подборе уравнений трендов

При использовании полиномов разных степеней оценка параметров производится по методу наименьших квадратов (МНК): строится система нормальных уравнений, число которых соответствует числу параметров полинома. Так, для линейного тренда  $y = a + bt$  система нормальных уравнений следующая:

$$\begin{cases} na + b \sum t = \sum y \\ a \sum t + b \sum t^2 = \sum yt, \end{cases}$$

в которой при машинной обработке  $t$  обычно обозначается как 1, 2, ...,  $n$ . При ручном способе счета  $t$  берется как отклонение от центра, т. е.  $\sum t = 0$ , что очень удобно, ибо упрощается система нормальных уравнений. От того, как обозначен фактор времени  $t$ , зависит изменение значения параметра  $a$ .

**Пример.** Рассмотрим построение линейного тренда на следующем примере о просроченной задолженности по заработной плате за 9 месяцев 2000 г. по Санкт-Петербургу (табл. 8.13)

$$\begin{cases} 9a + 45b = 3392,6 \\ 45a + 285b = 16565 \end{cases}$$

$$a = 410,12; \quad b = -6,63(3); \quad y = 410,12 - 6,63t \quad \text{при } t = [1, 2, \dots, 9].$$

Таблица 8.13

Расчет параметров линейного тренда

(млн. руб.)

Месяцы	$y$	$t$	$t^2$	$yt$	$t^*$	$(t^*)^2$	$yt^*$	$\hat{y}_t$
Январь	387,6	1	1	387,6	-4	16	-1550,4	403,5
Февраль	399,9	2	4	799,8	-3	9	-1199,7	396,9
Март	404,0	3	9	1212,0	-2	4	-808,0	390,2
Апрель	383,1	4	16	1532,4	-1	1	-383,1	383,6
Май	376,9	5	25	1884,5	0	0	0	376,9
Июнь	377,7	6	36	2266,2	1	1	377,7	370,3
Июль	358,1	7	49	2506,7	2	4	716,2	363,7
Август	371,9	8	64	2975,2	3	9	1115,7	357,1
Сентябрь	333,4	9	81	3000,6	4	16	1333,6	350,4
Итого	3392,6	45	285	16,565	0	60	-398	3392,6

Как видим, за 9 месяцев 2000 г. просроченная задолженность по заработной плате ежемесячно снижалась в среднем на 6,6 млн.

руб., а расчетное значение просроченной задолженности за декабрь 1999 г. составило 410,1 млн. руб. Соответственно точечный прогноз на октябрь составит:  $y_p = 410,12 - 6,63 \cdot 10 = 343,8$  млн. руб. Фактически за октябрь просроченная задолженность составила 344,7 млн. руб. Ошибка прогноза 0,3%. Ту же величину прогноза получим, построив уравнение тренда с использованием обозначения дат с нулем в середине ( $t^*$ ). Так как  $\sum t^* = 0$ , система нормальных уравнений примет вид:

$$\begin{cases} na = \sum y \\ b \sum (t^*)^2 = \sum yt^* \end{cases}$$

Откуда

$$a = \frac{\sum y}{n} = \bar{y} \quad \text{и} \quad b = \frac{\sum yt^*}{\sum (t^*)^2}$$

В нашем примере имеем  $\bar{y} = 3392,6 / 9 = 376,9(5)$ . Следовательно,  $a = 376,96$ , а параметр  $b = -398 / 60 = -6,63$ . Соответственно уравнение тренда окажется следующего вида:

$$y = 376,96 - 6,63t^*$$

В данном уравнении изменилось лишь значение параметра  $a$ , который теперь фиксирует расчетное значение просроченной задолженности за май 2000 г., когда  $t^* = 0$ . В предыдущем варианте уравнения тренда расчетное значение за май составит:  $\hat{y} = 410,12 - 6,63 \cdot 5 = 376,6$ , т. е. ту же величину, что и параметр  $a$  во втором варианте уравнения тренда. Прогноз по уравнению  $y = 376,96 - 6,63t^*$  производим так же, подставив в него очередное по порядку значение  $t^* = 5$ , т. е.  $y_p = 376,96 - 6,63 \cdot 5 = 343,8$ .

В рассмотренном примере динамический ряд включал нечетное число уровней (9). При четном числе уровней в ряду динамики центральными являются два уровня и за ноль для  $t^*$  принимается середина между ними. Соответственно предыдущие временные даты принимают значения: -0,5; -1,5; -2,5 и т. д., а последующие: 0,5; 1,5; 2,5 и т. п. Чтобы не работать с дробными значениями  $t^*$ , их можно удвоить, т. е. использовать величины: -1, -3, -5 ... и 1, 3, 5, ... Однако в этом случае параметр  $b$  будет характеризовать лишь половину среднего абсолютного прироста и не совпадет с его величиной при обозначении дат 1, 2, 3, ...

Предположим, что в рассмотренном примере были использованы при построении уравнения тренда также данные за октябрь (344,7). Тогда, обозначив месяцы 1, 2, ..., 8, 9, 10, получим уравнение тренда:  $y = 409,94 - 6,58t$ , исходя из которого делаем выводы по существу такие же, как и ранее: ежемесячно просроченная задолженность снижалась в среднем на 6,6 млн. руб., а расчетное значение за декабрь 1999 г. составило 409,9 млн. руб., что доста-

точно близко подходит к предыдущему расчету 410,1 млн. руб. Если же месяцы будут обозначены как -4,5; -3,5; -2,5; -1,5; -0,5; 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5, то уравнение тренда будет иметь вид:  $y = 373,73 - 6,58t$ . Как и ранее, изменилось только значение параметра  $a$ , который фиксирует среднее значение уровня за 10 месяцев. Если же месяцы будут обозначены: -9, -7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7, 9, то уравнение тренда будет иметь вид:  $y = 373,73 - 3,29t$ . Из него можно сделать вывод, что в среднем за полмесяца задолженность снижалась на 3,29 млн. руб., т. е. за месяц на 6,58 млн. руб., что и соответствует предыдущему уравнению тренда.

Как видим, от обозначения временных дат меняется интерпретация параметров уравнения тренда. Поэтому рядом с трендом необходимо указывать обозначение фактора времени  $t$ . Изменение положения начала отсчета  $t$  в уравнении параболы второй степени  $y = a + bt + ct^2$  влияет не только на свободный член уравнения тренда ( $a$ ), но и на параметр  $b$ .

**Пример.** Затраты предприятия на рекламу составили по месяцам года (тыс. руб.):

Месяц	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й
Затраты	2	9	24	47	78	116	162	216	277

Нетрудно увидеть, что по данному ряду фактически стабильными являются приросты абсолютных приростов и тренд может быть выражен параболой второй степени:  $y = a + bt + ct^2$ , расчет которого и представлен в табл. 8.14.

Таблица 8.14

Расчет параметров тренда:  $y = a + bt + ct^2$

$t$	$y$	$t^2$	$t^3$	$t^4$	$yt$	$yt^2$	$\Delta$	$\Delta''$
1	2	1	1	1	2	2	—	—
2	9	4	8	16	18	36	7	—
3	24	9	27	81	72	216	15	8
4	47	16	64	256	188	752	23	8
5	78	25	125	625	390	1950	31	8
6	116	36	216	1296	696	4176	38	7
7	162	49	343	2401	1134	7938	46	8
8	216	64	512	4096	1728	13824	54	8
9	277	81	729	6561	2493	22437	61	7
$\Sigma = 45$	931	285	2025	15333	6721	51331	275	54

Система нормальных уравнений для расчета параметров параболы второй степени составит:

$$\begin{cases} na + b \sum t + c \sum t^2 = \sum y \\ a \sum t + b \sum t^2 + c \sum t^3 = \sum yt \\ a \sum t^2 + b \sum t^3 + c \sum t^4 = \sum yt^2 \end{cases}$$

Исходя из итоговой строки табл. 8.14, для нашего примера данная система предстанет в виде:

$$\begin{cases} 9a + 45b + 285c = 931 \\ 45a + 285b + 2025c = 6721 \\ 285a + 2025b + 15333c = 51331 \end{cases}$$

Решая ее методом определителей, получим:  $\Delta = 166320$ ,  $\Delta_a = 344520$ ,  $\Delta_b = -695448$ ,  $\Delta_c = 642240$ . Тогда параметры уравнения тренда окажутся равными:

$$a = \Delta_a / \Delta = 2,071; \quad b = \Delta_b / \Delta = -4,181; \quad c = \Delta_c / \Delta = 3,861$$

Соответственно уравнение тренда составит:

$$y = 2,071 - 4,181t + 3,861t^2,$$

где  $a = 2,071$  тыс. руб. — затраты на рекламу в декабре предыдущего года, когда  $t = 0$ ;  $c = 3,861$  тыс. руб. — половина абсолютного ускорения по динамическому ряду, т. е. средняя ежемесячная величина абсолютного ускорения составляет:  $3,861 \cdot 2 = 7,72$  тыс. руб., что соответствует данным последней графы табл. 8.14 ( $\Delta''$  стабильны и среднее их значение равно 7,71 тыс. руб.). Параметр  $b$  в данном случае экономической интерпретации не имеет.

Иной смысл приобретают параметры параболы второй степени при обозначении  $t$  с нулем в центре (табл. 8.15).

Таблица 8.15

Упрощенный метод расчета параметров параболы второй степени

$y$	$t$	$t^2$	$yt$	$t^4$	$yt^2$	$\hat{y}_t$
2	-4	16	-8	256	32	1,7
9	-3	9	-27	81	81	9,2
24	-2	4	-48	16	96	24,3
47	-1	1	-47	1	47	47,1
78	0	0	0	0	0	77,7
116	1	1	116	1	116	116,1
162	2	4	324	16	648	162,0
216	3	9	648	81	1944	215,8
277	4	16	1108	256	4432	277,2
$\Sigma = 931$	0	60	2066	708	7396	931

Система нормальных уравнений в этом случае упрощается, так как  $\sum t = \sum t^3 = 0$ :

$$\begin{cases} na + c \sum t^2 = \sum y \\ b \sum t^2 = \sum yt \\ a \sum t^2 + c \sum t^4 = \sum yt^2 \end{cases}$$

Исходя из итоговой строки табл. 8.15, система нормальных уравнений составит:

$$\begin{cases} 9a + 60c = 931 \\ 60b = 2066 \\ 60a + 708c = 7396 \end{cases}$$

Из этой системы сразу же определяется параметр  $b$ :

$$b = 2066 / 60 = 34,43(3).$$

Его величина соответствует в данном случае (при  $\sum t = 0$ ) среднему абсолютному приросту уровней динамического ряда. Из табл. 8.14 следует, что

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum \Delta}{n} = \frac{275}{8} = 34,375,$$

или, иначе:

$$\bar{\Delta} = \frac{y_n - y_1}{n-1} = \frac{277-2}{9-1} = 34,375.$$

Чтобы определить параметры  $a$  и  $c$ , решим систему уравнений:

$$\begin{cases} 9a + 60c = 931 \\ 60a + 708c = 7396 \end{cases}$$

Откуда  $a = 77,701$  и  $c = 3,861$ . Иными словами, уравнение тренда составит:

$$y = 77,701 + 34,433t + 3,861t^2.$$

Как видим, параметр  $c$  остался без перемен, а параметр  $a$  поменял свое значение. Его величина характеризует расчетное значение  $y$  при  $t = 0$ , т. е. при фактическом размере затрат в мае в 78 тыс. руб. расчетное значение исходя из параболы второй степени составило 77,7 тыс. руб. Не следует отождествлять величину параметра  $a$  со средним уровнем динамического ряда, т. е.  $\bar{y}$ . При параболе второй степени  $a \neq \bar{y}$  в отличие от линейного тренда. Так, в рассматриваемом примере

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{931}{9} = 103,44.$$

Величина параметра  $a$  при четном числе уровней динамического ряда будет характеризовать срединное из двух центральных значений уровня динамического ряда при  $\sum t = 0$ .

Прогнозные значения определяются так же, как было показано для линейного тренда, т. е. путем подстановки следующего по порядку значения  $t$ . Так, на октябрь затраты на рекламу составят:

$$y_p = 2,071 - 4,181 \cdot 10 + 3,861 \cdot 100 = 346,36,$$

или

$$y_p = 77,701 + 34,433 \cdot 5 + 3,861 \cdot 25 = 346,39.$$

Аналогично определяются параметры и полиномов более высоких степеней.

Метод наименьших квадратов применим и для оценки параметров показательной функции  $y = ab^t$  или экспоненты  $y = e^{a+bt}$ , так как эти функции путем логарифмирования приводятся к линейному виду:

$$\lg y = \lg a + t \lg b \text{ или } \ln y = a + bt.$$

Далее строится система нормальных уравнений к логарифмам исходных уровней ряда. Ввиду того что МНК применяются к логарифмам, оцененные параметры оказываются несколько смещенными (заниженными). В этом можно убедиться, если принять обозначения дат такими, чтобы  $\sum t = 0$ . Тогда применительно к системе нормальных уравнений для тренда вида:

$$\lg y = \lg a + t \lg b$$

первое уравнение системы составит:

$$n \lg a = \sum \lg y.$$

Соответственно

$$\lg a = \frac{1}{n} \sum \lg y,$$

откуда

$$a = \sqrt[n]{y_1 \cdot y_2 \cdot \dots \cdot y_n},$$

т. е. параметр  $a$  представляет собой среднюю геометрическую из значений уровней ряда. Между тем при собственно линейном тренде при  $\sum t = 0$  первое уравнение системы нормальных уравнений примет вид:



$$na = \sum y \text{ и } a = \frac{\sum y}{n},$$

что представляет собой среднюю арифметическую. По правилу мажорантности средняя геометрическая меньше средней арифметической, вычисленной по одним и тем же данным.

Как правило, если экспонента применяется по динамическому ряду с примерно одинаковыми темпами роста, то результаты оценивания параметров оказываются удачными. Если же темпы роста подчиняются иной закономерности, то смещение может быть большим и соответственно  $\sum y$  может быть не равно  $\sum \hat{y}_t$ . Если МНК применяются для оценки параметров линейного тренда, параболы второго или более высокого порядка, то  $\sum y = \sum \hat{y}_t$  (см. последнюю графу табл. 8.13).

Покажем расчет параметров для показательной кривой:  $y = ab^t$ .

**Пример.** В табл. 8.16 приведена численность городского населения России на начало года.

Таблица 8.16

(млн. чел.)

	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.
Численность населения	109,2	109,8	109,7	108,7	108,5	108,3	108,1	107,8	107,5
$K_{роста}$	—	1,005	0,999	0,991	0,989	0,998	0,998	0,997	0,997

Ежегодно численность городского населения за рассматриваемый период снижалась с 1992 г. При этом темпы снижения варьируют незначительно. Поэтому можно предположить их стабильность и представить тенденцию в виде уравнения  $y = ab^t$ . Расчеты вспомогательных величин для оценки параметров приведены в табл. 8.17.

Таблица 8.17

Расчет параметров уравнения вида  $y = ab^t$

Годы	$y$	$\ln y$	$t$	$t^2$	$t \ln y$	$\widehat{\ln y}_t$	$\hat{y}_t$
1990	109,2	4,693	1	1	4,693	4,698	109,8
1991	109,8	4,699	2	4	9,398	4,695	109,5
1992	109,7	4,698	3	9	14,094	4,693	109,2
1993	108,7	4,689	4	16	18,756	4,691	108,9
1994	108,5	4,687	5	25	23,435	4,688	108,6
1995	108,3	4,685	6	36	28,110	4,686	108,4
1996	108,1	4,683	7	49	32,781	4,683	108,1
1997	107,8	4,680	8	64	37,440	4,680	107,8
1998	107,5	4,678	9	81	42,102	4,678	107,5
$\Sigma$	977,6	42,192	45	285	210,809	42,192	977,8

Применяя МНК к уравнению  $\ln y = \ln a + t \ln b$ , получим систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} n \ln a + \ln b \sum t = \sum \ln y \\ \ln a \sum t + \ln b \sum t^2 = \sum t \ln y. \end{cases}$$

Исходя из итоговой строки табл. 8.17, имеем:

$$\begin{cases} 9 \ln a + 45 \ln b = 42,192 \\ 45 \ln a + 285 \ln b = 210,809. \end{cases}$$

Решая данную систему уравнений, оценим параметры:  $\ln a = 4,701$ ;  $\ln b = -0,002547$ , т. е.  $\ln y = 4,701 - 0,002547t$ . Потенцируя, определим параметры:  $a = 110,057$  и  $b = 0,99746$ . Уравнение тренда составит:

$$y = 110,057 \cdot 0,99746^t,$$

где параметр  $a$  характеризует численность городского населения России на начало 1989 г., т. е. расчетное значение при  $t = 0$ , а параметр  $b$  дает оценку среднегодового коэффициента роста (0,99746), что в целом соответствует коэффициентам роста, приведенным в условии примера, для которого  $\bar{K} = 0,998$ . В соответствии с уравнением тренда определены расчетные значения  $y$  (последняя графа табл. 8.17).  $\sum \hat{y}_t \neq \sum y$ , хотя разрыв и невелик. Прогноз на начало 1999 г. составил:  $y_p = 110,057 \cdot 0,99746^{10} = 107,29$  млн. человек, что вполне соответствует фактическому значению: 107,3 млн. человек.

Как и по предыдущим примерам, при ручном способе счета расчеты могут быть упрощены, используя условие, что  $\sum t = 0$ , т. е. обозначая  $t$  также, как было показано в табл. 8.15. В этом случае уравнение тренда составит:

$$y = 108,636 \cdot 0,99746^t,$$

при  $t \{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4\}$ , т. е. изменяется лишь значение параметра  $a$ : оно соответствует расчетному значению  $y$  для 1994 г.

Рассматриваемое уравнение тренда может быть записано в виде экспоненты:

$$y = e^{a+bt}.$$

Логарифмируя его, получим:

$$\ln y = a + bt,$$

что численно будет совпадать с приведенным ранее уравнением:

$$\ln y = \ln a + t \ln b,$$



ибо в расчетах по МНК используются одни и те же столбцы цифр:  $\ln y$  и  $t$  в соответствии с табл. 8.17. Иными словами, уравнение экспоненты окажется равным:

$$y = e^{4,701 - 0,002547t},$$

где  $e^{4,701} = 110,057 = a$  и  $e^{-0,002547} = 0,99746 = b$  для показательной кривой  $y = ab^t$ , где  $t = 1, 2, \dots, 9$ . Иногда в компьютерных программах экспонента записывается в виде:

$$y = ae^{bt},$$

что численно равносильно предыдущей функции, так как, прологарифмировав, имеем:

$$\ln y = \ln a + bt,$$

т. е. опять используются те же данные  $\ln y$  и  $t$ . Уравнение тренда для нашего примера в этой форме записи будет иметь вид:

$$y = 110,057e^{-0,002547t}.$$

Расчетные значения ( $\hat{y}_t$ ) по всем трем уравнениям, естественно, совпадут.

Аналогично применяется МНК и для оценки параметров логарифмической параболы:

$$y = ab^t c^{t^2}.$$

Прологарифмировав ее, получим уравнение вида:

$$\ln y = \ln a + t \ln b + t^2 \ln c,$$

т. е. уравнение параболы для  $\ln y$  от  $t$ . Как и в экспоненте, здесь возможна некоторая смещенность получаемых оценок, ибо параметры определяются из минимума

$$\sum (\ln y - \widehat{\ln y})^2, \text{ а не } \sum (y - \hat{y}_t)^2.$$

Техника счета практически соответствует той, что описана ранее для примера, приведенного в табл. 8.14: строится система нормальных уравнений, на ее основе находятся значения  $\ln a$ ,  $\ln b$  и  $\ln c$ , далее путем потенцирования определяются параметры  $a$ ,  $b$  и  $c$ .

**Пример.** Суммарный государственный внешний долг африканских стран за 1985–1996 гг. характеризуется следующими данными (табл. 8.18)<sup>1</sup>.

	1985 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.
Государственный внешний долг	92	116	145	146	170	190	193	191	194	207	121	210

Обозначив годы как ряд натуральных чисел: 1, 2, ..., 12, получим следующие значения вспомогательных величин для составления системы нормальных уравнений для логарифмической параболы:

$$\sum t = 78; \quad \sum t^2 = 650; \quad \sum t^3 = 6084$$

$$\sum t^4 = 60\,710; \quad \sum \lg y = 26,682$$

$$\sum t \lg y = 177,507; \quad \sum t^2 \lg y = 1492,827.$$

Соответственно система нормальных уравнений окажется следующей:

$$\begin{cases} \sum \lg y = n \lg a + \lg b \sum t + \lg c \sum t^2 \\ \sum t \lg y = \lg a \sum t + \lg b \sum t^2 + \lg c \sum t^3 \\ \sum t^2 \lg y = \lg a \sum t^2 + \lg b \sum t^3 + \lg c \sum t^4, \end{cases}$$

или в числовом выражении:

$$\begin{cases} 26,682 = 12 \lg a + 78 \lg b + 650 \lg c \\ 177,507 = 78 \lg a + 650 \lg b + 6084 \lg c \\ 1492,827 = 650 \lg a + 6084 \lg b + 60\,710 \lg c. \end{cases}$$

Решая ее, получим:

$$\lg a = 1,9147; \quad \lg b = 0,0814; \quad \lg c = -0,0041.$$

Уравнение тренда составит:

$$\lg y = 1,9147 + 0,0814t - 0,0041t^2.$$

Оно довольно хорошо описывает тенденцию:

$$R^2 = 0,9656.$$

Это значит, что вариация  $\lg y$  на 96,6% характеризуется данным уравнением тренда и лишь 3,4% ее связано с действием случайных факторов.

Пропотенцируем наши параметры:

$$a = 10^{1,9147} = 82,167; \quad b = 10^{0,0814} = 1,206; \quad c = 10^{-0,0041} = 0,9906.$$

<sup>1</sup> Financial Times. 2000. № 3, 12.

Тогда уравнение логарифмической параболы примет вид:

$$y = 82,167 \cdot 1,206^t \cdot 0,9906^{t^2}.$$

При прогнозировании удобнее использовать логарифмически-линейное уравнение:

$$\lg y = 1,9147 + 0,0814t - 0,0041t^2,$$

подставляя в которое соответствующее значение  $t$ , получим расчетное значение  $\lg y$ , а далее, потенцируя, — значение  $y$ .

Рассмотренная методика оценки параметров применима и к другим функциям, приводимым к линейному виду. Так, для полулогарифмической кривой

$$y = a + b \ln t$$

она практически совпадает с линейным трендом с тем лишь отличием, что в расчетах используется не  $t$ , а  $\ln t$ . Для степенной функции  $y = at^b$  также оценки несколько смещены, ибо, как и в экспоненте, используются  $\ln y$ , но вместо  $t$  в расчетах участвуют  $\ln t$ . Система нормальных уравнений в этом случае по сути та же, что и для линейного тренда:

$$\begin{cases} \sum \ln y = n \ln a + b \sum \ln t \\ \sum \ln y \ln t = \ln a \sum \ln t + b \sum (\ln t)^2. \end{cases}$$

Из этой системы параметр  $b$  определяется сразу же, а параметр  $a$  — после потенцирования  $\ln a$ . Так как в расчетах используется  $\ln t$ , обозначение дат с нулем в центре неприменимо.

В гиперболических функциях параметры также оцениваются МНК, ибо функции  $y = a + \frac{b}{t}$  и  $y = 1/(a + bt)$  легко приводятся к линейному виду. При этом в равносторонней гиперболе вида  $y = a + b/t$  МНК применяется к исходным уровням динамического ряда, которые рассматриваются как линейная функция от  $1/t$ . Система нормальных уравнений составит:

$$\begin{cases} na + b \sum \frac{1}{t} = \sum y \\ a \sum \frac{1}{t} + b \sum \left(\frac{1}{t}\right)^2 = \sum \frac{y}{t}, \end{cases}$$

где  $t$  принимает значения 1, 2, ...,  $n$ . Обозначение  $t$  с нулем в центре для этой функции неприменимо.

Для обратной функции:

$$y = \frac{1}{a + bt}$$

МНК используется к обратным значениям  $y$ , т. е. к  $1/y$ . Система нормальных уравнений в этом случае имеет вид:

$$\begin{cases} na + b \sum \frac{1}{t} = \sum \frac{1}{y} \\ a \sum \frac{1}{t} + b \sum \left(\frac{1}{t}\right)^2 = \sum \frac{1}{ty}. \end{cases}$$

Упрощенная методика оценки параметров с введением обозначения времени как  $\sum t = 0$  в данном случае возможна. Применительно к данным табл. 8.13 система уравнений составит:

$$\begin{cases} 9a + 45b = 0,02395 \\ 45a + 285b = 0,12265. \end{cases}$$

Соответственно уравнение тренда окажется равным:

$$y = \frac{1}{0,002418 + 0,00004857t}$$

при  $t \{1, 2, \dots, 9\}$ . Подставляя в это уравнение  $t = 10$ , получим прогноз на октябрь размера просроченной задолженности по заработной плате: 344,4 млн. руб., что близко к фактическим данным: 344,7 млн. руб.

Гипербола вида

$$y = \frac{t}{a + bt},$$

как уже указывалось, легко приводится к линейному виду путем преобразований  $1/y$  и  $1/t$ :

$$\frac{1}{y} = \frac{a + bt}{t} = \frac{a}{t} + b.$$

Система нормальных уравнений в этом случае примет вид:

$$\begin{cases} nb + a \sum \frac{1}{t} = \sum \frac{1}{y} \\ b \sum \frac{1}{t} + a \sum \left(\frac{1}{t}\right)^2 = \sum \frac{1}{ty}. \end{cases}$$

**Пример.** Динамика удельного расхода сырья на единицу продукции характеризуется следующими данными (табл. 8.19).

Таблица 8.19

(к)

Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$y$	2,5	2,23	2,15	2,12	2,10	2,08	2,07	2,06	2,06

Оформим расчеты вспомогательных величин для оценки параметров гиперболы вида  $y = t / (a + bt)$  в табл. 8.20.

Таблица 8.20

Расчет необходимых сумм для оценки параметров уравнения тренда вида:  $y = t / (a + bt)$

$t$	$1/t$	$y$	$1/y$	$(1/t)^2$	$1/y$	$\hat{y}_t$
1	1	2,5	0,400	1,000	0,4000	2,500
2	0,5	2,23	0,448	0,2500	0,2242	2,231
3	0,3(3)	2,15	0,465	0,1111	0,1550	2,154
4	0,25	2,12	0,472	0,0625	0,1179	2,117
5	0,2	2,10	0,476	0,0400	0,0952	2,096
6	0,1(6)	2,08	0,481	0,027(7)	0,0801	2,082
7	0,143	2,07	0,483	0,0204	0,0690	2,072
8	0,125	2,06	0,485	0,0156	0,0606	2,065
9	0,11(1)	2,06	0,485	0,0123	0,0539	2,059
$\Sigma$	2,829	19,37	4,195	1,5396	1,2559	19,376

$$\begin{cases} 9b + 2,829a = 4,195 \\ 2,829b + 1,5396a = 1,2559 \end{cases}$$

Решая данную систему, получим значения параметров:  $b = 0,4964$ ;  $a = -0,0964$ .

Соответственно уравнение тренда составит:

$$\frac{1}{y} = 0,4964 - 0,0964 \frac{1}{t}$$

При машинной обработке следует помнить, что в данной функции при переходе к линейному виду параметры  $a$  и  $b$  поменялись местами. Поэтому то, что при компьютерной обработке составляет у-пересечение, т. е. свободный член линейного тренда — параметр  $a$ , для исходных данных динамического ряда представляет собой коэффициент наклона, т. е. параметр  $b$ . В окончательном виде при переходе от  $1/y$  к  $y$  и от  $1/t$  к  $t$  уравнение тренда примет вид:

$$y = \frac{t}{0,4964t - 0,0964}$$

Поскольку МНК применялся не к  $y$ , а к обратным значениям  $1/y$ , то  $\Sigma y$  может не совпадать с  $\Sigma \hat{y}_t$ ; в примере эти расхождения несущественны: 19,37 и 19,376, что объясняется хорошим подбором уравнения тренда к исходным данным.

Некоторую специфику имеет оценка параметров гиперболы вида

$$y = a + \frac{b}{c+t}$$

Если в предыдущих гиперболах требовалось оценить два параметра, как и в традиционном линейном тренде или функциях, к нему сводимых, то в данном случае необходимо уже оценить три параметра:  $a$ ,  $b$  и  $c$ . В рассматриваемой функции параметр  $a$  представляет собой асимптоту, значение которой может быть задано (например, из графика временного ряда).

Если асимптота заранее задана, то рассматриваемая функция достаточно легко преобразовывается в линейный вид, что позволяет далее оценить параметры  $b$  и  $c$ . Преобразование гиперболы

$$y = a + \frac{b}{c+t}$$

в линейную функцию сводится к следующему. Обозначим  $(y - a)$  через  $Y$ ;  $Y = \frac{b}{c+t}$ , далее  $\frac{1}{Y} = \frac{c+t}{b}$ ; заменим  $\frac{1}{Y}$  на  $z$ , получим  $z = \frac{c+t}{b}$ , или  $zb = c+t$ ; откуда  $t = bz - c$ . Применяя к этому уравнению традиционный МНК для  $t = f(z)$ , придем к системе нормальных уравнений:

$$\begin{cases} \Sigma t = b \Sigma z - nc \\ \Sigma tz = b \Sigma z^2 - c \Sigma z \end{cases}$$

Решая ее, определим искомые параметры  $b$  и  $c$ .

Если асимптота  $a$  не задана заранее, то рассматриваемая гипербола

$$y = a + \frac{b}{c+t}$$

может быть сведена к линейной множественной регрессии, что и позволяет оценить ее параметры традиционным МНК.

Из уравнения

$$y = a + \frac{b}{c+t}$$

следует, что

$$y(c+t) = a(c+t) + b,$$



или

$$cy + ty = ac + at + b.$$

В этом равенстве  $ty$  представляет собой ряд значений  $t \cdot y$ , которые обозначим через  $Y$ . Тогда имеем:

$$Y = (ac + b) + at - cy.$$

Далее обозначим  $(ac + b)$  через  $A$  и получим линейную множественную регрессию:

$$Y = A + at - cy,$$

в которой  $Y = f(t, y)$ .

Система нормальных уравнений исходя из МНК составит:

$$\begin{cases} \sum Y = nA + a \sum t - c \sum y \\ \sum Yt = A \sum t + a \sum t^2 - c \sum yt \\ \sum Yy = A \sum y + a \sum ty - c \sum y^2. \end{cases}$$

Решая ее, определим оценки параметров  $A$ ,  $a$ ,  $c$ . Так как  $A = ac + b$ , то можно определить оценку параметра  $b$  как  $b = A - ac$ .

Если в первом варианте расчета асимптота  $a$  была задана правильно, то оба метода дают одинаковые оценки параметров. Однако второй подход предпочтителен, ибо его результаты не зависят от субъективизма исследователя.

**Пример.** Рассмотрим применение второго метода по данным о производстве колбасных изделий по Санкт-Петербургу (см. табл. 8.21).

Таблица 8.21

Расчет параметров уравнения тренда:  $y = a + \frac{b}{c+t}$

(тыс. т)

Годы	$y$	$t$	$Y = yt$	$Yt$	$Yy$	$y^2$	$t^2$
1990	122,5	1	122,5	122,5	15 006,25	15 006,25	1
1991	95,1	2	190,2	380,4	18 088,02	9 044,01	4
1992	69,8	3	209,4	628,2	14 616,12	4 872,04	9
1993	52,6	4	210,4	841,6	11 067,04	2 766,76	16
1994	58,7	5	293,5	1467,5	17 228,45	3 445,69	25
1995	50,3	6	301,8	1810,8	15 180,54	2 530,09	36
1996	52,6	7	368,2	2577,4	19 367,32	2 766,76	49
1997	50,2	8	401,6	3212,8	20 160,32	2 520,04	64
1998	44,8	9	403,2	3628,8	18 063,36	2 007,04	81
$\Sigma$	596,6	45	2500,8	14670	148 777,4	44 958,68	285

Исходя из данных табл. 8.21, система нормальных уравнений составит:

$$\begin{cases} 2500,8 = 9A + 45a - 596,6c \\ 14670,0 = 45A + 285a - 2500,8c \\ 148777,4 = 596,6A + 2500,8a - 44958,68c. \end{cases}$$

Решая ее, получим:  $A = 69,0$ ;  $a = 38,2$ ;  $c = -0,267$ . Соответственно уравнение регрессии примет вид:

$$Y = 69,0 + 38,2t - 0,267y.$$

В нем применительно к уравнению тренда

$$y = a + \frac{b}{c+t}$$

содержатся параметры  $a$  и  $(-c)$ . Параметр  $b$  определим из равенства:  $A = ac + b$ , т. е.  $b = A - ac = 69 - 38,2 \cdot 0,267 = 58,8$  (при этом расчете для параметра  $c$  поменяем знак). Тогда искомое уравнение тренда составит:

$$y = 38,2 + \frac{58,8}{0,267 + t}.$$

Оно описывает исходный ряд с коэффициентом детерминации 0,966. Прогноз на 1999 г. по этому уравнению составил 43,9 тыс. т, что лучше, чем, например, по гиперболе вида:

$$y = 38,347 + 88,892 / t,$$

где  $R^2 = 0,950$ , но достаточно далеко от фактической реализации – 31,4 тыс. т. Ни одна из этих гипербол не могла предусмотреть снижение производства, превышающее размер нижней асимптоты 38,2 тыс. т.

При использовании кривых с насыщением параметры функций модифицированной экспоненты, логистической кривой, кривой Гомперца могут быть оценены МНК, если задана асимптота, к которой стремятся уровни исходного ряда. Так, модифицированная экспонента вида

$$y = c - ab^t,$$

где  $c$  – верхняя асимптота, может быть преобразована в экспоненту:

$$c - y = ab^t.$$

Обозначим  $(c - y)$  через  $Y$ ;  $Y = ab^t$  – обычная показательная кривая или экспонента  $Y = e^{a+bt}$ . Прологарифмировав, получим:

$$\ln Y = a + bt.$$



Далее расчеты можно вести так же, как показано в табл. 8.17, т. е. найдем  $\ln a$  и  $\ln b$  и после потенцирования — сами параметры  $a$  и  $b$ .

**Пример.** Уровень механизации труда (в %) характеризуется динамическим рядом (см. табл. 8.22).

Таблица 8.22

Расчет параметров модифицированной экспоненты  $y = c - ab^t$

Годы	$y$	Темпы роста, %	$Y = c - y$	$\ln Y$	$t$	$t \ln Y$	$\hat{y}_t$
1996	86,4	—	13,6	2,610	1	2,610	84,5
1997	89,0	103,0	11,0	2,398	2	4,796	89,4
1998	91,6	102,9	8,4	2,128	3	6,384	92,7
1999	94,4	103,1	5,6	1,723	4	6,892	95,0
2000	97,1	102,9	2,9	1,065	5	5,325	96,6
$\Sigma$	458,5	—	—	9,924	15	26,007	458,2

Уровни ряда систематически возрастают с примерно одинаковым темпом роста в 103%. Однако, применяя его для прогноза или используя обычную экспоненту, получим прогноз на 2001 г. уровня механизации труда свыше 100%, что, понятно, абсурдно. Так как степень механизации труда не может превышать 100%, т. е. имеется объективно заданная граница изменения  $y$ , для тренда можно использовать модифицированную экспоненту с предельным значением  $y = 100$ . Итак, полагая в нашем примере  $c = 100$ , оценим параметры  $a$  и  $b$ . Для этого найдем сначала значения  $(c - y)$ , которые будут характеризовать уровень ручного труда на предприятии. Далее к уравнению  $\ln Y = a + bt$  применяем МНК. Система нормальных уравнений, исходя из данных табл. 8.22, составит:

$$\begin{cases} 5a + 15b = 9,924 \\ 15a + 55b = 26,007. \end{cases}$$

Соответственно уравнение тренда окажется следующим:

$$\ln Y = 3,1145 - 0,3766t,$$

или, потенцируя, имеем:

$$Y = 22,522 \cdot 0,686^t.$$

Переходя от  $Y$  к исходным уровням ряда, получим следующее уравнение модифицированной экспоненты:

$$y = 100 - 22,522 \cdot 0,686^t,$$

где параметр  $b = 0,686$  показывает средний коэффициент снижения уровня использования ручного труда за рассматриваемый период. Расчетные значения  $y$ , т. е.  $\hat{y}_t$ , могут быть найдены путем подстанов-

ки в уравнение  $y = 100 - 22,522 \cdot 0,686^t$  соответствующего значения  $t$ . Либо на основе уравнения

$$\ln Y = 3,1145 - 0,3766t$$

определяется  $\ln Y$  и далее  $-(100 - e^{\ln Y})$ . Так, при  $t = 5$   $\ln Y = 1,2316$  и  $100 - e^{1,2316} = 100 - 3,4 = 96,6$  (см. табл. 8.22, последняя графа). Из-за некоторой смещенности оценок  $\sum y \neq \sum \hat{y}_t$ , хотя эти величины в примере достаточно близки друг к другу. Прогнозное значение получается при подстановке в уравнение тренда  $t = 6$ , что соответствует уровню механизации 97,6%.

Если асимптота  $c$  не задана, то оценка параметров модифицированной экспоненты усложняется. Возможны разные приемы оценивания: методом трех сумм<sup>1</sup>, с помощью регрессии<sup>2</sup>, методом Брианта<sup>3</sup>.

Для логистической кривой Перла-Рида

$$y = \frac{1}{c + ab^t}$$

аналогично параметры  $a$  и  $b$  могут быть найдены МНК, если асимптота  $c$  задана. Тогда данная функция преобразовывается в линейную из логарифмов:

$$\frac{1}{y} = c + ab^t \text{ и } \frac{1}{y} - c = ab^t;$$

обозначая  $(\frac{1}{y} - c)$  через  $Y$  и прологарифмировав, получим:

$$\ln Y = \ln a + t \ln b.$$

Далее параметры  $a$  и  $b$  определяются так же, как и в примере по табл. 8.17.

В настоящее время чаще используется логистическая кривая вида:

$$y = \frac{c}{1 + be^{-at}}.$$

Параметры ее могут быть оценены МНК, если  $c$  (верхняя асимптота) задана, ибо в этом случае данная функция линеаризуема:

$$1 + be^{-at} = \frac{c}{y} \text{ и } \frac{c}{y} - 1 = be^{-at}.$$

<sup>1</sup> Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1975. С. 114–119.

<sup>2</sup> Там же. С. 125.

<sup>3</sup> Льюис Р.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. М.: Финансы и статистика, 1986. С. 107–109.

Обозначим  $(c/y - 1)$  через  $Y$  и прологарифмируем:

$$Y = be^{-at} \text{ и } \ln Y = \ln b - at.$$

Далее, применяя МНК, приходим к системе нормальных уравнений:

$$\begin{cases} \sum \ln Y = n \ln b - a \sum t \\ \sum t \ln Y = \ln b \sum t - a \sum t^2, \end{cases}$$

которая позволит оценить параметры  $a$  и  $b$ .

**Пример.** Производство продукции характеризуется следующими данными (табл. 8.23).

Таблица 8.23

Расчет параметров логистической кривой

(тыс. ед.)

$t$	$y$	Темпы роста, %	$\frac{c}{y} - 1 = Y$	$\ln Y$	$t \ln Y$	$\hat{y}_t$	$t^*$	$t^* \ln Y$
1	20	—	19	2,944	2,944	13,0	-4	-11,776
2	25	125	15	2,708	5,416	27,7	-3	-8,124
3	28	112	13,29	2,587	7,761	56,7	-2	-5,174
4	76	271	4,26	1,449	5,796	107,1	-1	-1,449
5	208	274	0,92	-0,083	-0,415	179,1	0	0
6	306	147	0,31	-1,171	-7,026	256,9	1	-1,171
7	358	117	0,12	-2,120	-14,840	319,6	2	-4,240
8	349	97	0,15	-1,897	-15,176	359,2	3	-5,691
9	369	106	0,08	-2,526	-22,734	380,5	4	-10,104
$\Sigma = 45$	1739	—		1,891	-38,274	1699,8	0	-47,729

Ряд демонстрирует ускоренный рост производства в 4-й и 5-й годы, а затем снижение темпов роста. Предполагая максимально возможный объем производства в 400 тыс. ед., оценим параметры логистической кривой. Значения  $(c/y - 1)$  представлены в табл. 8.23.

Система нормальных уравнений составила:

$$\begin{cases} 1,891 = 9 \ln b - 45a \\ -38,274 = 45 \ln b - 285a \end{cases}$$

(по табл. 8.23  $\sum t^2 = 285$ ). Решая эту систему, получим:  $\ln b = 4,1875$ ;  $a = +0,795$  (при машинной обработке определяется величина  $-a = -0,795$ ); откуда  $b = e^{4,1875} = 65,8579$ . Тогда логистическая кривая примет вид:

$$y = \frac{400}{1 + 65,8579e^{-0,795t}}$$

Расчетные значения объема производства ( $\hat{y}_t$ ) представлены в табл. 8.23: в уравнение подставлены соответствующие значения  $t$ .

Если обозначить  $t$  так, что  $\sum t = 0$ , то система нормальных уравнений примет вид:

$$\begin{cases} \sum \ln Y = n \ln b \\ \sum t^* \ln Y = -a \sum t^{*2} \end{cases} \text{ или } \begin{cases} 1,891 = 9 \ln b \\ -47,729 = -60a \end{cases}$$

Соответственно  $\ln b = 1,891/9 = 0,2101(1)$ ;  $b = e^{0,2101(1)} = 1,2338$ ;  $a = 47,729/60 = 0,795$ . Уравнение тренда тогда примет вид:

$$y = \frac{400}{1 + 1,2338e^{-0,795t}}$$

Как видим, изменение обозначения дат сказывается лишь на параметре  $b$ , теоретические значения функции (расчетные  $\hat{y}_t$ ), естественно, при этом не изменились. Ввиду смещенности оценок  $\sum y \neq \sum \hat{y}_t$ .

При практических расчетах значение верхней асимптоты может быть определено исходя из существа развития явления, различного рода ограничений для его роста (нормативы потребления, законодательные акты), а также графически. Если верхняя асимптота не задана, то оценка параметров логистической кривой усложняется. С различными подходами оценивания логистической кривой можно познакомиться в работе Е. М. Четыркина<sup>1</sup>, где дан обзор методов Фишера, Юла, Родса, Нейра, метода трех сумм, метода трех точек.

Возможность оценки параметров кривой Гомперца, если асимптота задана, продемонстрируем на примере динамики по предприятию средней заработной платы (табл. 8.24).

Таблица 8.24

Расчет параметров кривой Гомперца

(долл.)

Время $t$	$y$	$\frac{y}{200} = Y$	$\lg Y$	$Y^* = \lg(\lg Y)$	$tY^*$	$\hat{y}_t$
1	37	0,185	-0,7328	-0,1350	-0,1350	37,1
2	61	0,305	-0,5157	-0,2876	-0,5752	61,3
3	88	0,440	-0,3565	-0,4479	-1,3437	87,3
4	112	0,560	-0,2518	-0,5969	-2,3876	111,8
5	133	0,665	0,1772	-0,7515	-3,7575	133,0
6	150	0,750	-0,1249	-0,9034	-5,4204	150,3
7	164	0,820	-0,0862	-1,0645	-7,4515	163,7
8	174	0,870	-0,0605	-1,2182	-9,7456	173,8
9	181	0,905	-0,0434	-1,3625	-12,2625	181,2
$\Sigma = 45$	1100	—	—	-6,7675	-43,079	1097,0

<sup>1</sup> Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1975. С. 126—133.



Если асимптота априорно задана, то кривая Гомперца линеаризуема. Для этой цели функцию  $y = ca^{b^t}$  представим в виде:

$$\frac{y}{c} = a^{b^t}.$$

Обозначим  $\frac{y}{c}$  через  $Y$  (см. табл. 8.24) и прологарифмируем:

$$\lg Y = b^t \lg a.$$

Вторично прологарифмировав, получим:

$$\lg(\lg Y) = t \lg b + \lg(\lg a).$$

Далее примем обозначения:

$$\lg(\lg Y) = Y^*; \lg b = B; \lg(\lg a) = A.$$

Соответственно имеем линейный вид кривой Гомперца:

$$Y^* = A + Bt,$$

к которой применим метод наименьших квадратов.

В примере верхняя асимптота предполагается 200 долл., т. е.  $c = 200$ . Поэтому в табл. 8.24 даны графа  $\frac{y}{200} = Y$  и их логарифмы

( $\lg Y$ ). Далее в расчетах используются логарифмы ( $\lg Y$ ), т. е.  $Y^*$ . Так как  $\lg Y < 0$ , при повторном логарифмировании используются положительные значения  $\lg Y$ , результаты которого приведены в графе  $Y^*$  табл. 8.24. Рассматривая  $Y^*$  как линейную функцию от  $t$ , т. е.  $Y^* = A + Bt$ , придем к системе нормальных уравнений:

$$\begin{cases} \sum Y^* = nA + B \sum t \\ \sum Y^* t = A \sum t + B \sum t^2. \end{cases}$$

Исходя из данных табл. 8.24, система нормальных уравнений составит:

$$\begin{cases} -6,7675 = 9A + 45B \\ -43,079 = 45A + 285B \end{cases}$$

Решая ее, получим  $A = 0,01818$ ;  $B = -0,154025$ , т. е. линейное уравнение тренда:

$$Y^* = 0,01818 - 0,154025t.$$

Далее переходим от параметров  $A$  и  $B$  к параметрам  $a$  и  $b$ . Так как  $B = \lg b = -0,154025$ , то, потенцируя, определим параметр  $b$ :

$$b = 10^{-0,154025} = 0,7014.$$

Так как  $A = \lg(\lg a) = 0,01818$ , то, потенцируя, определим сначала  $\lg a$ :

$$\lg a = 10^{0,01818} = 1,04275.$$

Далее потенцируем  $-\lg a$ , т. е.  $\lg a = -1,04275$  и  $a = 10^{-1,04275} = 0,0906$ . Соответственно кривая Гомперца примет вид:

$$y = 200 \cdot 0,0906^{0,7014^t}.$$

Расчетные значения для этой кривой ( $\hat{y}_t$ ) приведены в последней графе табл. 8.24. Так как МНК применялся не к  $y$ , а к  $\lg(\lg y)$ , то оценки параметров несколько смещены и  $\sum y \neq \sum \hat{y}_t$  (в примере — 1100 и 1097). При прогнозировании по данной кривой можно пользоваться также уравнением

$$Y^* = 0,01818 - 0,154025t.$$

Подставляя в него  $t = 10$ , получим  $Y^* = -1,52207$ , т. е.  $\lg(\lg Y) = -1,52207$ . Откуда  $\lg Y = 0,03006 \cdot (-1)$  и  $Y = 0,93313$ , а  $y = 200 \cdot Y = 186,6$ . Тот же ответ будем иметь, если подставим  $t = 10$  в кривую Гомперца:

$$y_p = 200 \cdot 0,0906^{0,7014^{10}} = 186,6.$$

Если в расчетах использовать обозначения дат с нулем в центре, то для нашего примера система нормальных уравнений окажется следующей:

$$\begin{cases} -6,7675 = 9A \\ -9,2415 = 60B. \end{cases}$$

Откуда  $A = -0,7519(4)$ ,  $B = -0,154025$ , т. е. уравнение тренда примет вид:

$$Y^* = -0,7519(4) - 0,154025t^*.$$

Соответственно кривая Гомперца окажется:

$$y = 200 \cdot 0,66522^{0,7014^t},$$

т. е. изменяется лишь параметр  $a$ . Прогноз по этой кривой на следующую точку временного ряда ( $t = 5$ ) составит:

$$y_p = 200 \cdot 0,66522^{0,7014^5} = 186,6.$$

т. е. равен той же величине, что и для уравнения  $y = 200 \cdot 0,0906^{0,7014t}$  при  $t = 10$ .

### 8.6.3. Выбор наилучшего уравнения тренда при прогнозировании

Большинство компьютерных программ составлено таким образом, что для каждого уравнения тренда указываются коэффициент детерминации ( $R^2$ ),  $F$ -критерий Фишера, а также критерий Дарбина-Уотсона. Чем выше  $R^2$ , тем соответственно выше вероятность, что вариация уровней динамического ряда описывается данным уравнением тренда. Влияние случайного фактора оценивается как  $(1 - R^2)$ . Чем больше величина  $F$ -критерия, тем предпочтительнее данное уравнение тренда.

По расчетам табл. 8.13 ранее было построено два уравнения тренда:

$$\text{линейный } y = 410,12 - 6,63(3)t, \quad R^2 = 0,716;$$

$$\text{гипербола } y = 1 / (0,002418 + 0,00004857t), \quad R^2 = 0,700.$$

Исходя из коэффициента детерминации лучшим является линейный тренд. Поскольку  $F$ -критерий Фишера и  $R^2$  связаны между собой, а именно:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - m - 1}{m},$$

где  $n$  — число уровней в ряду динамики;  $m$  — число параметров при  $t$  (для сравниваемых уравнений трендов  $F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot (n - 2)$ ),

то  $F$ -критерий для линейного тренда, естественно, будет выше в нашем примере, чем для гиперболы:  $F$ -критерий для линейного тренда равен 17,6 и для гиперболы — 16,3.

Критерий Дарбина-Уотсона оценивает автокорреляцию остатков. Если автокорреляция в остатках  $(y - \hat{y}_t)$  отсутствует, то уравнение пригодно для прогноза.

При построении уравнения тренда предполагается, что  $l_t = y_t - \hat{y}_t$  представляют собой случайные величины, независимые переменные, среднее значение которых равно нулю ( $\hat{l}_t = 0$ ). Однако это предположение имеет место, если вид функции выбран правильно. В ином случае наблюдается автокорреляция остатков, т. е. корреляционная зависимость между значениями остатков ( $l_t$ ) за текущий и предыдущий ( $l_{t-1}$ ) моменты времени. Для оценки автокорреляции остатков может быть использован коэффициент автокорреляции, предложенный М. Езекиэлом и К. Фоксом:

$$r_{a_t} = \frac{\sum l_t l_{t-1}}{\sum l_t^2}, \quad -1 \leq r_{a_t} \leq 1.$$

Чем меньше коэффициент автокорреляции остатков, тем в большей мере уравнение тренда пригодно для прогноза.

Чтобы суждение об автокорреляции остатков не было субъективным, для ее оценки используется критерий Дарбина-Уотсона:

$$D - W = \frac{\sum (l_t - l_{t-1})^2}{\sum l_t^2}.$$

Критерий Дарбина-Уотсона и коэффициент автокорреляции остатков связаны между собой соотношением:

$$D - W \approx 2(1 - r_{a_t}).$$

Из него видно, что при полной положительной автокорреляции остатков ( $r_{a_t} = 1$ )  $D - W = 0$ , а при полной отрицательной автокорреляции остатков ( $r_{a_t} = -1$ )  $D - W = 4$ . Если же автокорреляция в остатках отсутствует, т. е.  $r_{a_t} = 0$ , то  $D - W = 2$ . Для отношения  $(D - W)$  Дарбин и Уотсон разработали критические границы, позволяющие принять или отвергнуть гипотезу об отсутствии автокорреляции в остатках. Установлены верхние ( $D - W_2$ ) и нижние ( $D - W_1$ ) границы при 5%-м уровне значимости.

Сравнивая фактическое значение  $(D - W)$  с критическими при заданном  $n$  (числе уровней динамического ряда) и  $m$  (числе параметров при  $t$  в уравнении тренда), судим о наличии или отсутствии автокорреляции в остатках:

при  $D - W < D - W_1$  — есть автокорреляция остатков;

при  $D - W > D - W_2$  — отсутствует автокорреляция остатков;

при  $D - W_1 \leq D - W \leq D - W_2$  — необходимы дальнейшие исследования, например по большему числу наблюдений. При отрицательной автокорреляции остатков с табличными значениями сравнивается не  $D - W$ , а  $4 - D - W$ .

Рассмотрим применение критерия Дарбина-Уотсона для примера, представленного в табл. 8.13, изложив расчеты в табл. 8.25.

Таблица 8.25

Расчет коэффициента автокорреляции остатков и критерия Дарбина-Уотсона

$y_t$	$\hat{y}_t$	$l_t$	$l_{t-1}$	$l_t l_{t-1}$	$l_t^2$	$l_t - l_{t-1}$	$(l_t - l_{t-1})^2$
387,6	403,5	-15,9	—	—	252,81	—	—
399,9	396,9	3,0	-15,9	-47,70	9,0	18,9	357,21
404,0	390,2	13,8	3,0	41,40	190,44	10,8	116,64
383,1	383,6	-0,5	13,8	-6,90	0,25	-14,3	204,49
376,9	376,9	0	-0,5	0	0	0,5	0,25
377,7	370,3	7,4	0	0	54,76	7,4	54,76
358,1	363,7	-5,6	7,4	-41,44	31,36	-13,0	169,00



$y_t$	$\hat{y}_t$	$l_t$	$l_{t-1}$	$l_{t-1}^2$	$l_t^2$	$l_t - l_{t-1}$	$(l_t - l_{t-1})^2$
371,9	357,1	14,8	-5,6	-82,88	219,04	20,4	416,16
333,4	350,4	-17,0	14,8	-251,6	289,00	-31,8	1011,24
$\Sigma = 3392,6$	3392,6	0	17	-389,12	1046,66	-	2329,75

$$r_{a_t} = \frac{-389,12}{1046,66} = -0,372 \text{ (отрицательная автокорреляция),}$$

$$D - W = \frac{2329,75}{1046,66} = 2,226.$$

Сравниваем с табличным значением величину  $4 - D - W = 4 - 2,226 = 1,774$ . При  $n = 9$  и  $m = 1$   $D - W_1 = 0,82$  и  $D - W_2 = 1,32$  при 5%-м уровне значимости. Так как фактическое значение  $4 - D - W$  больше  $D - W_2$ , то автокорреляция в остатках отсутствует. Следовательно, линейный тренд достаточно хорошо описывает исходный временной ряд. Чем ближе фактическое значение критерия Дарбина-Уотсона к 2, тем больше уверенности в отсутствии автокорреляции в остатках и возможности использовать найденный тренд в прогнозировании.

При выборе уравнения тренда можно руководствоваться и другими характеристиками: например, *средней ошибкой аппроксимации (MAPE)*, определяемой по формуле:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \cdot 100.$$

Для примера с линейным трендом средняя ошибка аппроксимации составила:

$$MAPE = \frac{1}{9} \cdot 17,419 = 1,9\%$$

что свидетельствует о хорошем подборе уравнения тренда. В целом, если средняя ошибка аппроксимации не превышает 5–7%, уравнение тренда хорошо представляет тенденцию временного ряда.

#### 8.6.4. Доверительные интервалы прогноза по уравнению тренда

На основе уравнения тренда дается точечная оценка прогноза. Однако более надежный прогноз предполагает оценку его в интервале, ибо полное совпадение фактического и прогнозируемого уровней динамического ряда ( $y_t$  и  $y_p$ ) маловероятно. Даже если выбор формы уравнения тренда удачен, фактическая реализация события может отличаться от прогнозируемой, ибо тренд характеризует лишь тенденцию, а уровни временного ряда содержат также случайную компо-

ненту ( $\epsilon$ ), т. е.  $y_t = f(t, \epsilon)$ . Наличие ее, а также возможная ошибка параметров тренда, оцениваемых по ограниченному числу наблюдений, учитываются в доверительном интервале прогноза.

В основе расчета доверительного интервала прогноза лежит показатель колеблемости уровней динамического ряда относительно тренда ( $S_y$ ). Чем больше этот показатель, тем шире интервал прогноза при одной и той же степени вероятности. Колеблемость уровней динамического ряда относительно тренда определяется формулой:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2}{n - m - 1}},$$

где  $y_t$  – фактические уровни динамического ряда;  $\hat{y}_t$  – расчетные значения уровней динамического ряда по уравнению тренда;  $n$  – длина динамического ряда;  $m$  – число параметров в уравнении тренда (без свободного члена).

Данный показатель можно рассчитать по табл. 8.25, где приведены значения  $l_t^2 = (y_t - \hat{y}_t)^2$  для линейного тренда:

$$S_y = \sqrt{\frac{1046,66}{9 - 1 - 1}} = 12,23.$$

Тогда доверительный интервал для тренда составит:

$$\hat{y}_t \pm t_\alpha S_y,$$

где  $t_\alpha$  – табличное значение критерия Стьюдента. При  $\alpha = 0,05$  и числе степеней свободы, равном 7 для нашего примера,  $t_\alpha = 2,365$  и доверительный интервал для тренда окажется равным:

$$\hat{y}_t \pm 12,23 \cdot 2,365, \text{ или } \hat{y}_t \pm 28,9.$$

Если распространить этот интервал для прогноза на следующий месяц (октябрь), то он составит:  $y_p \pm 28,9$  или при  $y_p = 343,8$  прогнозная величина находится в интервале  $314,9 \leq y_{t=10}^p \leq 372,7$ . Однако доверительный интервал прогноза не равен доверительному интервалу тренда. Его принято определять с помощью ошибки прогноза  $S_p = S_y \cdot Q$ , где  $Q$  – поправочный коэффициент, учитывающий период упреждения ( $l$ ). Величина  $Q$  зависит от функции тренда. При линейном тренде  $Q$  определяется по формуле:

$$Q = \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(t_l - \bar{t})^2}{\sum (t - \bar{t})^2}},$$

где  $n$  – длина динамического ряда;  $t_l$  – порядковый номер прогнозируемого периода ( $t_l = n + l$ , где  $l$  – период упреждения);  $\bar{t}$  – порядковый номер  $t$ , стоящий в середине ряда.

Если  $t$ -ряд натуральных чисел от 1 до  $n$ , то  $\bar{t} = (n+1)/2$ ;  $\sum (t - \bar{t})^2 = n(n^2 - 1)/12$ ;  $t_l - \bar{t} = n + l - (n+1)/2 = (n+2l-1)/2$ . Тогда  $Q$  окажется равным:

$$Q = \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{3(n+2l-1)^2}{n(n^2-1)}}$$

Как видим, величина  $Q$  зависит от длины динамического ряда ( $n$ ) и от периода упреждения ( $l$ ). Чем больше  $n$ , тем меньше  $Q$ , и, наоборот, чем больше  $l$ , тем больше  $Q$ . Для нашего примера при прогнозе на один месяц вперед  $Q$  составит:

$$Q = \sqrt{1 + \frac{1}{9} + \frac{3(9+2 \cdot 1 - 1)^2}{9(81-1)}} = 1,236$$

Тогда ошибка прогноза ( $S_p$ ) окажется равной:

$$S_p = S_y \cdot Q = 12,23 \cdot 1,236 = 15,12$$

Соответственно доверительный интервал прогноза составит:  $y_p \pm t_\alpha S_p$ , или применительно к нашему примеру:

$$343,8 - 2,365 \cdot 15,12 \leq y_{t=10}^p \leq 343,8 + 2,365 \cdot 15,12,$$

$$\text{т.е. } 343,8 - 35,76 \leq y_{t=10}^p \leq 343,8 + 35,76,$$

$$\text{или } 308,04 \leq y_{t=10}^p \leq 379,56.$$

Чем больше период упреждения, тем шире интервал прогноза, ибо возрастает величина предельной ошибки прогноза  $\Delta_{S_p} = t_\alpha S_p$  ввиду роста поправочного коэффициента  $Q$ . Так, при  $l=2$  (прогноз на ноябрь)  $Q = 1,308$  и  $\Delta_{S_p} = 2,365 \cdot 12,23 \cdot 1,308 = 37,83$  вместо 35,76 при  $l=1$ .

Рассмотренная методика применима для оценки доверительных интервалов прогноза для всех видов трендов, приводимых к линейному виду:

$$y = a + bt.$$

Найдем доверительные интервалы прогноза для экспоненты:

$$y = 110,057 \cdot 0,99746^t,$$

расчет которой представлен в табл. 8.17. Поскольку МНК применяется к уравнению

$$\ln y = \ln a + t \ln b,$$

то сначала строится доверительный интервал для  $\ln y$ , а затем при потенцировании определяется интервал для прогнозируемого значения  $y$ . По данным табл. 8.17  $S_{\ln y}$  определится следующим образом:

$$S_{\ln y} = \sqrt{\frac{\sum (\ln y - \widehat{\ln y})^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{0,000071}{7}} = 0,0031848.$$

При прогнозе на 1999 г.  $Q = 1,236$  и  $S_{p_{\ln y}} = 0,0031848 \cdot 1,236 = 0,0039364$ . Соответственно доверительные интервалы для  $\ln y_p$  составят при  $p = 0,95$   $4,6755 \pm 0,0031848 \cdot 2,365$ , или  $4,668 \leq \ln y_{t=10}^p \leq 4,683$ . При потенцировании интервалы прогноза равны:

$$106,48 \leq y_{t=10}^p \leq 108,09.$$

Для параболы второй степени ошибка прогноза определяется следующим образом:

$$S_p = S_y \sqrt{1 + \frac{1}{\sum t_i^2} t_l^2 + \frac{\sum t_i^4 - (2 \sum t_i^2) t_l^2 + n \cdot t_l^4}{n \sum t_i^4 - (\sum t_i^2)^2}},$$

где  $\sum t_i^2$ ,  $\sum t_i^4$  определены при нумерации дат от середины ряда, т. е.  $\sum t = 0$ .

Для примера, рассмотренного в табл. 8.15, найдем ошибку прогноза. Среднеквадратическое отклонение уровней ряда от тренда

$$y = 77,701 + 34,433t + 3,861t^2$$

составит:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-3}} = \sqrt{\frac{0,4}{9-3}} = 0,258.$$

Для расчета поправочного коэффициента  $Q$  примем  $t_l = 5$  (следующее по порядку значение  $t$ ). Тогда величина  $Q$  окажется равной ( $\sum t_i^2$  и  $\sum t_i^4$  см. в табл. 8.15):

$$Q = \sqrt{1 + \frac{1}{60} \cdot 25 + \frac{708 - 2 \cdot 60 \cdot 25 + 9 \cdot 625}{9 \cdot 708 - 60^2}} = 1,618,$$

а ошибка прогноза:

$$S_p = S_y \cdot Q = 0,258 \cdot 1,618 = 0,417.$$

При  $\alpha = 0,05$  и числе степеней свободы  $n - 3 = 6$   $t_\alpha = 2,4469$  и доверительные интервалы прогноза будут следующими:  $y_p \pm 2,4469 \cdot 0,417$ , или  $346,39 \pm 1,02$ , т. е.

Разработаны значения Q и для параболы третьей степени. Чем выше степень полинома, тем шире доверительный интервал прогноза, ибо больше значение величины поправочного коэффициента Q.

**8.6.5. Автокорреляционная функция и идентификация трендов**

Ранее рассматривалась автокорреляция в остатках как оценка качества уравнения тренда. Между тем для выбора прогностической модели немаловажное значение приобретает исследование автокорреляции уровней динамического ряда, т.е. изучение корреляционной связи между последовательными значениями уровней динамического ряда. Например, цена на товар сегодня, как правило, зависит от цены вчерашнего дня.

Для измерения автокорреляции уровней динамического ряда используется коэффициент автокорреляции:

$$r_{y_t, y_{t-\tau}} = \frac{\overline{y_t \cdot y_{t-\tau}} - \bar{y}_t \cdot \bar{y}_{t-\tau}}{\sigma_{y_t} \cdot \sigma_{y_{t-\tau}}}$$

где y\_t — уровни исходного динамического ряда; y\_{t-\tau} — уровни того же динамического ряда, но сдвинутые на τ шагов во времени; τ — величина лага, принимающая значения 1, 2, 3 и т. д. и определяющая порядок коэффициента автокорреляции. При τ = 1 рассчитывается коэффициент автокорреляции первого порядка (r\_{a\_1}), т. е. оценивается корреляция текущих значений временного ряда (y\_t) с предшествующими значениями (y\_{t-1}).

С увеличением величины лага (τ) увеличивается порядок автокорреляции:

r\_{a\_2} — автокорреляция второго порядка;

r\_{a\_3} — автокорреляция третьего порядка;

.....

r\_{a\_τ} — автокорреляция порядка τ.

Коэффициент автокорреляции практически рассчитывается по формуле линейного коэффициента корреляции. Поэтому его значения изменяются в пределах: -1 ≤ r\_a ≤ 1. Чем ближе его значение к 1, тем сильнее зависимость текущих уровней динамического ряда от предыдущих.

Если ряд характеризуется четко выраженной тенденцией, то для него коэффициент автокорреляции первого порядка приближается к 1. Так, по ряду динамики, представленному в табл. 8.14 и 8.15, наблюдается высокая корреляция соседних членов ряда: коэффициент автокорреляции первого порядка равен 0,9987. Методику его расчета сведем в табл. 8.26.

Расчет коэффициента автокорреляции первого порядка для уровней динамического ряда, характеризующегося трендом в виде параболы второй степени

t	y_t	y_{t-1}	y_t y_{t-1}	y_t^2	y_{t-1}^2
1	2	—	—	—	—
2	9	2	18	81	4
3	24	9	216	576	81
4	47	24	1 128	2 209	576
5	78	47	3 666	6 084	2 209
6	116	78	9 048	13 456	6 084
7	162	116	18 792	26 244	13 456
8	216	162	34 992	46 656	26 244
9	277	216	59 832	76 729	46 656
Σ=45	929*	654	127 692	172 035	95 310

\* Определено без уровня первой строки.

Поскольку в нашем примере τ = 1, то формула расчета коэффициента автокорреляции приобретает вид:

$$r_{a_1} = \frac{\overline{y_t \cdot y_{t-1}} - \bar{y}_t \cdot \bar{y}_{t-1}}{\sigma_{y_t} \cdot \sigma_{y_{t-1}}}$$

Согласно данным табл. 8.26 имеем:

$$r_{a_1} = \frac{\frac{127692}{8} - \frac{929}{8} \cdot \frac{654}{8}}{\sqrt{\left(\frac{172035}{8} - \left(\frac{929}{8}\right)^2\right) \left(\frac{95310}{8} - \left(\frac{654}{8}\right)^2\right)}} = 0,9987.$$

Коэффициент автокорреляции можно вычислять, производя смещение уровней не на 1 месяц, как в данном примере, а на большее число шагов, т.е. увеличивая величину лага τ: r\_{a\_2}, r\_{a\_3}, r\_{a\_4} и т. д. Методика расчета коэффициентов автокорреляции более высоких порядков остается той же, но при этом число коррелируемых пар уменьшается: в примере r\_{a\_1} рассчитан по 8 наблюдениям (с t = 2 по t = 9), при τ = 2 останется 7 коррелируемых пар (с t = 3 по t = 9), при τ = 3 будет 6 коррелируемых пар (с t = 4 по t = 9). Ввиду уменьшения числа наблюдений увеличение лага небеспредельно: принято считать, что максимальная величина лага должна быть не более n/4. Поэтому для нашего примера при n = 9 максимальная величина τ = 2.

По длинному динамическому ряду можно определять серию коэффициентов автокорреляции, последовательно увеличивая величину



лага:  $r_{a_1}, r_{a_2}, r_{a_3}, \dots, r_{a_t}$ . Последовательность значений коэффициентов автокорреляции называют *автокорреляционной функцией*. Эта функция дает представление о внутренней структуре динамического ряда. С помощью автокорреляционной функции можно определить наличие или отсутствие в ряду динамики периодических колебаний и соответственно величину периода колебаний: он равен той величине лага  $\tau$ , при которой коэффициент автокорреляции наибольший. В нашем примере при сдвиге в 1 месяц величина коэффициента автокорреляции весьма высокая:  $r_{a_1}^2 = 0,997$ , т. е. уровни текущего месяца на 99,7% обусловлены уровнями предыдущего месяца. Поэтому для данного примера нет необходимости в расчете других коэффициентов автокорреляции. Если же динамический ряд является периодическим (уровни ряда волнообразно изменяются и эти изменения повторяются через определенный период времени), то автокорреляционная функция также будет периодической и иметь тот же период, что и ряд, по которому она исчислена.

**Пример.** Инвестиции в основной капитал России за 1996–1999 гг. характеризуются следующими данными (рис. 8.11)<sup>1</sup>.

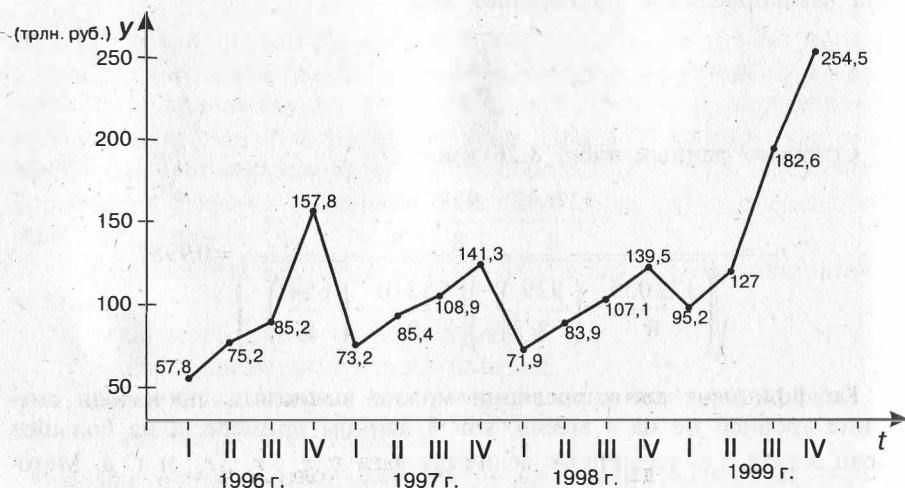


Рис. 8.11. Динамика инвестиций в основной капитал России за 1996–1999 гг.

Из рис. 8.11 видно, что ряд развивается периодически: рост инвестиций в течение года и спад их в I квартале, т. е. повторение движения уровней ряда из года в год с лагом в четыре квартала. Эту же величину лага подтверждает и автокорреляционная функция:

$r_{a_1} = 0,47059$ ;  $r_{a_2} = 0,0373$ ;  $r_{a_3} = 0,0281$ ;  $r_{a_4} = 0,703$ ;  $r_{a_5} = -0,076$ ;  $r_{a_6} = -0,292$ ;  $r_{a_7} = -0,033$ ;  $r_{a_8} = 0,748$ ;  $r_{a_9} = 0,378$ ;  $r_{a_{10}} = -0,075$ ;  $r_{a_{11}} = 0,178$ ;  $r_{a_{12}} = 0,954$ . Коэффициенты автокорреляции систематически возрастают через интервал лага, равный четырем. Вместе с тем следует иметь в виду, что при увеличении лага уменьшается число наблюдений, на которых базируется значение коэффициента автокорреляции. Поэтому коэффициенты автокорреляции высоких порядков оказываются менее сопоставимыми и менее надежными, чем коэффициенты автокорреляции с меньшей величиной лага. Так, в нашем примере  $r_{a_{12}} = 0,954$  базируется всего на четырех наблюдениях, и его величине вряд ли можно придавать особое экономическое значение: он приведен только для подтверждения вывода, что коэффициенты автокорреляции приобретают существенные значения лишь при интервале запаздывания, кратном четырем.

Графическое изображение автокорреляционной функции представляет собой коррелограмму (рис. 8.12).

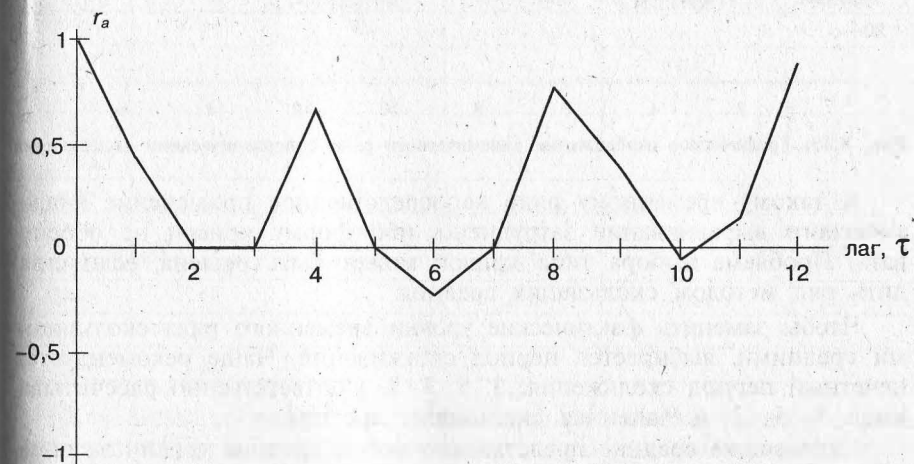


Рис. 8.12. Коррелограмма для ряда инвестиций в основной капитал России за 1996–1999 гг.

Если ряд не содержит периодических колебаний, то коррелограмма представляет собой затухающую функцию, когда коэффициенты автокорреляции высоких порядков приближаются к нулю. В данном примере, наоборот, имеет место периодичность в движении уровней.

Анализу может подвергаться и знак коэффициента автокорреляции. Отрицательное его значение может характеризовать пилообразное движение уровней, когда чередуются увеличение и снижение уровней ряда. В целом анализ автокорреляционной функции позволяет уточнить структуру динамического ряда, выявить наличие или отсутствие в нем тенденции или периодических изменений.

<sup>1</sup> Вопросы статистики. 2000. № 8. С. 61.

## 8.7. Выделение тренда с помощью скользящих и экспоненциальных средних

### 8.7.1. Сглаживание временных рядов методом скользящей средней

Аналитическое выравнивание уровней динамического ряда не дает хороших результатов при прогнозировании, если уровни ряда имеют резкие периодические колебания. В этих случаях простым путем определения тенденции развития явления представляется сглаживание динамического ряда *методом скользящих средних*. Предположим, что уровни динамического ряда образуют график, представленный на рис. 8.13.

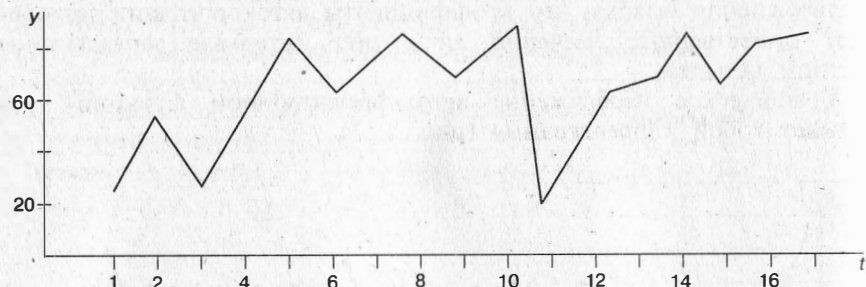


Рис. 8.13. Графическое изображение динамического ряда с периодическими колебаниями

К такому временному ряду непосредственное применение аналитического выравнивания затруднено, ибо форму кривой не обосновать. Проблема выбора типа кривой может быть решена, если сгладить ряд методом скользящих средних.

Чтобы заменить фактические уровни временного ряда скользящими средними, выбирается период сглаживания. Чаще рекомендуется нечетный период скользящего: 3, 5, 7, 9. Соответственно рассчитываются 3-, 5-, 7- и 9-членные скользящие средние.

Скользящие средние представляют собой средние уровни за определенные периоды времени (3, 5, 7, 9) путем последовательного передвижения начала периода на единицу времени. Найденные по средней арифметической значения скользящих средних условно относятся к середине периода, по которому она исчислена. Рассмотрим применение скользящей средней по данным о производстве продукции одного предприятия (табл. 8.27).

Таблица 8.27

(тыс. ед.)

1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
35	31	40	34	18	30	34	40	29	40	42

Поскольку период сглаживания теоретически не обосновать, расчеты начинают с 3-членной скользящей средней. Правый сглаженный

уровень получим для 1991 г.:  $\hat{y} = (35 + 31 + 40)/3 = 35,3$ . Последовательно, сдвигая на один год начало периода скользящего, находим сглаженные уровни для других лет. Так, для 1992 г. скользящая средняя составит:  $\hat{y} = (31 + 40 + 34)/3 = 35,0$ , для 1993 г.  $\hat{y} = (40 + 34 + 18)/3 = 30,7$  и т. д. Так как скользящая средняя относится к середине интервала, за который она рассчитана, то динамический ряд сглаженных уровней сокращается на  $(n - 1)$  уровень при нечетном периоде скользящего и на  $n$  уровней — при четном периоде скользящего. Поэтому в нашем примере ряд сглаженных уровней стал короче на два члена для трехчленной средней и на четыре — для пятичленной (табл. 8.28).

Таблица 8.28

Результаты сглаживания по методу скользящих средних

Годы	Фактический уровень $y_t$	Сглаженные уровни			
		Простая скользящая средняя		Взвешенная скользящая средняя	
		3-членная	5-членная	3-членная	5-членная
1990	35	—	—	—	—
1991	41	35,3	—	34,3	—
1992	40	35,0	31,6	36,3	34,6
1993	34	30,7	30,6	31,5	31,1
1994	18	27,3	31,2	25,0	27,4
1995	30	27,3	31,2	28,0	28,9
1996	34	34,7	30,2	34,5	29,4
1997	40	34,3	34,6	35,8	35,1
1998	29	36,3	37,0	34,5	35,6
1999	40	37,0	—	37,8	—
2000	42	—	—	—	—

Как видно из табл. 8.28, трехчленная скользящая средняя демонстрирует выравненный динамический ряд с разнонаправленной тенденцией движения уровней: снижение до 1995 г. и далее рост их с некоторым нарушением в 1997 г. Чтобы исправить это нарушение закономерности, можно попытаться увеличить период скользящего до 5. Однако в нашем примере увеличение периода скользящего не дало положительных результатов. Трехчленная скользящая средняя дает более сглаженный ряд, чем пятичленная. Кроме того, для нее оказывается меньше сумма квадратов отклонений фактических данных ( $y_t$ ) от сглаженных ( $\hat{y}$ ): для трехчленной скользящей средней  $\sum (y_t - \hat{y})^2 = 234,43$ , а для пятичленной —  $\sum (y_t - \hat{y})^2 = 365,4$ . Иными словами, трехчленная скользящая средняя лучше представляет закономерность движения уровней динамического ряда.

Поскольку укрупнение интервала сглаживания приводит к уменьшению числа сглаженных уровней ряда, а длина динамического ряда в экономике часто ограничена (максимум 10–15 лет), то многочлен-

ные скользящие средние практически не применяются (исключение составляет применение скользящих средних при измерении сезонных колебаний).

Простые скользящие средние в ряде случаев позволяют выявить тенденцию лишь в общих чертах, ибо при сглаживании исчезают изгибы линии тенденции и некоторые уровни показывают вместо спада, имевшего место реально, подъем или наоборот (см., например, табл. 8.28 – 1997, 1998 гг.).

Более совершенным приемом считается взвешенная скользящая средняя. Если при простой скользящей средней все уровни временного ряда считаются равноценными, то при исчислении взвешенной скользящей средней каждому уровню в пределах интервала сглаживания приписывается вес, зависящий от расстояния данного уровня до середины интервала сглаживания.

Веса для уровней ряда при сглаживании могут быть взяты как коэффициенты бинома Ньютона (табл. 8.29).

Таблица 8.29

Интервал сглаживания (n)	Коэффициенты (f)	Сумма весов
3	1 2 1	4
5	1 4 6 4 1	16
7	1 6 15 20 15 6 1	64

Взвешенная скользящая средняя определяется как средняя арифметическая взвешенная:

$$\hat{y}_t = \frac{\sum_1^n y_t f}{\sum_1^n f},$$

где  $\hat{y}_t$  – скользящая средняя;  $y_t$  – уровни динамического ряда, участвующие в расчете за интервал  $n$ ;  $f$  – веса. Если принять, что сумма весов равна единице, то весом будет выступать  $f / \sum f$ .

Для рассматриваемого примера трехчленная взвешенная скользящая средняя за 1991 г. окажется равной:

$$\hat{y}_{91} = (35 \cdot 1 + 31 \cdot 2 + 40 \cdot 1) : 4 = 34,25;$$

для 1992 г. соответственно получим:

$$\hat{y}_{92} = (31 \cdot 1 + 40 \cdot 2 + 34 \cdot 1) : 4 = 36,25.$$

При пятичленной взвешенной скользящей средней для 1992 и 1993 гг. получим:

$$\hat{y}_{92} = (35 \cdot 1 + 31 \cdot 4 + 40 \cdot 6 + 34 \cdot 4 + 18 \cdot 1) : 16 = 34,5625;$$

$$y_{93} = (31 \cdot 1 + 40 \cdot 4 + 34 \cdot 6 + 18 \cdot 4 + 30 \cdot 1) : 16 = 31,0625.$$

Аналогично рассчитываются и для других лет взвешенные скользящие средние, результаты которых приведены в табл. 8.28.

Как видим, взвешенные скользящие средние несколько ближе подходят к фактическим данным. Для них  $\sum (y_t - \hat{y})^2$  меньше, чем для простых скользящих средних: для трехчленной взвешенной скользящей средней  $\sum (y_t - \hat{y})^2 = 136,81$ , а для пятичленной –  $\sum (y_t - \hat{y})^2 = 215,87$ . Пятичленная скользящая средняя демонстрирует, что тенденция уровней динамического ряда может быть описана параболой второй степени:

$$y = a + bt + ct^2.$$

Веса при использовании взвешенных скользящих средних могут быть подобраны не только как коэффициенты бинома Ньютона, но и путем подбора полинома второго или третьего порядка к группе наблюдений в пределах интервала сглаживания. Параметры такого полинома обычно определяются методом наименьших квадратов. Центральная ордината этой параболы принимается за сглаженное значение соответствующего уровня фактического ряда данных. Так как отсчет времени в пределах интервала сглаживания производится от его середины (т. е.  $t$  принимает значения:  $-2, -1, 0, 1, 2$  при пятичленной скользящей средней), то сглаженное значение уровня динамического ряда равно свободному члену параболы, т. е.  $\hat{y} = a$  в параболе  $y = a + bt + ct^2$ . Для нахождения значения параметра  $a$  при пятичленной скользящей средней составляет система нормальных уравнений:

$$\begin{cases} 5a + 10c = \sum y \\ 10b = \sum yt \\ 10a + 34c = \sum yt^2 \end{cases}$$

В этой системе нас интересует только параметр  $a$ , ибо центральный уровень ряда ( $y_3$ ) имеет выравненное значение при  $t = 0$ , т. е.  $\hat{y}_3 = a$ . Тогда имеем систему уравнений:

$$\begin{cases} 5a + 10c = \sum y \\ 10a + 34c = \sum yt^2 \end{cases} \text{ или } \begin{cases} 17a + 34c = 3,4 \sum y \\ 10a + 34c = \sum yt^2 \end{cases}$$

Отсюда следует, что

$$7a = 3,4 \sum y - \sum yt^2.$$

Соответственно

$$a = \frac{1}{7} (3,4 \sum y - \sum yt^2).$$



Выразим  $\sum y$  и  $\sum y t^2$  через отдельные слагаемые:

$$a = \frac{1}{7}[3,4(y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5) - (4y_1 + y_2 + 0 \cdot y_3 + y_4 + 4y_5)] = \\ = \frac{1}{7}(-0,6y_1 + 2,4y_2 + 3,4y_3 + 2,4y_4 - 0,6y_5).$$

Практически веса для пятичленной скользящей средней найдены:

$$\frac{1}{7}(-0,6; 2,4; 3,4; 2,4; -0,6).$$

Их сумма равна 1. Однако принято веса брать в виде целых чисел. При пятичленной скользящей средней они составят:

$$\frac{1}{35}(-3; +12; +17; +12; -3).$$

Применительно к рассмотренному ранее примеру этот метод взвешивания привел к следующим скользящим средним (табл. 8.30).

Таблица 8.30

1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.
37,2	31,2	24,3	26,1	36,5	35,0	35,0

Исходя из них  $\sum (y_t - \hat{y})^2 = 123,32$ , что значительно меньше, чем при использовании других весов. Таким образом, пятичленная скользящая средняя с полиномиальными весами лучше всего отображает тенденцию динамического ряда. Во многом это связано с тем, что форма кривой тренда и коэффициентов весов совпадает — это парабола второй степени.

Для подсчета взвешенных скользящих средних веса можно заимствовать из готовых формул, разработанных для 21 точки параболы второго, третьего, четвертого и пятого порядков. Так, для параболы второго порядка при периоде скольжения  $n = 7$  имеем веса:

$$\frac{1}{21}(-2; 3; 6; 7; 6; 3; -2),$$

а при периоде скольжения  $n = 9$  веса составят:

$$\frac{1}{231}(-21; 14; 39; 54; 59; 54; 39; 14; -21).$$

Как видим, веса симметричны относительно центрального уровня, для которого исчисляется скользящая средняя. Так как в системе весов, кроме положительных, имеются отрицательные величины, сглаженная кривая «в значительной мере сохраняет различные изгибы кри-

вой тренда»<sup>1</sup>. Кроме того, в отдельных случаях данный метод может ввиду эффекта Слущкого исказить реальную форму тренда, выделив в нем периодические колебания, которых в действительности нет<sup>2</sup>.

### 8.7.2. Экспоненциальное сглаживание

В настоящее время для учета степени «устаревания» данных во взвешенных скользящих средних используются веса, подчиняющиеся экспоненциальному закону, т. е. применяется метод экспоненциальных средних.

Смысл экспоненциальных средних состоит в том, чтобы найти такие средние, в которых влияние прошлых наблюдений затухает по мере удаления от момента, для которого определяются средние. Веса в экспоненциальных средних устанавливаются в виде коэффициентов  $\alpha$  ( $|\alpha| < 1$ ). Веса по времени убывают экспоненциально, а сумма весов стремится к 1. В качестве весов используется ряд:

$$\alpha; \alpha(1-\alpha); \alpha(1-\alpha)^2; \alpha(1-\alpha)^3 \text{ и т. д.}$$

При  $\alpha = 0,2$  веса составят: 0,2; 0,16; 0,128; 0,102; 0,082 и т. д., т. е. вес каждого следующего наблюдения в 0,8 раза меньше предыдущего веса.

Экспоненциальная средняя определяется по формуле Р. Брауна:

$$Q_t = \alpha y_t + (1-\alpha)Q_{t-1},$$

где  $Q_t$  — экспоненциальная средняя (сглаженное значение уровня ряда) на момент  $t$ ;  $\alpha$  — вес текущего наблюдения при расчете экспоненциальной средней;  $y_t$  — фактический уровень динамического ряда на момент времени  $t$ ;  $Q_{t-1}$  — экспоненциальная средняя предыдущего периода.

Как видно из формулы, сглаженный по экспоненциальной средней уровень динамического ряда есть не что иное, как линейная комбинация двух величин: фактического уровня динамического ряда на момент времени  $t$ , т. е.  $y_t$ , и среднего уровня ( $Q_{t-1}$ ), рассчитанного для предыдущего периода. Таким образом, экспоненциальная средняя ( $Q_t$ ) формируется под влиянием всех предшествующих уровней ряда от его начала до момента  $t$  включительно.

Вес, с которым участвует каждый уровень динамического ряда в определении экспоненциальных средних, зависит от параметра сглаживания  $\alpha$ . Поэтому при использовании экспоненциальных средних в прогнозировании одной из важных проблем является выбор оптимального значения параметра  $\alpha$ .

<sup>1</sup> Четыркин Е. М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1975. С. 32.

<sup>2</sup> Там же. С. 33.

Если коэффициент  $\alpha$  близок к 0, то веса, по которым взвешиваются уровни динамического ряда, убывают медленно, и при прогнозе в этом случае учитываются все прошлые наблюдения. Если  $\alpha$  близок к 1, то при прогнозировании учитываются в основном наблюдения последних лет, чем ближе  $\alpha$  к 1, тем в большей мере сглаженные уровни воспроизводят фактические уровни динамического ряда (табл. 8.31).

Таблица 8.31

Экспоненциальное сглаживание при разных значениях параметра  $\alpha$

Годы	Фактический уровень ( $y_t$ )	Экспоненциальные средние $Q_t$ при				
		$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,3$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,9$	$\alpha = 0,95$
1990	35	35	35	35	35	35
1991	31	34,6	33,8	33	31,4	31,2
1992	40	35,1	35,7	36,5	39,1	39,6
1993	34	35,0	35,2	35,3	34,5	34,3
1994	18	33,3	30,0	26,6	19,6	18,8
1995	30	33,0	30,0	28,3	29,0	29,4
1996	34	33,1	31,2	31,1	33,5	33,8
1997	40	33,8	33,8	35,6	39,3	39,7
1998	29	33,3	32,4	32,3	30,0	29,5
1999	40	34,0	34,7	36,1	39,0	39,5
2000	42	34,8	36,9	39,1	41,7	41,9
$\sum(y_t - Q_t)^2$		426,6	283,7	157,1	7,6	1,9

По данным табл. 8.31, наименьшая сумма квадратов отклонений фактических данных от выравненных (1,9) имеет место при  $\alpha = 0,95$ . Как видим, уже при  $\alpha = 0,9$  экспоненциальные средние практически воспроизводят сам динамический ряд и не характеризуют тренд. Выбор константы сглаживания  $\alpha$  достаточно произволен. Обычно используются значения  $\alpha$  в диапазоне от 0,1 до 0,5. При этом его величина зависит от срока прогноза. При краткосрочных прогнозах желательно отразить реальные изменения уровней временного ряда и одновременно сгладить скачки уровней ряда, вызванные случайными факторами. Поэтому чаще используется указанный диапазон значений  $\alpha$ : при повышении  $\alpha$  увеличивается вес последних наблюдений, а для сглаживания случайных колебаний  $\alpha$  уменьшается. При увеличении срока прогноза более поздняя информация должна иметь несколько меньший вес, т. е. величина  $\alpha$  уменьшается. Некоторые компьютерные программы предусматривают возможность автоматического изменения константы сглаживания  $\alpha$ , если ошибки прогноза станут неприемлемо большими.

### 8.7.3. Вычисление прогноза по методу экспоненциальных средних

При использовании экспоненциальных средних в прогнозировании каждый новый прогноз основывается на предыдущем прогнозе:

$$S_t = S_{t-1} + \alpha(y_{t-1} - S_{t-1}),$$

где  $S_t$  — прогноз для периода  $t$ ;  $S_{t-1}$  — прогноз для периода  $(t-1)$ ;  $\alpha$  — сглаживающая константа;  $y_{t-1}$  — фактический уровень для периода  $(t-1)$ .

Иными словами, прогноз на следующий период равен:

$$t(S_t) = \text{Предыдущий прогноз } (S_{t-1}) + \alpha$$

Ошибка прогноза:  $(y_{t-1} - S_{t-1})$ . Если предыдущий прогноз составил 50 единиц, а фактический уровень оказался 48 единиц, то при  $\alpha = 0,1$  новый прогноз определится как  $S_t = 50 + 0,1(48 - 50) = 49,8$ . Далее, если фактический уровень временного ряда окажется 51, то следующий прогноз будет:

$$S_t = 49,8 + 0,1(51 - 49,8) = 49,92.$$

Рассмотренный метод прогнозирования относится к классу адаптивных методов. Слово «адаптация» (от лат. *adaptatio*) означает приспособление к условиям существования. Применительно к прогнозированию процесс адаптации состоит в том, что при прогнозе на период  $t$  учитывается ошибка предыдущего прогноза, т. е. каждый новый прогноз  $S_t$  получается в результате корректировки предыдущего прогноза с учетом его ошибки.

Экспоненциальное сглаживание — широко распространенный метод прогнозирования из-за легкости вычисления. Для коротких временных рядов, которые часто встречаются в экономике, важным представляется выбор начальной оценки прогноза. Для этой цели могут быть использованы разные приемы: среднее значение нескольких первых периодов; субъективные оценки, полученные экспертным путем; первое фактическое значение уровня динамического ряда как прогноз для периода 2. Если принять последний подход, то, используя данные табл. 8.31 при  $\alpha = 0,3$ , получим прогнозные оценки те же, что и в табл. 8.31, но сдвинутые на один год (табл. 8.32).

Таблица 8.32

	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.
$y_t$	35	31	40	34	18	30	34	40	29	40	42	—
Прогноз	—	35	33,8	35,7	35,2	30	30	31,2	33,8	32,4	34,7	36,9
Ошибка прогноза	—	-4	6,2	-1,7	-17,2	0	4	8,8	-4,8	7,6	7,3	—

Рассмотренные экспоненциальные средние представляют собой средние первого порядка, т. е. средние, полученные при сглаживании

уровней динамического ряда (первичное сглаживание). При прогнозировании могут использоваться экспоненциальные средние более высоких порядков, т.е. средние, полученные путем многократного сглаживания. Экспоненциальная средняя  $K$ -го порядка определяется по формуле:

$$Q_t^{(K)} = \alpha Q_t^{(K-1)} + (1-\alpha) Q_{t-1}^{(K)}.$$

Если  $K=1$ , то получаем формулу расчета экспоненциальной средней первого порядка:

$$Q_t^{(1)} = \alpha Q_t^0 + (1-\alpha) Q_{t-1}^{(1)} = \alpha y_t + (1-\alpha) Q_{t-1}^{(1)},$$

т.е. получили ту же формулу, которую ранее использовали при сглаживании исходного динамического ряда (см. результаты сглаживания в табл. 8.31).

Если  $K=2$ , то получаем формулу расчета экспоненциальной средней второго порядка:

$$Q_t^{(2)} = \alpha Q_t^{(1)} + (1-\alpha) Q_{t-1}^{(2)},$$

т.е. сглаживанию подвергаются экспоненциальные средние первого порядка.

Если  $K=3$ , то получаем формулу расчета экспоненциальной средней третьего порядка:

$$Q_t^{(3)} = \alpha Q_t^{(2)} + (1-\alpha) Q_{t-1}^{(3)},$$

т.е. сглаживанию подвергаются экспоненциальные средние второго порядка.

Экспоненциальные средние более высоких порядков рекомендуются к применению, если после сглаживания исходного динамического ряда тенденция ряда проявляется недостаточно четко. Тогда процедуру сглаживания повторяют и вычисляют экспоненциальные средние второго порядка. Если и для них тенденция ряда не ясна, то увеличивают порядок сглаживания, рассчитывая экспоненциальные средние третьего и т.д. порядков.

Экспоненциальные средние второго, третьего порядков нашли применение в адаптивном прогнозировании по полиномиальным моделям.

#### 8.7.4. Адаптивное прогнозирование по полиномиальным моделям

Английский ученый Р. Браун предложил использовать экспоненциальные средние в прогнозировании для вычисления поправок коэффициентов сглаживающего полинома. Предположим, что для прогноза использован линейный тренд:

$$\hat{y}_t = a + bt.$$

Согласно теореме Брауна-Майера параметры линейного тренда связаны с экспоненциальными средними первого ( $Q_t^{(1)}$ ) и второго ( $Q_t^{(2)}$ ) порядков:

$$Q_t^{(1)} = \bar{a} + \frac{1-\alpha}{\alpha} \bar{b};$$

$$Q_t^{(2)} = \bar{a} + \frac{2(1-\alpha)}{\alpha} \bar{b}.$$

Соответственно:

$$\bar{a} = 2Q_t^{(1)} - Q_t^{(2)};$$

$$\bar{b} = \frac{\alpha}{1-\alpha} (Q_t^{(1)} - Q_t^{(2)}).$$

Из формулы расчета экспоненциальных средних нам известно, что необходимо задать начальные условия  $Q_{t-1}^K$ , т.е. определить  $Q_0^{(1)}$  и  $Q_0^{(2)}$ .

Начальные условия задаются в виде следующих формул:

$$Q_0^{(1)} = a - \frac{1-\alpha}{\alpha} b;$$

$$Q_0^{(2)} = a - \frac{2(1-\alpha)}{\alpha} b.$$

Предположим, что к динамическому ряду, представленному в табл. 8.31, применено аналитическое выравнивание в виде линейного тренда. Уравнение тренда составило:

$$\hat{y}_t = 30,309 + 0,6t, \text{ где } t = 1, 2, \dots, 11.$$

Параметр сглаживания  $\alpha$  определим из формулы:  $\alpha = 2/(n+1)$ . Так как  $n=11$ , то для примера  $\alpha = 0,167 \approx 0,2$ . Соответственно  $(1-\alpha)/\alpha = 4$ , а  $\alpha/(1-\alpha) = 0,25$ .

Начальные условия для экспоненциального сглаживания в нашем примере окажутся:

$$Q_0^{(1)} = a - \frac{1-\alpha}{\alpha} b = 30,309 - 4 \cdot 0,6 = 27,909;$$

$$Q_0^{(2)} = a - \frac{2(1-\alpha)}{\alpha} b = 30,309 - 2 \cdot 4 \cdot 0,6 = 25,509.$$

Исходя из формулы экспоненциальной средней экспоненциальные средние  $Q_t^{(1)}$  и  $Q_t^{(2)}$  составят:



$$Q_t^{(1)} = \alpha y_t + (1-\alpha)Q_{t-1}^{(1)}, \text{ где } y_t = \hat{y}_{t-n},$$

т. е.  $y_t = 30,309 + 0,6 \cdot 11 = 36,909$  и  $Q_{t-1}^{(1)} = Q_0^{(1)}$ ;

$$Q_t^{(1)} = 0,2 \cdot 36,909 + (1-0,2) \cdot 27,909 = 29,709;$$

$$Q_t^{(2)} = \alpha \cdot Q_t^{(1)} + (1-\alpha)Q_{t-1}^{(2)}, \text{ где } Q_{t-1}^{(2)} = Q_0^{(2)};$$

$$Q_t^{(2)} = 0,2 \cdot 29,709 + (1-0,2) \cdot 25,509 = 26,349.$$

Тогда скорректированные параметры линейного тренда составят:

$$\bar{a} = 2Q_t^{(1)} - Q_t^{(2)} = 2 \cdot 29,709 - 26,349 = 33,069;$$

$$\bar{b} = \frac{\alpha}{1-\alpha} (Q_t^{(1)} - Q_t^{(2)}) = 0,25(29,709 - 26,349) = 0,84.$$

Прогноз проводим по модели:

$$y_p = \bar{a} + \bar{b} \cdot l,$$

где  $l$  — период упреждения.

Если раскрыть значения оценок параметров  $a$  и  $b$ , т. е.  $\bar{a}$  и  $\bar{b}$ , то прогноз осуществляется по выражению:

$$y_p = \bar{a} + \bar{b}l = \left(2 + \frac{\alpha}{1-\alpha}l\right)Q_t^{(1)} - \left(1 + \frac{\alpha}{1-\alpha}l\right)Q_t^{(2)}.$$

В рассматриваемом примере прогноз на 2001 г. составит (при  $l=1$ ):

$$y_p = 33,069 + 0,84 \cdot 1 = 33,909.$$

Этот же результат получим и при подсчете по предыдущему выражению:

$$y_p = (2 + 0,25 \cdot 1) \cdot 29,709 - (1 + 0,25 \cdot 1) \cdot 26,349 = 33,909.$$

Соответственно при прогнозе на 2002 г. берем  $l=2$ :

$$y_p = 33,069 + 0,84 \cdot 2 = 34,749.$$

Если прогноз основывать только на уравнении тренда, то на 2001 г. он составит:

$$y_p = 30,309 + 0,6 \cdot 12 = 37,509,$$

а на 2002 г.:

$$y_p = 30,309 + 0,6 \cdot 13 = 38,109.$$

Рассмотренные параметры линейного тренда  $\bar{a}$  и  $\bar{b}$  можно корректировать на новую информацию. Так, после прогноза на 2001 г.

можно вновь определять  $Q_t^{(1)}$  и  $Q_t^{(2)}$  и на их основе можно строить новое уравнение для прогноза на 2002 г.

Если ряд динамики описывается параболой второго порядка  $\hat{y} = a + bt + ct^2$ , то рассчитываются экспоненциальные средние первого ( $Q_t^{(1)}$ ), второго ( $Q_t^{(2)}$ ) и третьего ( $Q_t^{(3)}$ ) порядков. Модель, по которой осуществляется прогноз, имеет вид:

$$\hat{y}_t = \bar{a} + \bar{b}l + \bar{c}l^2,$$

где  $\bar{a}$ ,  $\bar{b}$  и  $\bar{c}$  — оценки параметров уравнения тренда, скорректированные по экспоненциальному сглаживанию:

$$\bar{a} = 3(Q_t^{(1)} - Q_t^{(2)}) + Q_t^{(3)};$$

$$\bar{b} = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6-5\alpha)Q_t^{(1)} - 2(5-4\alpha)Q_t^{(2)} + (4-3\alpha)Q_t^{(3)}];$$

$$\bar{c} = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} (Q_t^{(1)} - 2Q_t^{(2)} + Q_t^{(3)}).$$

Начальные условия  $Q_{t-1} = Q_0$  для экспоненциальных средних разных порядков определяются по формулам:

$$Q_0^{(1)} = a - \frac{1-\alpha}{\alpha}b + \frac{(1-\alpha)(2-\alpha)}{2\alpha^2}c;$$

$$Q_0^{(2)} = a - \frac{2(1-\alpha)}{\alpha}b + \frac{(1-\alpha)(3-2\alpha)}{\alpha^2}c;$$

$$Q_0^{(3)} = a - \frac{3(1-\alpha)}{\alpha}b + \frac{3(1-\alpha)(4-3\alpha)}{2\alpha^2}c.$$

Метод экспоненциального сглаживания для прогнозирования имеет как достоинства, так и недостатки. К достоинствам метода можно отнести его простоту, логическую ясность, достаточную точность, которая возрастает с увеличением числа уровней временного ряда и падает с увеличением периода упреждения. К недостаткам метода следует отнести отсутствие точного выбора оптимальной величины параметра сглаживания  $\alpha$ . В целом метод эффективен для краткосрочных прогнозов.

## 8.8. Ряд Фурье и его использование в прогнозировании

При наличии периодических колебаний в ряду динамики модель прогноза должна учитывать эти колебания. С этой целью может быть использован ряд Фурье. Чтобы понять его содержание, обратимся к графику временного ряда с периодическими колебаниями (см. рис. 8.14).

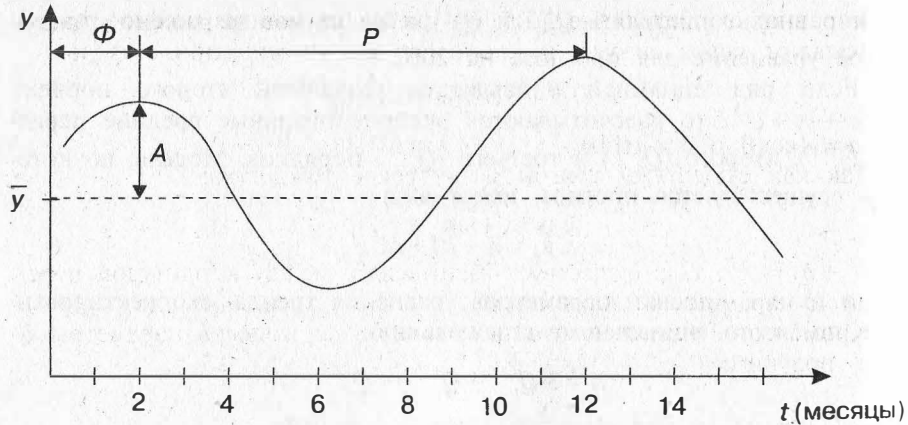


Рис. 8.14. Периодический временной ряд

Уровни динамического ряда варьируют вокруг среднего значения ( $\bar{y}$ ), при этом эти колебания (волны) повторяются, т. е. перед нами периодический временной ряд. Интервал времени, необходимый для того, чтобы динамический ряд начал повторяться, называется *периодом* и обозначен на графике  $P$ . Его величина (расстояние между пиками или впадинами) на рис. 8.14 составляет 10 месяцев ( $12-2$ ). Если ряд имеет период  $P$ , то он, как правило, имеет также период  $2P$ ,  $3P$  и т. п. В общем случае для периодического временного ряда справедливо равенство:

$$y_t = y_{t+cp},$$

где  $c = 1, 2, \dots$

Величина, обратная периоду, называется *частотой динамического ряда* ( $f$ ).

$$f = 1/p.$$

Частота указывает число повторений цикла в единицу времени:  $f = 1/10$  в месяц (по рис. 8.14).

Отклонение от среднего уровня до пика (или впадины) называется *амплитудой временного ряда* ( $A$ ).

Расстояние между началом отсчета времени (точкой, в которой  $t = 0$ ) и ближайшим пиковым значением называется *фазой* ( $\Phi$ ).

Стационарный периодический временной ряд, представленный на рис. 8.14, можно задать четырьмя параметрами: периодом ( $P$ ) или частотой ( $f$ ), амплитудой ( $A$ ), фазой ( $\Phi$ ) и средним значением ( $\bar{y}$ ). Поэтому стационарный периодический временной ряд можно записать в виде:

$$y_t = \bar{y} + A \cos(\omega t - \theta),$$

которая называется *гармоническим представлением*. В этом выражении  $\omega$  — угловая частота, измеряемая в радианах в единицу време-

ни и равна:  $\omega = 2\pi f$ ;  $0 \leq \omega \leq 2\pi$ ;  $\theta$  — фаза. Данное выражение часто записывают через синусы и косинусы без упоминания о фазе:

$$y_t = \bar{y} + a \cos \omega t + b \sin \omega t,$$

где  $a = A \cos \theta$  и  $b = A \sin \theta$ .

Так как существует тригонометрическое тождество:

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1,$$

то  $a^2 + b^2 = A^2$ , т. е. существует взаимосвязь между амплитудой колебаний и параметрами гармониками.

Кроме того, учитывая, что  $\operatorname{tg} x = \sin x / \cos x$ , поделив параметры  $b$  на  $a$ , получим:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{b}{a}, \text{ или } \operatorname{arctg} \frac{b}{a} = \theta,$$

т. е. фаза периодического ряда связана также с параметрами гармонического представления  $a$  и  $b$ .

Теоретически любой стационарный временной ряд может быть представлен как сумма среднего значения и ряда синусоид и косинусоид, что и называется *рядом Фурье*:

$$y_t = \bar{y} + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \cos \omega_i t + \sum_{i=1}^{\infty} b_i \sin \omega_i t.$$

Для этого ряда также справедливо равенство:

$$A_i^2 = a_i^2 + b_i^2; \quad i = 1, 2, \dots$$

Аналогично:

$$\theta_i = \operatorname{arctg} \frac{b_i}{a_i}; \quad i = 1, 2, \dots$$

Анализируемые ряды динамики обычно имеют конечную длину  $N$ . Если интервалы между наблюдениями представляют собой постоянную величину, например месяц, то самый медленный, т. е. самый большой, период косинусоидальной кривой равен  $N$  месяцам, что соответствует угловой частоте  $2\pi/N$ . Наименьший период этой кривой составляет два месяца ( $f = 1/2$ ), так как необходимы по крайней мере два месяца, чтобы кривая завершила цикл. Предположим, что  $N$  — четное число, т. е.  $N = 2n$ .

Угловая частота  $i$ -й составляющей равна:  $\omega_i = 2\pi i / N$ , где  $i = 1, 2, \dots, n$ . Если  $i = 1$ , то  $\omega_1 = 2\pi / N$ , что соответствует самой медленной волне, которую можно наблюдать. При  $i = n$   $\omega_n = 2\pi n / N = \pi$ , что соответствует самой быстрой волне, которую можно наблюдать.

Так как реальный ряд динамики имеет конечную длину  $N$ , то ряд Фурье приобретает вид:

$$y_t = \bar{y} + \sum_{i=1}^n a_i \cos \omega_i t + \sum_{i=1}^n b_i \sin \omega_i t,$$

где  $n = N/2$  ( $N$  — длина временного ряда).

При этом  $\bar{y}$  заменяется часто параметром  $a_0$ , т. е. в окончательном виде имеем:

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \cos \omega_i t + \sum_{i=1}^n b_i \sin \omega_i t.$$

Оценка параметров данного уравнения при компьютерной обработке обычно дается традиционным МНК, который приводит к системе нормальных уравнений. Покажем ее для случая одной гармоники:

$$y_t = a_0 + a_1 \cos t + b_1 \sin t,$$

где  $t$  принимает значения от 0 с постоянным увеличением на  $2\pi/N$ .

Система нормальных уравнений окажется следующей:

$$\begin{cases} Na_0 + a_1 \sum \cos t + b_1 \sum \sin t = \sum y_t \\ a_0 \sum \cos t + a_1 \sum \cos^2 t + b_1 \sum \sin t \cos t = \sum y_t \cos t \\ a_0 \sum \sin t + a_1 \sum \cos t \sin t + b_1 \sum \sin^2 t = \sum y_t \sin t. \end{cases}$$

В этой системе  $\sum \cos t = \sum \sin t = 0$ .

Соответственно из первого уравнения системы получаем, что  $a_0 = \sum y_t / N = \bar{y}$ . Ввиду того что  $\sum \sin t \cos t = 0$  (см. табл. 8.34) из второго уравнения системы получаем оценку параметра  $a_1$ :

$$a_1 = \frac{\sum y_t \cos t}{\sum \cos^2 t}.$$

Аналогично из третьего уравнения системы вытекает, что

$$b_1 = \frac{\sum y_t \sin t}{\sum \sin^2 t}.$$

Так как

$$\cos^2 t = \frac{1 + \cos 2t}{2},$$

$$\text{то } \sum \cos^2 t = \frac{1}{2} \sum (1 + \cos 2t) = \frac{1}{2} (N + \sum \cos 2t) = \frac{1}{2} (N + 0) = \frac{N}{2}.$$

Соответственно можно показать, что

$$\sum \sin^2 t = \frac{N}{2}, \text{ так как } \sum \sin^2 t = \sum (1 - \cos^2 t) = N - \frac{N}{2} = \frac{N}{2}.$$

Следовательно,  $a_1 = 2 \sum y_t \cos t / N$  и  $b_1 = 2 \sum y_t \sin t / N$ .

Соответственно при определении второй гармоники рассчитываются  $a_2$  и  $b_2$ :

$$a_2 = \frac{2}{N} \sum y_t \cos 2t \text{ и } b_2 = \frac{2}{N} \sum y_t \sin 2t.$$

Иными словами, параметры ряда Фурье определяются следующим образом:

$$a_i = \frac{2}{N} \sum y_t \cos \omega_i t \text{ и } b_i = \frac{2}{N} \sum y_t \sin \omega_i t.$$

Часто хорошее описание фактического временного ряда достигается с использованием двух гармоник:

$$y_t = a_0 + a_1 \cos t + b_1 \sin t + a_2 \cos 2t + b_2 \sin 2t.$$

Рассмотрим построение ряда Фурье на следующем примере.

**Пример.** Производство товара К по месяцам характеризуется следующими данными (табл. 8.33).

Таблица 8.33

(ед.)

Номер месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$y_t$	22	24	23	14	6	5	6	8	15	17
Номер месяца	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$y_t$	24	25	24	18	8	5	9	14	19	23

Графическое представление этого временного ряда дано на рис. 8.15.

Перед нами стационарный динамический ряд, для которого  $\bar{y} = 15,45$ ,  $\sigma_y^2 = 52,1475$ .

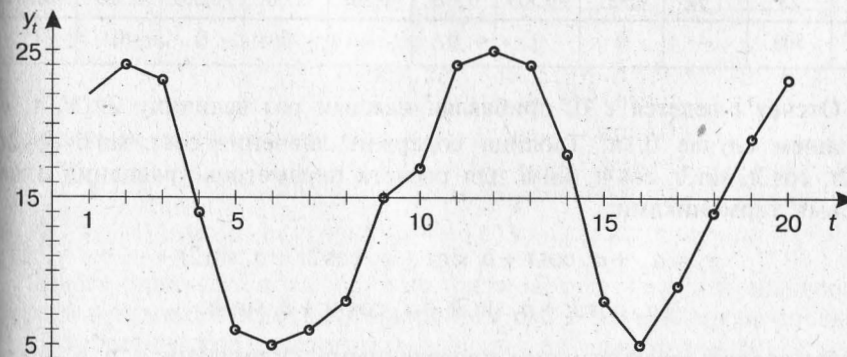


Рис. 8.15. Периодический ряд динамики производства товара К



Расчеты для определения параметров ряда Фурье представлены в табл. 8.34.

Таблица 8.34

Расчет параметров по ряду Фурье

№ п/п	$y_t$	$t$	$\cos t$	$\sin t$	$\cos 2t$	$\sin 2t$	$\cos 3t$	$\sin 3t$	$\cos 4t$	$\sin 4t$
1	22	0	1	0	1	0	1	0	1	0
2	24	0,1π	0,951	0,309	0,809	0,588	0,588	0,809	0,309	0,951
3	23	0,2π	0,809	0,588	0,309	0,951	-0,309	0,951	-0,809	0,588
4	14	0,3π	0,588	0,809	-0,309	0,951	-0,951	0,309	-0,809	-0,588
5	6	0,4π	0,309	0,951	-0,809	0,588	-0,809	-0,588	0,309	-0,951
6	5	0,5π	0	1	-1	0	0	-1	1	0
7	6	0,6π	-0,309	0,951	-0,809	-0,588	0,809	-0,588	0,309	0,951
8	8	0,7π	-0,588	0,809	-0,309	-0,951	0,915	0,309	-0,809	0,588
9	15	0,8π	-0,809	0,588	0,309	-0,951	0,309	0,951	-0,809	-0,588
10	17	0,9π	-0,951	0,309	0,809	-0,588	-0,588	0,809	0,309	-0,951
11	24	1π	-1	0	1	0	-1	0	1	0
12	25	1,1π	-0,951	-0,309	0,809	0,588	-0,588	-0,809	0,309	0,951
13	24	1,2π	-0,809	-0,588	0,309	0,951	0,309	-0,951	-0,809	0,588
14	18	1,3π	-0,588	-0,809	-0,309	0,951	0,951	-0,309	-0,809	-0,588
15	8	1,4π	-0,309	-0,951	-0,809	0,588	0,809	0,588	0,309	-0,951
16	5	1,5π	0	-1	-1	0	0	1	1	0
17	9	1,6π	0,309	-0,951	-0,809	-0,588	-0,809	0,588	0,309	0,951
18	14	1,7π	0,588	-0,809	-0,309	-0,951	-0,951	-0,309	-0,809	0,588
19	19	1,8π	0,809	-0,588	0,309	-0,951	-0,309	-0,951	-0,809	-0,588
20	23	1,9π	0,951	-0,309	0,809	-0,588	0,588	-0,809	0,309	-0,951
Σ	309	-	0	0	0	0	0	0	0	0

Отсчет  $t$  ведется с 0, прибавляя каждый раз величину  $2\pi/N$ , т. е. в нашем случае  $0,1\pi$ . Таблица содержит значения  $\cos t$ ,  $\sin t$ ,  $\cos 2t$ ,  $\sin 2t$ ,  $\cos 3t$ ,  $\sin 3t$ ,  $\cos 4t$ ,  $\sin 4t$  для расчета параметров уравнения с четырьмя гармониками:

$$y_t = a_0 + a_1 \cos t + b_1 \sin t + a_2 \cos 2t + b_2 \sin 2t + a_3 \cos 3t + b_3 \sin 3t + a_4 \cos 4t + b_4 \sin 4t.$$

Чтобы воспользоваться ранее приведенными формулами  $a_i$  и  $b_i$ , были найдены по данным табл. 8.34 следующие значения:

$$\begin{aligned} \sum y \cos t &= 6,667; & \sum y \sin t &= -17,948; \\ \sum y \cos 2t &= 92,883; & \sum y \sin 2t &= 26,577; \\ \sum y \cos 3t &= -2,698; & \sum y \sin 3t &= -10,568; \\ \sum y \cos 4t &= -16,753; & \sum y \sin 4t &= 11,274. \end{aligned}$$

Так как в нашем примере  $2/N = 0,1$ , то параметры  $a_i$  и  $b_i$  составят:

$$\begin{aligned} a_1 &= 0,6667; & b_1 &= -1,7948; \\ a_2 &= 9,2883; & b_2 &= -2,6577; \\ a_3 &= -0,2698; & b_3 &= -1,0568; \\ a_4 &= -1,6753; & b_4 &= 1,1274. \end{aligned}$$

Соответственно ряд Фурье представит собой следующее выражение:

$$y_t = \bar{y} + \sum_{i=1}^4 C_{it},$$

где  $C_{it}$  — гармоники вида:

$$C_{it} = a_i \cos \omega_i t + b_i \sin \omega_i t.$$

Для нашего примера соответствующие гармоники составят (см. табл. 8.35).

Таблица 8.35

Четыре периодические составляющие динамического ряда производства продукции К

Номер гармоники	Гармоническая функция
1	$0,6667 \cos t - 1,7948 \sin t$
2	$9,2883 \cos 2t - 2,6577 \sin 2t$
3	$-0,2698 \cos 3t - 1,0568 \sin 3t$
4	$-1,6753 \cos 4t + 1,1274 \sin 4t$

Ряд Фурье с одной гармоникой тогда:

$$y_t = 15,45 + 0,6667 \cos t - 1,7948 \sin t,$$

с четырьмя гармониками:

$$\begin{aligned} y_t &= 15,45 + 0,6667 \cos t - 1,7948 \sin t + 9,2883 \cos 2t - 2,6577 \sin 2t - \\ &\quad - 0,2698 \cos 3t - 1,0568 \sin 3t - 1,6753 \cos 4t + 1,1274 \sin 4t. \end{aligned}$$

Далее проводится выбор того ряда Фурье, который наилучшим образом отражает исходный временной ряд. Для этой цели определяются теоретические (расчетные) значения по ряду Фурье ( $\hat{y}$ ), а также отклонения фактических данных от расчетных ( $y_t - \hat{y}$ ). Поскольку

сумма таких отклонений равна нулю, то определяется сумма квадратов их и по минимуму ее выбирают наилучшее гармоническое представление. Этой же цели служит и расчет коэффициентов детерминации для уравнений с разным числом гармоник (см. табл. 8.36).

Таблица 8.36

Остаточная дисперсия и коэффициент детерминации по уравнениям с разным числом гармоник

Число гармоник	Остаточная дисперсия	Коэффициент детерминации
1	50,315	0,0351
2	3,646	0,930
3	3,046	0,942
4	1,256	0,976

Таблица 8.36 показывает, что уже уравнение с двумя гармониками хорошо описывает исходный динамический ряд, объясняя 93% вариации уровней. Остаточная дисперсия определяется как  $S^2 = \sum (y_t - \hat{y}_t)^2 / n$ , а коэффициент детерминации — как  $R^2 = 1 - S^2 / \sigma^2$ .

Как видно из рис. 8.15, для рассматриваемого временного ряда амплитуда колебаний ( $A$ ) приближается к 10, что и имеет место для уравнения с двумя гармониками:

$$A_2 = \sqrt{a_2^2 + b_2^2} = \sqrt{9,2883^2 + 2,6577^2} = 9,66.$$

Для второй гармоники величина периода, через который ряд начинает повторяться, равен 10 месяцам, что соответствует графику на рис. 8.16, б. При использовании же только одной гармоники период повторения составит 20 месяцев, и, естественно, выровненный динамический ряд плохо аппроксимирует исходные данные (см. рис. 8.16, а).

Для прогноза в нашем примере можно использовать ряд Фурье с двумя гармониками. С этой целью в уравнение с двумя гармониками подставляется следующее по порядку значение  $t$ . Так, в нашем примере для прогноза на 21-й месяц  $t$  составит  $2\pi$ :

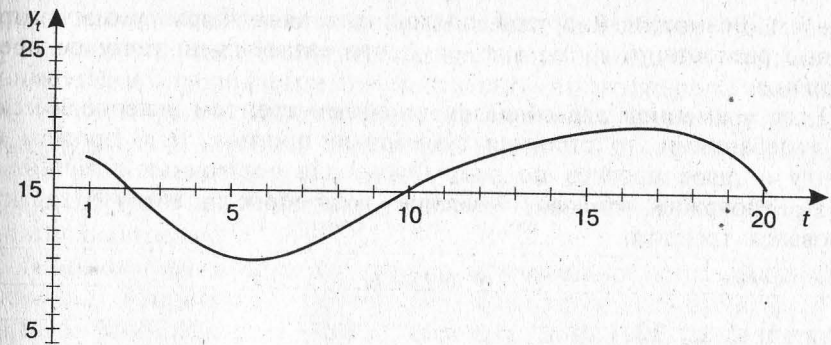
$$\cos 2\pi = +1, \quad \sin 2\pi = 0, \quad \cos 2t = \cos 4\pi = +1, \quad \sin 4\pi = 0.$$

Соответственно прогноз окажется равным:

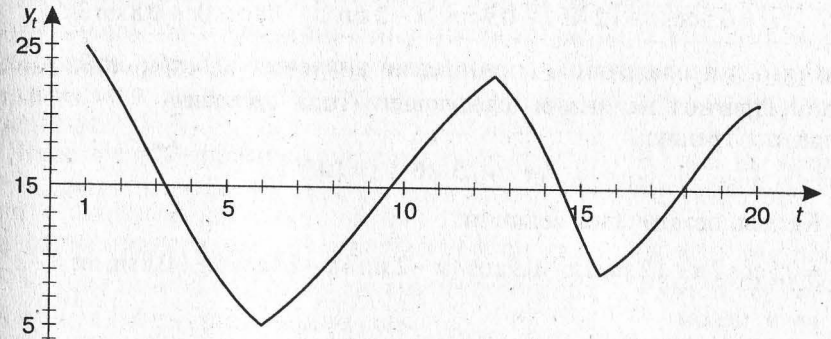
$$\begin{aligned} y_p &= 15,45 + 0,6667 \cos 2\pi - 1,7948 \sin 2\pi + 9,2883 \cos 4\pi - 2,6577 \sin 4\pi = \\ &= 15,45 + 0,6667 \cdot 1 + 9,2883 \cdot 1 = 25,4, \text{ или } 25 \text{ единиц.} \end{aligned}$$

Поскольку в экономике чаще всего периодический ряд имеет тенденцию (рис. 8.17), то временной ряд не является стационарным.

В этом случае ряд Фурье применим, если привести его к стационарному виду. Для этой цели можно найти линейный тренд ( $\hat{y}_t = a + bt$ ) и применить ряд Фурье к остаточным величинам



а



б

Рис. 8.16: а) ряд с одной гармоникой; б) ряд с двумя гармониками

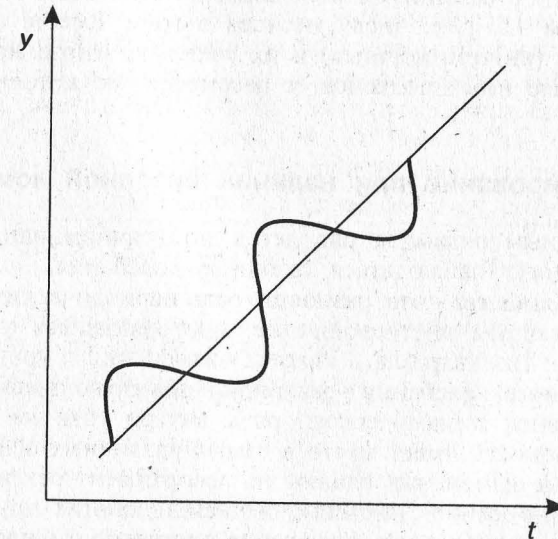


Рис. 8.17. Периодический нестационарный временной ряд, имеющий тенденцию

$(y_t - \hat{y}_t)$ . Возможен и другой подход: для ряда Фурье используются первые разности, т. е.  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ , что равносильно учету линейного тренда.

Если временной ряд обладает линейным трендом и периодически колебаниями, то строится суммарный прогноз, т. е. прогноз по тренду и плюс прогноз по ряду Фурье для остаточных величин.

Предположим, что для 12 месяцев года спрос на товар К характеризовался трендом:

$$\hat{y}_t = 25 + 6t,$$

где  $t = 1, 2, \dots, 12$ .

Отклонения от тренда представлены в виде ряда Фурье:

$$l_t = 0,5 \cos t + 1,2 \sin t - 0,9 \cos 2t - 2 \sin 2t - 1,8 \cos 3t + 0,8 \sin 3t.$$

При его определении  $t$  принимало значения  $0; \pi/6; \pi/3; \dots; 5\pi/3; 11\pi/6$ . Прогноз на январь следующего года составит:

а) по тренду:

$$y_p = 25 + 6 \cdot 13 = 103;$$

б) для остаточных величин:

$$l_p = 0,5 \cos 2\pi + 1,2 \sin 2\pi - 0,9 \cos 4\pi - 2 \sin 4\pi - 1,8 \cos 6\pi + 0,8 \sin 6\pi = -2,2;$$

в) в целом:

$$103 - 2,2 = 100,8.$$

Ряд Фурье может использоваться для отображения и прогнозирования динамики с сезонными колебаниями. При этом  $N$  принимают обычно равным 12, т. е. числу месяцев в году. Вместе с тем сезонные колебания (внутригодовые) и их учет в прогнозе могут изучаться и с помощью иных подходов, к рассмотрению которых мы и переходим.

### 8.9. Прогнозирование при наличии сезонной компоненты

По временным рядам за ряд лет в поквартальном или поквартальном разрезе могут наблюдаться сезонные колебания.

*Сезонные колебания* — это разновидность периодических колебаний. Для них характерны внутригодовые, повторяющиеся устойчиво из месяца в месяц (из квартала в квартал) изменения в уровнях. Иными словами, сезонные колебания — регулярно повторяющиеся подъемы и снижение уровней динамического ряда внутри года на протяжении ряда лет. Сезонность имеет место в самых различных областях экономики. Погодные изменения влияют на ассортимент реализации обуви (зимняя, весенне-осенняя, летняя), овощей и многих других товаров. В строительстве наибольшее оживление деятельности проявляется летом; в этот же период времени года наблюдается максимальный на-

плыв туристов. Наоборот, театры Москвы, Санкт-Петербурга хотя и работают летом, но в значительной мере по сокращенной программе, предоставляя в основном свое помещение для театральных коллективов других городов. Сезонность может проявляться не только к месячным, но и к дневным, недельным данным. Так, кафе, рестораны, театры часто испытывают подъем спроса в конце недели.

Существуют две различные модели сезонности: аддитивная и мультипликативная.

В аддитивной модели сезонность выражается в виде абсолютной величины (например, 5 т), которая добавляется или вычитается из среднего значения ряда, чтобы выделить показатель сезонности. В мультипликативной модели сезонность выражена как процент от среднего уровня (например, 120%), который должен быть учтен при прогнозировании путем умножения на него среднего значения ряда.

Методика построения аддитивной и мультипликативной модели различается в зависимости от того, есть или нет тенденция в ряду динамики.

Если в ряду динамики отсутствует тенденция, то уровень временного ряда рассматривается как функция сезонности и случайности:

$$y_t = f(S, \varepsilon),$$

где  $y_t$  — фактические уровни динамического ряда;  $S$  — сезонная составляющая;  $\varepsilon$  — случайная компонента.

Графически такой ряд может быть представлен рис. 8.18.

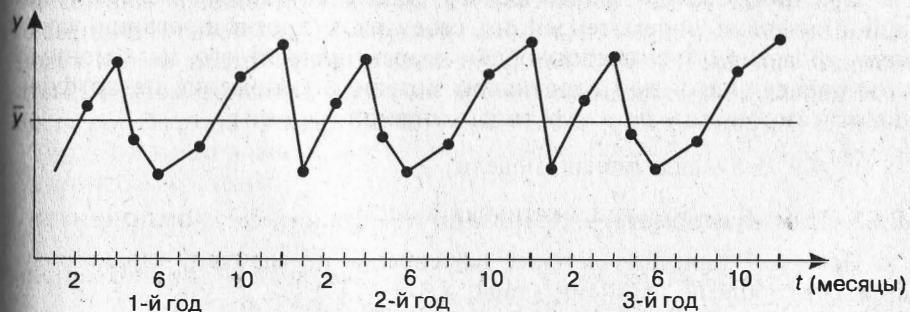


Рис. 8.18. Временной ряд с сезонной и случайной составляющей

При аддитивной модели уровень такого ряда можно представить следующим образом:

$$y_t = \bar{y} + S + \varepsilon.$$

Тогда общая колеблемость уровней динамического ряда раскладывается на две составляющие:  $S$  — влияние сезонности,  $\varepsilon$  — влияние случайности.



Тогда:

$$(y_i - \bar{y}) = (\bar{y}_s - \bar{y}) + (y_i - \bar{y}_s),$$

где  $\bar{y}_s$  — средний уровень ряда соответствующего периода внутри года (месяца, квартала) за ряд лет.

Величина  $(\bar{y}_s - \bar{y})$  отражает влияние сезонности (сезонная составляющая  $S$ ), а величина  $(y_i - \bar{y}_s)$  характеризует влияние случайной компоненты (если бы его не было, то уровни динамического ряда на рис. 8.18 представляли бы собой плавную, а не ломаную линию).

При мультипликативной модели уровень динамического ряда можно представить как произведение его составляющих:

$$y_i = \bar{y} \cdot \frac{\bar{y}_s}{\bar{y}} \cdot \frac{y_i}{\bar{y}_s},$$

где отношение  $\bar{y}_s / \bar{y}$  представляет собой коэффициент сезонности ( $K_s$ ), а  $y_i / \bar{y}_s$  — отражает влияние случайного фактора.

Чем больше коэффициент сезонности, тем больше амплитуда колебаний уровней ряда относительно его среднего уровня, тем существеннее влияние сезонности. Чем меньше влияние случайной составляющей, тем в большей мере рассматриваемая модель адекватно описывает исходный временной ряд. Как видим, отличие аддитивной модели от мультипликативной состоит в том, что в аддитивной модели сезонная и случайная составляющие определены в виде слагаемых абсолютных величин (как разности), а в мультипликативной модели — в виде сомножителей (как коэффициенты).

Прогнозирование динамического ряда с сезонными колебаниями при отсутствии в нем тенденции сводится к прогнозированию среднего уровня ( $\bar{y}_p$ ) с последующей корректировкой его на сезонную компоненту («±» — при аддитивной модели и умножение на коэффициент сезонности — при мультипликативной модели):

$$y_p = \bar{y}_p \pm S - \text{аддитивная модель};$$

$$y_p = \bar{y}_p \cdot K_s - \text{мультипликативная модель}.$$

**Пример.** Реализация детских велосипедов по магазину характеризуется следующими данными (табл. 8.37).

Таблица 8.37

Кварталы	Годы ( $y_i$ )			$\bar{y}_s$	$K_s = \frac{\bar{y}_s}{\bar{y}}$	$S = \bar{y}_s - \bar{y}$
	1-й	2-й	3-й			
I	25	30	26	27	0,306	-61,25
II	125	120	130	125	1,416	36,75
III	180	160	182	174	1,972	85,75
IV	30	20	31	27	0,306	-61,25
Итого	360	330	369	88,25	4,000	0

Итоговые данные за 1-й, 2-й и 3-й годы колеблются вокруг среднего уровня, не имея четкой тенденции. Поэтому рассмотренные ранее модели приложимы и к данному примеру. Чтобы использовать аддитивную или мультипликативную модели, рассчитаем средний уровень реализации для каждого квартала ( $\bar{y}_s$ ) как среднюю арифметическую простую из данных за три года, а также среднеквартальный уровень ( $\bar{y}$ ) как среднегодовой уровень, деленный на 4, или как среднеарифметическую простую из исходных уровней ряда ( $y_i$ ) или средних для каждого квартала ( $\bar{y}_s$ ). Так, для I квартала  $\bar{y}_s = (25 + 30 + 26) / 3 = 27$ . Общий среднеквартальный уровень составит:

$$\bar{y} = \frac{360 + 330 + 369}{3 \cdot 4} = 88,25, \text{ или } \bar{y} = \frac{27 + 125 + 174 + 27}{4} = 88,25.$$

Если бы не было влияния сезонности, то каждый квартал реализация составляла бы в среднем 88 ед. Однако под воздействием сезонности она была в I и IV кварталах существенно ниже, а во II и III — выше среднего уровня.

Измерение сезонности при аддитивной модели предполагает расчет абсолютных показателей сезонности:  $S = \bar{y}_s - \bar{y}$  (см. табл. 8.37). Из них видно, что в III квартале реализация была на 86 ед. выше среднего уровня, а в I и IV кварталах — на 61 ед. ниже среднего уровня. Измерение сезонности при мультипликативной модели основано на расчете коэффициентов сезонности:  $K_s = \bar{y}_s / \bar{y}$  (см. предпоследнюю графу табл. 8.37). Они показывают, что в III квартале реализация была почти в 2 раза выше среднего уровня, а в I и IV кварталах — составляла лишь 30% среднеквартального уровня в 88 ед. Сумма абсолютных показателей сезонности за год равна нулю, а коэффициентов сезонности — 4 при квартальном разрезе и 12 — при помесечном.

Знание сезонных изменений необходимо при планировании объема продаж. Чаще при этом используются коэффициенты сезонности. Так, при планировании на 4-й год объема продаж в 350 ед. план по кварталам составит:

$$\text{I квартал} - \frac{350}{4} \cdot 0,306 = 26,775 \approx 27 \text{ ед., столько же и в IV квартале};$$

$$\text{II квартал} - \frac{350}{4} \cdot 1,416 = 123,9 \approx 124 \text{ ед.};$$

$$\text{III квартал} - \frac{350}{4} \cdot 1,972 = 172,55 \approx 172 \text{ ед. (округленно до 172, чтобы}$$

в сумме объем продаж за год составил 350 ед. = 27 + 124 + 172 + 27).

Значительно распространеннее ситуация, когда динамический ряд имеет тенденцию. В этом случае уровень временного ряда рассматривается как функция тенденции ( $t$ ), сезонности ( $S$ ) и случайности ( $\epsilon$ ). Тогда аддитивная модель уровня динамического ряда ( $y_t$ ) примет вид:

$$y_t = \hat{y}_t + S + \epsilon,$$

где  $\hat{y}_t$  — теоретическое значение уровня ряда согласно тенденции;  $S$  — сезонная составляющая;  $\varepsilon$  — случайная компонента.

Общая колеблемость уровней временного ряда раскладывается на три составляющие:

$$(y_t - \bar{y}) = (\hat{y}_t - \bar{y}) + (y_S - \hat{y}_t) + (y_t - y_S)$$

общая
влияние
влияние
влияние  
вариация
тенденции
сезонности
случайности

где  $y_S$  — тренд с учетом сезонности, т. е. уровень динамического ряда, одновременно обусловленный влиянием тенденции и сезонности;  $S = y_S - \hat{y}_t$ ;  $\varepsilon = y_t - y_S$ .

Графически влияние этих составляющих может быть представлено рис. 8.19.

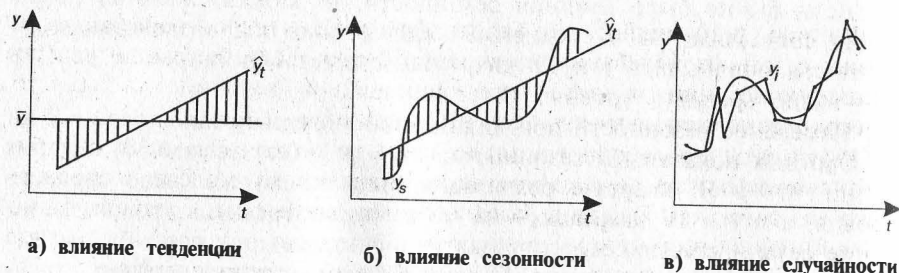


Рис. 8.19. Разложение динамического ряда на составляющие

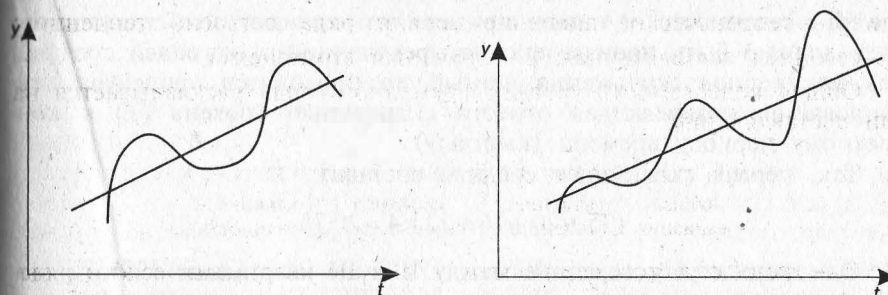
Чем больше угол наклона линии тренда ( $\hat{y}_t$ ) к среднему значению ряда ( $\bar{y}$ ), тем большее влияние тенденции (рис. 8.19, а). Чем больше плавная кривая  $y_S$  отклоняется от линии тренда ( $\hat{y}_t$ ), тем значительнее влияние сезонности (рис. 8.19, б). Чем ближе фактические уровни временного ряда ( $y_t$ ) подходят к плавной линии точек  $y_S$ , тем меньше влияние случайности (рис. 8.19, в).

При мультипликативной модели уровень динамического ряда можно представить в виде сомножителей:

$$y_t = \hat{y}_t \cdot K_S \cdot E,$$

где  $y_t$  — фактические уровни динамического ряда;  $\hat{y}_t$  — теоретические значения уровней динамического ряда согласно тенденции;  $K_S$  — коэффициент сезонности;  $E$  — коэффициент влияния случайности ( $y_t / y_S$ ).

Так как в мультипликативной модели сезонность выражена в процентах, то при наличии тенденции в ряду динамики амплитуда сезонных колебаний меняющаяся. Так, если коэффициент сезонности примет значение для I квартала 1,2, или 120%, то при повышающейся тенденции в ряду динамики прирост в 10% будет для I квартала каждого года представлять собой увеличивающуюся сезонную волну (см. рис. 8.20).



а) аддитивная модель

б) мультипликативная модель

Рис. 8.20. Сезонность: сравнение аддитивной и мультипликативной моделей с линейной тенденцией

Из рис. 8.20 видно, что аддитивная модель целесообразна, если размах сезонных колебаний изменяется слабо. Если же амплитуда сезонных колебаний меняется пропорционально величине тренда, то целесообразно использовать мультипликативную модель.

Результаты прогнозирования по данным моделям зависят от принятой методики расчета отдельных составляющих модели и прежде всего от того, как найдены выравненные данные ( $\hat{y}_t$ ), отражающие тенденцию, а именно:

а) путем исключения сезонности из данных или

б) включая сезонность, т. е. выравнивая непосредственно исходные уровни динамического ряда.

Чаще предпочтение отдается первому подходу, при котором вначале производится выравживание динамического ряда методом скользящей средней для выделения сезонных колебаний, а далее, исключив их, определяется тренд без сезонных колебаний ( $\hat{y}_t$ ).

**Пример.** В табл. 8.38 приведены число официально зарегистрированных безработных в районе ( $y_t$ , тыс. чел.), а также расчет сглаженных уровней ( $\bar{y}$ ) и показателей сезонности.

Таблица 8.38

Расчет показателей сезонности для числа официально зарегистрированных безработных

Кварталы	1997 г.				1998 г.				1999 г.			
	$y_t$	$\bar{y}_t$	$S_t$	$K_{S_t}$	$y_t$	$\bar{y}_t$	$S_t$	$K_{S_t}$	$y_t$	$\bar{y}_t$	$S_t$	$K_{S_t}$
I	25	—	—		24	20,1	3,9	1,194	22	18,4	3,6	1,196
II	20	—	—		19	19,8	-0,8	0,960	17	17,8	-0,8	0,955
III	16	20,6	-4,6	0,777	15	19,3	-4,3	0,777	14	—	—	—
IV	22	20,4	1,6	1,078	20	18,8	1,2	1,064	16	—	—	—

Ввиду того что сезонность характеризует внутригодичные колебания при сглаживании уровней ряда ( $y_t$ ) методом скользящей средней, период скольжения должен быть равен году. Тогда удастся погасить



влияние сезонности. В нашем примере это означает, что сглаживание ряда должно быть произведено четырехчленной скользящей средней. Так как период скольжения четный, то проводится процедура центрирования, позволяющая отнести сглаженный уровень ( $\bar{y}$ ) к конкретному периоду времени (кварталу).

Так, первая скользящая средняя составит:

$$(25 + 20 + 16 + 22) : 4 = 20,75.$$

Она относится к середине между II и III кварталами 1997 г.; вторая скользящая средняя, относящаяся к середине между III и IV кварталами 1997 г., окажется равной:  $(20 + 16 + 22 + 24) : 4 = 20,5$ . Из этих двух скользящих средних находим среднюю величину как среднюю арифметическую простую, которую отнесем к III кварталу 1997 г.:  $(20,75 + 20,5) : 4 = 20,625$ . Это и будет центрированная скользящая средняя как сглаженный уровень III квартала 1997 г., в котором исключена сезонность.

Рассмотренная процедура центрирования может быть упрощена за счет расчета центрированной скользящей средней по формуле:

$$y_3 = \frac{\frac{1}{2}y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \frac{1}{2}y_5}{4}$$

Для нашего примера получим:

$$\bar{y}_3 = \left( \frac{1}{2}25 + 20 + 16 + 22 + \frac{1}{2}24 \right) : 4 = 20,625,$$

т. е. столько же, как и было показано ранее. Соответственно следующая центрированная скользящая средняя составит:

$$\bar{y}_4 = \left( \frac{1}{2}y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + \frac{1}{2}y_6 \right) : 4 = (10 + 16 + 22 + 24 + 9,5) : 4 = 20,375.$$

Данные этих расчетов с округлением до 0,1 приведены в табл. 8.38 в графах  $\bar{y}_i$ . Сглаженный ряд сокращается на четыре уровня, что отражено в табл. 8.38 прочерком для I и II кварталов 1997 г. и III и IV кварталов 1999 г.

Сглаженные уровни ( $\bar{y}_i$ ) характеризуют движение числа безработных, в котором погашено влияние сезонности. Измерить сезонность можно в виде абсолютной величины:  $S_i = y_i - \bar{y}_i$  и в виде коэффициента сезонности:  $K_{S_i} = y_i / \bar{y}_i$  (см. табл. 8.38). Анализируя абсолютные показатели сезонности, видим, что под воздействием сезонного фактора в III квартале происходит резкое снижение численности безработных: на 4,6 тыс. человек в 1997 г.; на 4,3 тыс. человек в 1998 г.

Однако одна и та же абсолютная величина показателя сезонности может означать разную интенсивность сезонных колебаний, которая

измеряется коэффициентом сезонности. Так, во II квартале в 1998 и 1999 г. абсолютные показатели сезонности одинаковы:  $S = -0,8$  тыс. человек. Вместе с тем коэффициенты сезонности несколько различаются: 0,960 и 0,955 (соответственно), демонстрируя чуть большее влияние сезонности в 1999 г.

Поскольку анализируются данные за ряд лет (как правило, не менее трех), то для каждого периода года получается несколько коэффициентов сезонности: в нашем примере — по два для каждого квартала. Соответственно столько же будет и абсолютных показателей сезонности ( $S$ ). Поэтому рассчитываются средние показатели сезонности для одноименных кварталов (как средняя арифметическая простая):

$$\bar{S}_j = \frac{1}{n} \sum S_i, \quad \bar{K}_j = \frac{1}{2} \sum K_{S_i},$$

где  $j$  — номер периода.

Сезонные колебания взаимопогашаются в течение года. Поэтому  $\sum \bar{S}_j$  должна быть равна нулю, средняя величина коэффициентов сезонности равна 1, или 100%, а их сумма за год — 4, или 400% (при помесечном разрезе 1200%). При практических расчетах эти равенства могут незначительно нарушаться. Поэтому проводится корректировка сезонной компоненты ( $\hat{S}_j$  и  $\hat{K}_j$ ): рассчитывается поправочный коэффициент.

Для аддитивной и мультипликативной моделей сезонная составляющая в нашем примере приведена в табл. 8.39.

Таблица 8.39

Сезонная компонента в аддитивной и мультипликативной моделях

Кварталы	Аддитивная модель		Мультипликативная модель	
	$\bar{S}_j$	$\hat{S}_j$	$\bar{K}_j$	$\hat{K}_j$
I	3,75	3,775	1,195	1,195
II	-0,8	-0,775	0,958	0,958
III	-4,45	-4,425	0,777	0,777
IV	1,4	1,425	1,071	1,070
Итого	-0,1	0	4,001	4,000

Для аддитивной модели  $\sum \bar{S}_j = -0,1$ . Чтобы эта величина была равна нулю, к каждому значению  $\bar{S}_j$  надо прибавить 1/4 от 0,1, т. е. 0,025. Это и будет поправочный коэффициент для расчета показателя сезонности по аддитивной модели. По мультипликативной модели практически можно считать, что  $\sum \bar{K}_j = 4$  и найденные средние для каждого квартала коэффициенты сезонности не требуют корректировки. Покажем ее лишь с методической точки зрения: поправочный коэффициент



составит  $4/4,001 = 0,99975$ ; умножая на него значения  $\bar{K}_j$ , получим скорректированные коэффициенты сезонности  $\hat{K}_j$  (см. табл. 8.39).

Сезонные показатели ( $\hat{S}_j$  и  $\hat{K}_j$ ) используются в анализе для:

- исключения сезонности из данных;
- включения сезонности в прогноз.

Исключение сезонности позволяет получить более ясную картину тенденций. Чтобы удалить сезонную компоненту, можно разделить фактический уровень ряда на коэффициент сезонности. Так, если в октябре спрос на товар составил 300 ед., а коэффициент сезонности для октября 1,2, то, устранив сезонный фактор, получим величину спроса в 250 ед. ( $300/1,2$ ).

Если в нашем примере из фактических уровней динамического ряда вычесть сезонную компоненту  $\hat{S}_j$ , то получим значение уровней ряда без сезонности, т.е. тенденцию вместе со случайной составляющей. Далее, проведя аналитическое выравнивание этих данных, получим в виде уравнения тренда более четкое описание собственно тенденции ряда при элиминировании как сезонности, так и случайной составляющей. Используя затем уравнение тренда для прогноза, включаем в прогноз показатели сезонности, т.е. проводим суммарный прогноз: прогноз по тренду с учетом сезонной составляющей. Итак, по уравнению тренда находим теоретические уровни динамического ряда, обусловленные влиянием тенденции ( $\hat{y}_t$ ), и далее определяем тренд с учетом сезонной волны:

$$y_s = \hat{y}_t + \hat{S}_j \text{ — при аддитивной модели;}$$

$$y_s = \hat{y}_t \cdot \hat{K}_j \text{ — при мультипликативной модели.}$$

Включение сезонности в прогноз чаще основано на использовании мультипликативной модели.

Так, в нашем примере после удаления сезонной компоненты для мультипликативной модели ( $\frac{y_t}{\hat{K}_j}$ ) уравнение тренда составило:

$$\hat{y}_t = 22,053 - 0,444t \text{ (см. табл. 8.40).}$$

Таблица 8.40

Разложение уровней ряда по мультипликативной модели

Годы	Кварталы	$y_t$	$\hat{K}_j$	$\frac{y_t}{\hat{K}_j}$	$\hat{y}_t$	$y_s$	$E_i$	$S_i$	$\varepsilon_i$
1997	I	25	1,195	20,9	21,6	25,8	0,969	4,2	-0,8
	II	20	0,958	20,9	21,2	20,3	0,985	-0,9	-0,3
	III	16	0,777	20,6	20,7	16,0	1,000	-4,7	0
	IV	22	1,070	20,6	20,3	21,7	1,014	1,4	0,3

Годы	Кварталы	$y_t$	$\hat{K}_j$	$\frac{y_t}{\hat{K}_j}$	$\hat{y}_t$	$y_s$	$E_i$	$S_i$	$\varepsilon_i$
1998	I	24	1,195	20,1	19,8	23,6	1,017	3,8	0,4
	II	19	0,958	19,8	19,4	18,6	1,022	-0,8	0,4
	III	15	0,777	19,3	18,9	14,6	1,027	-4,3	0,4
	IV	20	1,070	18,7	18,5	19,8	1,010	1,3	0,2
1999	I	22	1,195	18,4	18,1	21,6	1,018	3,5	0,4
	II	17	0,958	17,7	17,6	16,8	1,012	-0,8	0,2
	III	14	0,777	18,0	17,2	13,4	1,045	-3,8	0,6
	IV	16	1,070	15,0	16,7	17,8	0,899	1,1	-1,8
	$\Sigma$	230	12	230	230	230	12,018	0	0

В графе  $\frac{y_t}{\hat{K}_j}$  отражены уровни динамического ряда, сформированные под воздействием тенденции и случайности. Выравнивание их по линейной функции и приводит к уравнению вида  $\hat{y}_t = 22,053 - 0,444t$  при  $t = 1, 2, \dots, 12$ . По уравнению тренда прослеживается тенденция к снижению числа зарегистрированных безработных: в среднем ежеквартально на 444 человека. Подставляя в это уравнение значения  $t$  от 1 до 12, найдем теоретические значения уровней временного ряда, соответствующие рассмотренной тенденции (см. табл. 8.40, графу  $\hat{y}_t$ ).

Чтобы дать прогноз на I квартал 2000 г., необходимо в наше уравнение тренда подставить  $t = 13$ . Соответственно прогноз по тренду составит 16,3 тыс. человек. Далее уточняем этот прогноз на сезонную компоненту, умножая на скорректированный коэффициент сезонности I квартала, т.е.  $y_{s_p} = \hat{y}_t \cdot \hat{K}_{S_j}$ . Для нашего примера  $y_{s_p} = 16,3 \times 1,195 = 19,5$  тыс. человек. Для II квартала прогноз составит:

$$y_{s_p} = (22,053 - 0,444t) \cdot 0,958 = (22,053 - 0,444 \cdot 14) \cdot 0,958 = 15,8 \cdot 0,958 = 15,2 \text{ тыс. человек.}$$

В табл. 8.40 в графе  $y_s$  приведены уровни динамического ряда, обусловленные влиянием тенденции и сезонности. Влияние случайной составляющей ( $E$ ) определится как  $y_t / y_s$ . Чем оно меньше и ближе к 1, тем лучше модель описывает исходный временной ряд. Отклонение значения случайной составляющей  $E$  от 1 фиксирует, какую долю составляет случайный фактор в теоретическом значении уровня временного ряда. Как видно из табл. 8.40, в большинстве случаев влияние случайной компоненты не превышает 3% (лишь в последней позиции оно более весомо: 10,1%). Следовательно, рассмотренная мультипликативная модель хорошо описывает исходные данные и пригодна для прогнозирования. Это подтверждает и расчет среднего

коэффициента случайной составляющей по средней арифметической простой из конкретных значений  $E$ :

$$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum E_i = \frac{12,018}{12} = 1,0015.$$

Незначительное его отклонение от 1 фиксирует хорошее качество модели.

Перемножая по данным табл. 8.40 графы  $y_s$  и  $E_p$ , будем получать исходные значения уровней динамического ряда ( $y_i$ ), что может служить целям контроля правильности проведенных расчетов.

По мультипликативной модели влияние сезонности и случайности может быть оценено не только в процентах, но и в абсолютном выражении, а именно:

$y_s - \hat{y}_i = S_i$  — сезонная компонента в абсолютном выражении;

$y_i - y_s = \varepsilon_i$  — случайная составляющая в абсолютном выражении.

$\sum S_i$  в пределах года должна быть равна нулю, а  $\sum \varepsilon_i$  в целом за все годы также должна быть равна нулю (см. табл. 8.40).

В целом измерение колеблемости временного ряда за счет сезонности может быть осуществлено через среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma_{K_s} = \sqrt{\frac{\sum (\hat{K}_{S_j} - 1)^2}{4}}.$$

Так как  $\bar{K}_S = 1$ , то данное среднеквадратическое отклонение по существу выступает коэффициентом вариации. Выразив его в процентах, определим долю колеблемости уровней ряда за счет сезонности. В нашем примере

$$\sigma_{K_s} = \sqrt{\frac{(1,095 - 1)^2 + (0,958 - 1)^2 + (0,777 - 1)^2 + (1,07 - 1)^2}{4}} = 0,128, \text{ или } 12,8\%,$$

т. е. колеблемость уровней временного ряда за счет сезонного фактора составляет вполне ощутимую величину: 12,8%.

## 8.10. Прогнозирование на основе системы рядов динамики

Долгосрочные прогнозы требуют изучения более полной картины поведения объекта по сравнению с тем, что представляет изолированный временной ряд. Возникает потребность в изучении причин, условий формирования объекта исследования. Это приводит к необходимости анализа системы рядов динамики, изучения корреляции на основе рядов динамики.

## Корреляция рядов динамики

При изучении взаимосвязей между экономическими явлениями по рядам динамики необходимо помнить, что корреляция уровней рядов может привести к ложным выводам: высокая корреляция между уровнями рядов может иметь место и при отсутствии реальной связи между явлениями. Иными словами, при корреляции уровней временных рядов возникает опасность установить закономерность там, где на самом деле экономической природы связи нет. Так, коррелируя число убийств и число пенсионеров, можно получить высокое значение коэффициента корреляции, которое, естественно, не имеет экономического смысла.

Наличие ложной корреляции связано с тенденцией каждого из рядов динамики, с автокорреляцией их уровней. Поэтому, даже если корреляция рядов динамики экономически оправдана (исследуются взаимообусловленные процессы), при построении регрессионной модели для последующего прогноза требуется их предварительная специальная обработка.

Если ряды динамики характеризуются наличием тренда, то при изучении корреляции необходимо исключить тренд. В противном случае корреляция уровней рядов динамики может преувеличить реальную связь, если ряды динамики имеют одинаковую тенденцию, или преуменьшить ее в случае противоположных тенденций. Поэтому при интерпретации результатов регрессии и корреляции по рядам динамики выводы делаются в зависимости от характера обрабатываемой информации. Предположим, что по рядам динамики при коррелировании уровней получено высокое значение показателя корреляции личных сбережений граждан от доходов населения за ряд лет:  $r^2 = 0,95$ . Может показаться, что получен хороший результат для прогнозирования по линейному уравнению регрессии.

Однако в значительной степени высокое значение коэффициента детерминации указывает лишь на то, что обоим рядам свойственна тенденция к повышению уровней.

Если ряды динамики характеризуются не только тенденцией, но и периодическими колебаниями, то при исследовании корреляции по рядам динамики следует учесть оба фактора, т.е. из первоначальных данных должна быть исключена как тенденция, так и периодическая составляющая и лишь затем измерена корреляция рядов динамики.

Чтобы иметь возможность использовать корреляционные методы для изучения связей по динамическим рядам, нужно исключить влияние автокорреляции и сделать уровни каждого из взаимосвязанных рядов статистически независимыми. Для этого необходимо выравнивать ряды и найти отклонения от тренда для каждого ряда, т.е. случайную компоненту. Так как тенденция развития в рядах из отклонений от тренда будет устранена, то можно предположить, что мы освободимся и от влияния автокорреляции. Исключению подвергается также и сезонная компонента, если она имеется. По изменениям случайной ком-

поненты одного ряда в зависимости от колеблемости случайной компоненты другого ряда можно судить и о тесноте связи между исследуемыми рядами динамики.

Однако и остаточные величины (отклонения уровней от тренда) могут оказаться автокоррелированными в силу неправильно выбранного вида тренда. Поэтому следует проверять наличие автокорреляции в остатках по формуле:

$$r_{d,d_{t+1}} = \overline{d_t d_{t+1}} / \sqrt{\overline{d_t^2} \overline{d_{t+1}^2}},$$

где  $d_t$  — отклонения фактических значений ряда от тренда, т. е.  $y_t - \hat{y}_t$ ;  $d_{t+1}$  — те же отклонения, сдвинутые на 1 год.

Данная формула представляет собой формулу линейного коэффициента корреляции, несколько упрощенную ввиду того, что  $\sum (y_t - \hat{y}_t) = 0$ .

Предположим, что рассматривается корреляция затрат по охране труда ( $x$ ) и прибыли предприятия ( $y$ ) на основе временных рядов по 9 интервалам времени. Каждый ряд характеризуется тенденцией, которая выражена соответствующим уравнением тренда:

для затрат по охране труда —  $\hat{x} = 17,656 + 1,227t$ , где  $t = 0$  для 5-го года;

для прибыли предприятия —  $\hat{y} = 276,37 \cdot 1,0486^t$ , где  $t = 1, 2, \dots, 9$ .

Коэффициент автокорреляции остатков для ряда  $x$  составил 0,0545, что подтверждает правильность выбора линейного тренда и устранение тенденции из уровней ряда.

Коэффициент автокорреляции остатков для ряда  $y$  составил -0,389, подтверждая практически те же выводы, что и по ряду  $x$ .

Измерение корреляции в рядах динамики, как и в статике, основано на сопоставлении параллельной вариации явлений. Если ряды динамики характеризуются одинаковой вариацией, то они тесно связаны; если же характер варьирования в рядах различен, то показатель корреляции примет низкое значение. Отсюда ясно, что выводы о корреляции рядов динамики должны базироваться на всестороннем теоретическом анализе исследуемой связи, а не ограничиваться величиной показателя корреляции, отражающей, возможно, и случайное сопутствие вариаций двух рядов.

В зависимости от того, какая выдвигается гипотеза о форме связи остаточных величин рядов (отклонений уровней от тренда) — линейная или нелинейная, — используются разные показатели корреляции. Если предполагается линейная связь между остаточными величинами рядов, то теснота связи между двумя динамическими рядами измеряется линейным коэффициентом корреляции:

$$r_{d_y, d_x} = (\overline{d_y d_x} - \overline{d_y} \overline{d_x}) / \sigma_{d_y} \cdot \sigma_{d_x},$$

где  $d_y, d_x$  — отклонения уровней ряда от тренда, т. е.  $d_y = y_t - \hat{y}_t$ ;  $d_x = x_t - \hat{x}_t$ .

Так как при этом  $\sum d_y = \sum d_x = 0$ , то формула линейного коэффициента корреляции упрощается:

$$r_{d_y, d_x} = \overline{d_y d_x} / \sqrt{\overline{d_y^2} \cdot \overline{d_x^2}}.$$

Коэффициент корреляции принимает значения в интервале  $-1 \leq r \leq 1$ . Отрицательные значения его указывают на обратную связь между динамикой явлений. Чем он ближе по абсолютной величине к 1, тем теснее рассматриваемая связь.

Если выдвигается гипотеза, что остаточные величины связаны между собой нелинейными соотношениями, то обобщенная оценка тесноты связи может быть дана через индекс корреляции:

$$R = \sqrt{1 - \frac{S_{d_y, x}^2}{\sigma_{d_y}^2}},$$

где  $\sigma_{d_y}^2$  — дисперсия остаточных величин результативного признака;  $S_{d_y, x}^2$  — дисперсия, характеризующая отклонения фактических значений остатков результативного признака от теоретических, рассчитанных на основе уравнения регрессии.

Абсолютная величина индекса корреляции находится в пределах:  $-1 \leq R \leq 1$ . Чем ближе  $R$  к 1, тем теснее связь.

Рассмотрим корреляцию между динамическими рядами прибыли предприятия и затрат на мероприятия по охране труда. Расчет коэффициента корреляции показан в табл. 8.41, где  $y_t$  — прибыль предприятия в тыс. руб.;  $\hat{y}_t$  — расчетные значения прибыли исходя из уравнения тренда;  $d_y = y_t - \hat{y}_t$ , т. е. остаточные величины ряда  $y$ ;  $x_t$  — затраты по охране труда в тыс. руб.;  $\hat{x}_t$  — теоретические значения  $x$ , исходя из уравнения тренда;  $d_x = x_t - \hat{x}_t$  — отклонения от тренда значений  $x$ .

Таблица 8.41

Расчет коэффициента корреляции по остаточным величинам

Период	$y_t$	$\hat{y}_t$	$d_y$	$x_t$	$\hat{x}_t$	$d_x$	$d_y d_x$	$d_y^2$	$d_x^2$
1	289,9	289,8	0,1	12,9	12,7	0,2	0,02	0,01	0,04
2	305,0	303,9	1,1	13,9	14,0	-0,1	-0,11	1,21	0,01
3	313,6	318,7	-5,1	14,9	15,2	-0,3	1,53	26,01	0,09
4	337,8	334,2	3,6	16,3	16,4	-0,1	-0,36	12,96	0,01
5	354,0	350,4	3,6	18,0	17,7	0,3	1,08	12,96	0,09
6	363,3	367,4	-4,1	18,9	18,9	0	0	16,81	0
7	385,7	385,3	0,4	20,3	20,1	0,2	0,08	0,16	0,04



Период	$y_i$	$\hat{y}_i$	$d_y$	$x_i$	$\hat{x}_i$	$d_x$	$d_y d_x$	$d_y^2$	$d_x^2$
8	405,6	404,0	1,6	21,3	21,3	0	0	2,56	0
9	422,5	423,7	-1,2	22,4	22,6	-0,2	0,24	1,44	0,04
$\Sigma$	-	-	0	-	-	0	2,48	74,12	0,32

Коэффициент корреляции рядов  $x$  и  $y$  по отклонениям от тренда составит:

$$r_{d_y d_x} = \frac{2,48}{\sqrt{74,12 \cdot 0,32}} = 0,50922.$$

Если в рядах динамики предполагается наличие линейной тенденции, то приближенно коэффициент корреляции можно найти, коррелируя разности последовательных значений каждого ряда динамики (ежегодные абсолютные приросты). Покажем данную методику расчета для нашего примера (табл. 8.42).

Таблица 8.42

Расчет коэффициента корреляции по первым разностям

Период	$y_i$	$x_i$	$\Delta y$	$\Delta x$	$\Delta y \Delta x$	$\Delta^2 y$	$\Delta^2 x$
1	289,9	12,9	-	-	-	-	-
2	305,0	13,9	15,1	1,0	15,10	228,01	1,00
3	313,6	14,9	8,6	1,0	8,60	73,96	1,00
4	337,8	16,3	24,2	1,4	33,88	585,64	1,96
5	354,0	18,0	16,2	1,7	27,54	262,44	2,89
6	363,3	18,9	9,3	0,9	8,37	86,49	0,81
7	385,7	20,3	22,4	1,4	31,36	501,76	1,96
8	405,6	21,3	19,9	1,0	19,90	396,01	1,00
9	422,5	22,4	16,9	1,1	18,59	285,61	1,21
Итого	-	-	132,6	9,5	163,34	2419,92	11,83

Коэффициент корреляции разностей определяем по формуле:

$$r_{\Delta y \Delta x} = \frac{\sum \Delta x \Delta y}{\sqrt{\sum \Delta^2 x \cdot \sum \Delta^2 y}}$$

В нашем примере его величина составит:

$$r_{\Delta y \Delta x} = \frac{163,34}{\sqrt{2419,92 \cdot 11,83}} = 0,96538.$$

Его величина указывает на сильное влияние скорости ряда затрат на охрану труда на скорость изменения прибыли предприятия.

Рассмотренная формула расчета коэффициента корреляции по первым разностям может преувеличивать реальную тесноту связи. Она построена по аналогии коэффициента корреляции по отклонениям от тренда. Однако, если  $\sum d_x = \sum d_y = 0$  при линейном тренде для рядов  $x$  и  $y$ , то  $\sum \Delta x \neq 0$  и  $\sum \Delta y \neq 0$  и чем больше эти величины отклоняются от нуля, тем большее преувеличение тесноты связи дает рассмотренная формула. Поэтому лучше для оценки тесноты связи по первым разностям использовать обычную формулу линейного коэффициента корреляции:

$$r_{\Delta y \Delta x} = (\overline{\Delta y \Delta x} - \overline{\Delta y} \cdot \overline{\Delta x}) / \sigma_{\Delta y} \cdot \sigma_{\Delta x}.$$

Подставляя в формулу наши данные, получим:

$$\overline{\Delta y \Delta x} = 163,34 / 8 = 20,4175; \quad \overline{\Delta y} = 132,6 / 8 = 16,575; \quad \overline{\Delta x} = 9,5 / 8 = 1,1875;$$

$$\sigma_{\Delta y} = \sqrt{\frac{2419,92}{8} - 16,575^2} = 5,2687; \quad \sigma_{\Delta x} = \sqrt{\frac{11,83}{8} - 1,1875^2} = 0,2619;$$

$$r_{\Delta y \Delta x} = (20,4175 - 16,575 \cdot 1,1875) / 5,2687 \cdot 0,2619 = 0,532,$$

что достаточно близко подходит к оценке тесноты связи по отклонениям от тренда. Кроме того, данный коэффициент корреляции согласовывается с коэффициентом регрессии для уравнения вида:

$$\Delta y = a + b \Delta x.$$

В нашем примере уравнение регрессии составит:

$$\Delta y = 3,856 + 10,711 \Delta x.$$

Соответственно

$$r_{\Delta y \Delta x} = b \frac{\sigma_{\Delta x}}{\sigma_{\Delta y}},$$

т. е. будем иметь:

$$r_{\Delta y \Delta x} = 10,711 \cdot \frac{0,2619}{5,2687} = 0,532,$$

т. е. тот же результат, что и полученный ранее.

**Регрессия по рядам динамики и прогнозирование на ее основе**

Уравнение регрессии по рядам динамики можно построить тремя способами:

- 1) регрессия первых разностей;
- 2) регрессия по отклонениям от тренда;

3) регрессия по уровням ряда с включением в нее фактора времени.

В каждом из них оценка параметров регрессии дается традиционным методом наименьших квадратов, т. е. как и при построении уравнения регрессии в статике и при построении уравнений трендов. Поэтому, не останавливаясь на этом вопросе, рассмотрим интерпретацию параметров регрессии и ее использование при прогнозировании.

По рассмотренному ранее примеру зависимости прибыли предприятия от затрат на охрану труда уравнение регрессии по первым разностям составило:

$$\Delta y = 3,856 + 10,711 \Delta x.$$

Оно показывает, что рост скорости затрат на охрану труда на 1 тыс. руб. способствует росту скорости для ряда прибыли на 10,7 тыс. руб. Следует заметить, что такое увеличение скорости затрат на охрану труда предполагает существенное изменение в затратах, ибо средний уровень затрат составляет всего 1,1875.

Чтобы использовать данное уравнение регрессии в прогнозировании, необходимо определить на перспективу скорость развития затрат на охрану труда, тогда прогноз скорости прибыли составит:

$$\Delta y_p = a + b \Delta x_p,$$

или для нашего примера:  $\Delta y_p = 3,856 + 10,711 \Delta x_p$ .

От данного уравнения можно перейти к уравнению, в котором прогнозируется уровень ряда, а не его скорость. Для этого необходимо раскрыть содержание абсолютного прироста, выразив его через соответствующие значения уровней ряда:

$$(y_p - y_n) = a + b(x_p - x_n),$$

где  $y_p$  — прогнозируемое значение уровня ряда  $y$ ;  $y_n$  — конечный уровень динамического ряда;  $x_p$  — прогнозируемое значение уровня ряда  $x$ ;  $x_n$  — конечный уровень динамического ряда.

Соответственно прогнозируемое значение для ряда  $y$  составит:

$$y_p = y_n + a + b(x_p - x_n).$$

Предположим, что планируется увеличить затраты по охране труда на 1 тыс. руб. Тогда прогноз прибыли предприятия составит:

$$y_p = 422,5 + 3,856 + 10,711 \cdot 1 = 437,1 \text{ тыс. руб.}$$

Регрессия по отклонениям от трендов для нашего примера составит  $d_y = 7,75 d_x$  (параметр  $a$  в нашем случае отсутствует, ибо  $\sum d_x = 0$  и  $\sum d_y = 0$ ). Коэффициент регрессии 7,75 означает, что случайные отклонения по ряду  $y$  в среднем в 7,75 раза выше случайных колебаний по ряду  $x$ .

Для прогноза удобно от уравнения в отклонениях от тренда перейти к уравнению, связывающему между собой конкретные уровни временных рядов. Подставим в уравнение  $d_y = b d_x$  значения  $d_y$  и  $d_x$  как отклонения от тенденций:

$$(y - \hat{y}_t) = b(x - \hat{x}_t).$$

Откуда

$$y = \hat{y}_t + b(x - \hat{x}_t).$$

Данную модель можно использовать для прогноза:

$$y_p = \hat{y}_{t=p} + b(x_p - \hat{x}_{t=p}),$$

где  $y_p$  — прогнозируемое значение  $y$ ;  $\hat{y}_{t=p}$  — прогноз по тренду;  $x_p$  — прогноз фактора  $x$ ;  $\hat{x}_{t=p}$  — прогноз фактора  $x$  исходя из уравнения тренда.

Результат прогноза зависит от качества прогноза фактора  $x$ , от качества трендовых моделей, используемых в прогнозировании. Так, применительно к нашему примеру трендовый прогноз на следующий период для ряда прибыли составит:

$$\hat{y}_{t=10} = 276,36 \cdot 1,0486^{10} = 444,2.$$

Трендовый прогноз для ряда затрат на охрану труда на следующий период окажется таким:

$$\hat{x}_{t=5} = 17,67 + 1,222 \cdot 5 = 23,775.$$

Далее, чтобы воспользоваться моделью прогноза, необходимо задать прогнозируемое значение  $x$ , т. е.  $x_p$ , с тем чтобы включить в расчет случайное отклонение  $(x_p - \hat{x}_{t=10})$ . Предположим, что  $x_p$  должно быть 24,0. Тогда  $y_p = 444,2 + 7,75(24 - 23,775) = 445,9$  тыс. руб.

Уравнение регрессии по рядам динамики можно получить не только по отклонениям от трендов, т. е. по  $d_y$  и  $d_x$  (или  $\Delta y$  и  $\Delta x$ ). Математически доказано, что если при измерении связи по динамическим рядам непосредственно ввести в уравнение регрессии фактор времени  $t$  и определять параметры уравнения по исходным уровням  $y_t$  и  $x_t$ , то автокорреляция в рядах динамики будет устранена. Это значит, что при изучении связи между двумя признаками по динамическим рядам следует при линейной их зависимости искать уравнение вида:

$$\hat{y} = a + bx + ct.$$

Параметры такого уравнения также находятся способом наименьших квадратов. Применительно к нашему примеру получим уравнение связи:

$$y = 212,21 + 4,98x + 10,59t,$$

где  $t$  принимает значения от 1 до 9. Коэффициенты при  $x$  и  $t$  имеют логическую интерпретацию. Параметр  $b$  фиксирует силу связи  $y$  с  $x$ , т. е. он показывает среднее изменение  $y$  с изменением  $x$  на единицу. В нашем примере  $b = 4,98$ , что означает, что с ростом затрат по охране труда на 1 тыс. руб. прибыль в среднем возрастает на 4,98 тыс. руб.

Параметр  $c$  при  $t$  характеризует среднегодовой абсолютный прирост результативного показателя под воздействием прочих факторов, при закреплении фактора  $x$  на постоянном уровне. Иными словами, изменение прочих факторов на 1 тыс. руб., кроме затрат по охране труда, ведет к увеличению прибыли ежегодно на 10,59 тыс. руб. при условии неизменных затрат по охране труда.

В настоящее время чаще всего регрессия по рядам динамики строится с введением в модель фактора времени. Это связано с тем, что при таком подходе упрощается обработка материала: не нужно определять тренды по всем рядам динамики, искать отклонения по ним, строить модель по отклонениям от трендов и переходить далее от них обратно к уровням ряда.

Фактор времени чаще всего вводится в модель в виде линейного члена, даже если другие факторы подвергаются логарифмированию или иному преобразованию.

При увеличении числа факторов, включаемых в регрессию, рассмотренные проблемы устранения автокорреляции уровней рядов динамики остаются, но появляются новые, связанные с построением множественной регрессии: мультиколлинеарность факторов, отбор их и др.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Какие показатели динамики рассчитываются по динамическому ряду?
2. Как определяется средний уровень моментного и интервального рядов динамики?
3. Какие методы экстраполяции тенденции вам известны?
4. В чем суть аналитического выравнивания?
5. Когда используются кривые с насыщением и какие из них вам известны?
6. В чем принцип построения интервального прогноза?
7. Как осуществляется прогнозирование по стационарному динамическому ряду?
8. В чем назначение экспоненциальных средних?
9. Что представляет собой ряд Фурье и как он используется в прогнозировании?
10. Чем различаются аддитивная и мультипликативная модели сезонности?
11. В чем специфика построения регрессионной модели по рядам динамики?
12. Что такое автокорреляционная функция и в чем ее назначение?

## Глава 9

### ИНДЕКСЫ

#### 9.1. Понятие индекса. Виды индексов. Агрегатные индексы

**Индекс** — это показатель сравнения двух состояний одного и того же явления.

Каждый индекс включает данные за два периода: отчетный (сравниваемый, текущий) и базисный, который используется как база сравнения. Данные отчетного периода обозначают подстрочным знаком 1, базисного — 0.

Индекс, рассчитанный по отдельным единицам изучаемой совокупности, называется *индивидуальным* и обозначается  $i$ . *Сводный* (общий) индекс отражает изменение обобщенных величин по всей совокупности и обозначается символом  $I$ .

Если при построении индекса исследуемый признак берется без учета связи его с другими признаками, то индекс называется *простым* и является оценкой только динамики признака. Индекс называется *аналитическим*, если изучаемый признак рассматривается не изолированно, а во взаимосвязи с другими признаками. Помимо обобщенной характеристики динамики непосредственно несоизмеримых явлений (синтетическая функция индексов), аналитические индексы выполняют аналитическую функцию, т.е. позволяют измерить вклад отдельных факторов в совокупное изменение результата.

Сводные аналитические индексы в зависимости от методов построения подразделяются на *агрегатные* и *средневзвешенные из индивидуальных*.

Агрегатные индексы наряду с *индексируемым признаком* (признак, динамика которого изучается) содержат и *признак-вес*, который позволяет обобщить (соизмерить) разнородные элементы совокупности. Индексируемый признак при построении агрегатного индекса меняется: отчетный уровень сравнивается с базисным, признак-вес берется на неизменном фиксированном уровне либо базисного периода (по формуле Ласпейреса), либо отчетного периода (по формуле Пааше).

Методы построения индексов различных явлений одинаковы. Рассмотрим их построение на примере следующей системы признаков:

- объем продаж (физический объем реализации) ( $q$ );
- цена ( $p$ );
- товарооборот или выручка от реализации ( $w = q \cdot p$ ).

Динамика признаков по отдельным элементам изучаемой совокупности может быть оценена с помощью индивидуальных индексов:



$$i_q = \frac{q_1}{q_0}, \quad i_p = \frac{p_1}{p_0}, \quad i_w = \frac{w_1}{w_0} = \frac{q_1 p_1}{q_0 p_0},$$

где  $q_1, p_1, w_1$  — объем продаж, цена и товарооборот по отдельным элементам совокупности в *отчетном* периоде;  $q_0, p_0, w_0$  — объем продаж, цена и товарооборот в *базисном* периоде.

В целом по совокупности, состоящей из элементов, непосредственно несоизмеримых (различные виды продукции, товарные группы и т.д.), изменение физического объема реализации и цен характеризуется с помощью агрегатных индексов, формулы построения которых приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Агрегатные индексы

Формулы индексов	Название индексов	
	Индекс физического объема и других первичных признаков	Индекс цен и других вторичных признаков
По формуле Ласпейреса (по базисным весам)	$I_q^L = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}$	$I_p^L = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}$
По формуле Пааше (по отчетным весам)	$I_q^P = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_1}$	$I_p^P = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$
Индекс Фишера	$I_q^F = \sqrt{\frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} \times \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_1}}$	$I_p^F = \sqrt{\frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} \times \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}}$

Сводный индекс товарооборота является простым и рассчитывается по формуле:

$$I_w = \frac{\sum w_1}{\sum w_0} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_0}$$

Индекс товарооборота может быть найден и через взаимосвязь индексов (*мультипликативная модель индексов*):

$$I_w = I_q \cdot I_p$$

При этом для увязки индексов в систему веса в индексах первичных и вторичных признаков должны быть фиксированы на уровне разных периодов:

$$I_w = I_q^L \cdot I_p^P$$

или

$$I_w = I_q^P \cdot I_p^L$$

Отметим, что построение моделей взаимосвязанных индексов возможно лишь для сопоставимого круга элементов, т. е. при неизмен-

ном ассортименте реализации отдельных товаров (товарных групп) в отчетном и базисном периодах.

Поскольку числитель и знаменатель агрегатных индексов имеют экономический смысл, в статистическом анализе нередко используются их разности. Так, например, разность числителя и знаменателя индекса товарооборота

$$\Delta w = \sum q_1 p_1 - \sum q_0 p_0$$

характеризует абсолютный прирост (уменьшение) товарооборота в отчетном периоде по сравнению с базисным одновременно за счет:

- изменения физического объема продаж;
- изменения цен.

Измерить изолированное (элиминированное) влияние каждого из этих двух факторов можно через разность числителя и знаменателя соответствующих аналитических индексов.

Разность числителя и знаменателя индекса физического объема (по формуле Ласпейреса) показывает, как в абсолютном выражении изменился товарооборот за счет роста (сокращения) физического объема продаж:

$$\Delta w_{(q)} = \sum q_1 p_0 - \sum q_0 p_0$$

Разность числителя и знаменателя индекса цен (по формуле Пааше) означает абсолютный прирост (уменьшение) товарооборота в результате роста (снижения) цен:

$$\Delta w_{(p)} = \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1$$

Абсолютные изменения за счет отдельных факторов в сумме дают общее абсолютное изменение результативного признака:

$$\Delta w = \Delta w_{(q)} + \Delta w_{(p)}$$

Эта же схема справедлива и для системы взаимосвязанных индексов, где индекс физического объема построен по отчетным весам (по формуле Пааше), а индекс цен — по базисным (по формуле Ласпейреса):

$$\Delta w_{(q)} = \sum q_1 p_1 - \sum q_0 p_1$$

$$\Delta w_{(p)} = \sum p_1 q_0 - \sum p_0 q_0$$

$$\Delta w = \Delta w_{(q)} + \Delta w_{(p)}$$

Участие каждого фактора в формировании общего изменения товарооборота в относительном выражении определяется по следующим формулам:

— прирост (уменьшение) товарооборота за счет изменения физического объема продаж:

$$\% \Delta w_{(q)} = \frac{\Delta w_{(q)}}{w_0} = \frac{\sum q_1 p_0 - \sum q_0 p_0}{\sum q_0 p_0} = I_q - 1;$$

– прирост (уменьшение) товарооборота за счет изменения цен:

$$\% \Delta w_{(p)} = \frac{\Delta w_{(p)}}{w_0} = \frac{\sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1}{\sum q_0 p_0} = I_w - I_q.$$

Совокупное влияние факторов в относительном выражении отражается следующей моделью:

$$\% \Delta w_{(q)} + \% \Delta w_{(p)} = \frac{\Delta w}{w_0} = \frac{\sum q_1 p_1 - \sum q_0 p_0}{\sum q_0 p_0} = I_w - 1.$$

При проведении статистического анализа может определяться также доля каждого фактора в формировании общего изменения результата:

– доля прироста (уменьшения) товарооборота за счет изменения физического объема продаж:

$$d\Delta w_{(q)} = \frac{\Delta w_{(q)}}{\Delta w} = \frac{I_q - 1}{I_w - 1};$$

– доля прироста (уменьшения) товарооборота за счет изменения цен:

$$d\Delta w_{(p)} = \frac{\Delta w_{(p)}}{\Delta w} = \frac{I_w - I_q}{I_w - 1}.$$

При этом

$$d\Delta w_{(q)} + d\Delta w_{(p)} = 1,$$

или 100%, если доли выражены в процентах.

Заметим, что оценка доли отдельных факторов в формировании результата проводится лишь в случае однонаправленного изменения признаков-факторов.

## 9.2. Индексы средние из индивидуальных

Если информационная база не дает возможности проведения индексного анализа в агрегатной форме, индексы могут быть построены в форме средних из индивидуальных.

Ниже приведены формулы некоторых средних индексов из индивидуальных.

*Средний арифметический индекс физического объема:*

$$I_q = \frac{\sum i_q q_0 p_0}{\sum q_0 p_0} = \sum i_q d_{w_0},$$

где  $d_{w_0}$  – доля товарооборота отдельных видов продукции (товарных групп) в общем товарообороте базисного периода.

*Средний гармонический индекс цен по формуле Пааше:*

$$I_p^H = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum \frac{p_1 q_1}{i}} = \left( \sum \frac{d_{w_1}}{i_p} \right)^{-1},$$

где  $d_{w_1}$  – доля товарооборота отдельных видов продукции (товарных групп) в общем товарообороте отчетного периода.

*Средний арифметический индекс цен по формуле Ласпейреса:*

$$I_p^J = \frac{\sum i_p p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} = \sum i_p d_{w_0}.$$

**Пример.** Имеются данные о реализации молочных продуктов на рынке за два года (табл. 9.2).

Таблица 9.2

Продукты	Ед. изм.	Продано, тыс. ед.		Цена за единицу, руб.	
		1999 г.	2000 г.	1999 г.	2000 г.
Молоко	л	1100	1200	5	6
Творог	кг	300	260	30	40
Сметана	кг	250	250	30	35

Необходимо рассчитать:

1) индивидуальные индексы объемов реализации в натуральном выражении, цен и выручки от реализации;

2) сводные индексы физического объема, цен по формулам Пааше, Ласпейреса и Фишера;

3) сводный индекс изменения выручки от реализации молочных продуктов в 2000 г. по сравнению с 1999 г. всего, а также в том числе за счет изменения объемов продаж и цен.

Индивидуальные индексы объемов реализации характеризуют изменение объемов продаж в натуральном выражении по каждому виду молочной продукции:

$$\text{по молоку: } i_q^M = \frac{q_1}{q_0} = \frac{1200}{1100} = 1,091, \text{ или } 109,1\%;$$

$$\text{по творогу: } i_q^T = \frac{q_1}{q_0} = \frac{260}{300} = 0,866, \text{ или } 86,6\%;$$

$$\text{по сметане: } i_q^C = \frac{q_1}{q_0} = \frac{250}{250} = 1, \text{ или } 100\%.$$

Количество проданного молока в 2000 г. увеличилось по сравнению с 1999 г. на 9,1% (109,1% – 100%), объем продажи творога со-

кратился на 13,4% (86,6% – 100%), а объем реализации сметаны остался без изменения.

Индивидуальные индексы цен показывают, как изменились цены по каждому виду товара:

$$\text{по молоку: } i_p^M = \frac{p_1}{p_0} = \frac{6}{5} = 1,2, \text{ или } 120,0\%;$$

$$\text{по творогу: } i_p^T = \frac{p_1}{p_0} = \frac{40}{30} = 1,333, \text{ или } 133,3\%;$$

$$\text{по сметане: } i_p^C = \frac{p_1}{p_0} = \frac{35}{30} = 1,166, \text{ или } 116,6\%.$$

В 2000 г. цены увеличились по всем видам молочной продукции: на молоко – на 20%, на творог – на 33,3%, на сметану – на 16,6%.

Индивидуальные индексы выручки отражают динамику средств, полученных от реализации отдельных видов продукции:

$$\text{по молоку: } i_w^M = \frac{q_1 p_1}{q_0 p_0} = \frac{7200}{5500} = 1,309, \text{ или } 130,9\%;$$

$$\text{по творогу: } i_w^T = \frac{q_1 p_1}{q_0 p_0} = \frac{10400}{9000} = 1,156, \text{ или } 115,6\%;$$

$$\text{по сметане: } i_w^C = \frac{q_1 p_1}{q_0 p_0} = \frac{8750}{7500} = 1,166, \text{ или } 116,6\%.$$

В 2000 г. по сравнению с 1999 г. выручка от реализации молока выросла на 30,9%, творога – на 15,6%, сметаны – на 16,6%.

Индивидуальные индексы выручки можно найти и через взаимосвязь индексов:

$$i_w = i_q \cdot i_p.$$

Для вычисления сводных индексов заполним расчетную таблицу (табл. 9.3).

Таблица 9.3  
(тыс. руб.)

Продукты	Выручка от реализации			
	1999 г.	2000 г.	Условная	
	$q_0 p_0$	$q_1 p_1$	$q_1 p_0$	$q_0 p_1$
Молоко	5 500	7 200	6 000	6 600
Творог	9 000	10 400	7 800	12 000
Сметана	7 500	8 750	7 500	8 750
Всего	22 000	26 350	21 300	27 350

Тогда сводные индексы физического объема, рассчитанные по формулам Ласпейреса и Пааше, составят:

$$I_q^L = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} = \frac{21300}{22000} = 0,968, \text{ или } 96,8\%;$$

$$I_q^P = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_1} = \frac{26350}{27350} = 0,963, \text{ или } 96,3\%.$$

Таким образом, в 2000 г. по сравнению с 1999 г. в целом наблюдалось снижение объема продаж молочной продукции в натуральном выражении на 3,2% – по формуле Ласпейреса, на 3,7% – по формуле Пааше.

Найдем индекс Фишера:

$$I_q^F = \sqrt{I_q^L \cdot I_q^P} = \sqrt{0,968 \cdot 0,963} = 0,965, \text{ или } 96,5\%.$$

Он дает осредненную величину снижения продажи молочной продукции – 3,5%.

Полученные результаты по индексам физического объема можно интерпретировать и как проценты снижения выручки от реализации за счет сокращения физического объема продаж (объема продаж в натуральном выражении).

Определим значения сводных индексов цен:

$$I_p^L = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} = \frac{27350}{22000} = 1,243, \text{ или } 124,3\%;$$

$$I_p^P = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} = \frac{26350}{21300} = 1,237, \text{ или } 123,7\%;$$

$$I_p^F = \sqrt{I_p^L \cdot I_p^P} = \sqrt{1,243 \cdot 1,237} = 1,240, \text{ или } 124,0\%.$$

В 2000 г. по сравнению с 1999 г. наблюдался рост цен на молочную продукцию на 24,3% по формуле Ласпейреса, на 23,7% – по формуле Пааше и на 24% – по формуле Фишера. Соответственно изменилась и выручка от реализации за счет роста цен.

Для расчета сводного индекса выручки от реализации можно воспользоваться любой из двух моделей:

$$I_w = I_q^L \cdot I_p^L = 0,968 \cdot 1,237 = 1,197, \text{ или } 119,7\%;$$

$$I_w = I_q^P \cdot I_p^P = 0,963 \cdot 1,243 = 1,197, \text{ или } 119,7\%.$$

Выручка от реализации молочной продукции на рынке выросла на 19,7%.

Найдем абсолютное изменение выручки:

$$\Delta w = \sum q_1 p_1 - \sum q_0 p_0 = 26350 - 22000 = 4350 \text{ тыс. руб.};$$

$$\Delta w_{(q)} = \sum q_1 p_0 - \sum q_0 p_0 = 21300 - 22000 = -700 \text{ тыс. руб.};$$

$$\Delta w_{(p)} = \sum p_1 q_1 - \sum p_0 q_1 = 26350 - 21300 = 5050 \text{ тыс. руб.}$$



Таким образом, выручка от реализации молочных продуктов выросла за год на 4350 тыс. руб., в том числе за счет сокращения объемов продаж недополучено 700 тыс. руб., рост цен обеспечил рост выручки на 5050 тыс. руб.

Как указывалось ранее, система индексов отражает ту взаимосвязь, которая существует между изучаемыми признаками. Например, рассматривается система признаков — фонд оплаты труда ( $\Phi$ ), среднесписочная численность работающих ( $T$ ), средняя заработная плата ( $L$ ), которые взаимосвязаны следующим образом:  $\Phi = T \cdot L$ . Индексы этих признаков имеют ту же взаимосвязь:

$$I_{\Phi} = I_T \cdot I_L.$$

Для таких признаков, как объем платных услуг населению ( $У$ ), численность населения ( $S$ ) и объем платных услуг на душу населения ( $Д$ ), характерна следующая взаимосвязь индексов:

$$I_U = I_S \cdot I_D.$$

Увязка индексов в систему позволяет определить недостающий индекс, если известны два других.

**Пример.** Имеются данные о динамике валового регионального продукта (ВРП) и среднегодовой численности занятых в регионе за 1999 и 2000 гг. (табл. 9.4).

Таблица 9.4

(в % к предыдущему году)

	1999 г.	2000 г.
Валовой региональный продукт в сопоставимых ценах	102,5	104,2
Среднегодовая численность занятых	101,0	100,5

Необходимо определить:

1) как изменилась производительность труда в регионе в 1999 и 2000 гг. по сравнению с предыдущим годом, а также в целом за рассматриваемый период;

2) доли прироста ВРП, полученные за счет роста производительности труда и за счет увеличения численности занятых в 2000 г.

Как известно, показатель производительности труда представляет собой отношение показателей объема продукции и трудозатрат, т. е. производительность труда на уровне региона ( $V$ ) можно определить следующим образом:

$$V = \frac{Q}{T},$$

где  $Q$  — объем валового регионального продукта;  $T$  — средняя численность занятых.

Тогда

$$I_V = \frac{I_Q}{I_T}.$$

Найдем индексы производительности труда для 1999 и 2000 гг.

$$I_{V_{99/98}} = \frac{1,025}{1,01} = 1,015, \text{ или } 101,5\%.$$

$$I_{V_{2000/99}} = \frac{1,042}{1,005} = 1,037, \text{ или } 103,7\%.$$

Производительность труда в регионе в 1999 г. по сравнению с 1998 г. выросла на 1,5%, а в 2000 г. по сравнению с 1999 г. — на 3,7%.

Базисный индекс производительности труда найдем через проведение цепных индексов:

$$I_{V_{2000/98}} = I_{V_{99/98}} \cdot I_{V_{2000/99}} = 1,015 \cdot 1,037 = 1,053, \text{ или } 105,3\%.$$

В 2000 г. по сравнению с 1998 г. производительность труда в регионе была выше на 5,3%.

Определим долю каждого фактора в формировании общего прироста ВРП:

— доля прироста за счет роста производительности труда:

$$d\Delta Q_{(V)} = \frac{\Delta Q_{(V)}}{\Delta Q} = \frac{I_Q - I_T}{I_Q - 1} = \frac{1,042 - 1,005}{1,042 - 1} = 0,88;$$

— доля прироста за счет увеличения числа занятых:

$$d\Delta Q_{(T)} = \frac{\Delta Q_{(T)}}{\Delta Q} = \frac{I_T - 1}{I_Q - 1} = \frac{1,005 - 1}{1,042 - 1} = 0,12.$$

Поскольку

$$d\Delta Q_{(V)} + d\Delta Q_{(T)} = 1,$$

то долю второго фактора можно было определить как  $(1 - 0,88) = 0,12$ .

Таким образом, за счет роста производительности труда в регионе получено 88% прироста ВРП, за счет увеличения числа занятых в экономике — 12% прироста.

### 9.3. Индексный анализ изменения взвешенной средней: индексы переменного и постоянного состава, индекс структуры

Индексный метод применяется в статистике также для изучения динамики средних величин и выявления факторов, влияющих на динамику средних. Эти задачи решаются с помощью системы взаимо-

связанных индексов переменного, постоянного состава и структурных сдвигов.

*Индекс переменного состава* представляет собой соотношение средних величин какого-либо признака в отчетном и базисном периодах:

$$I_{\text{перем.}} = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_0} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}.$$

Как видно из формулы, индекс переменного состава характеризует изменение среднего уровня признака за счет влияния двух факторов:

1) изменения значений осредняемого признака ( $x$ ) у отдельных единиц совокупности;

2) структурных изменений, под которыми понимается изменение доли отдельных единиц совокупности в общей их численности ( $d = f / \sum f$ ).

*Индекс постоянного (фиксированного) состава* отражает изолированное действие первого фактора — показывает средний размер изменения изучаемого признака у отдельных единиц совокупности и строится как отношение средних взвешенных величин постоянного состава, т.е. с одними и теми же весами:

$$I_{\text{пост.}} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1}.$$

Индекс постоянного состава может быть рассчитан и в агрегатной форме:

$$I_{\text{пост.}} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum x_0 f_1}.$$

*Индекс структурных сдвигов* характеризует влияние изменения структуры изучаемой совокупности на динамику среднего уровня признака:

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

Индексы переменного, постоянного состава и структурных сдвигов увязываются в следующую систему:

$$I_{\text{перем.}} = I_{\text{пост.}} \cdot I_{\text{стр.}}$$

Если в индексах средних уровней в качестве весов используются удельные веса единиц совокупности в общей численности совокупности, т.е. показатели доли ( $d = f / \sum f$ ), то система индексов может быть записана в следующем виде:

$$I_{\text{перем.}} = \frac{\sum x_1 d_1}{\sum x_0 d_0}, \quad I_{\text{пост.}} = \frac{\sum x_1 d_1}{\sum x_0 d_1}, \quad I_{\text{стр.}} = \frac{\sum x_0 d_1}{\sum x_0 d_0}.$$

Система индексов переменного, постоянного состава и структурных сдвигов строится для изучения динамики среднего уровня цен, себестоимости, фондоотдачи, рентабельности, производительности труда, заработной платы и других вторичных признаков.

Помимо мультипликативной модели, на основе индексов переменного, постоянного состава и структурных сдвигов может быть построено и аддитивное разложение, отражающее абсолютное изменение среднего уровня вторичного признака за счет отдельных факторов. Так, общий абсолютный прирост (уменьшение) среднего уровня признака в целом по совокупности находится как разность числителя и знаменателя индекса переменного состава:

$$\Delta \bar{x} = \bar{x}_1 - \bar{x}_0 = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} - \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} \quad \text{или} \quad \Delta \bar{x} = \sum x_1 d_1 - \sum x_0 d_0.$$

Абсолютный прирост (уменьшение) среднего уровня признака в целом по совокупности за счет изменения значений изучаемого признака у отдельных единиц совокупности и за счет структурных изменений рассчитывается соответственно как разность числителей и знаменателей индексов постоянного состава и структурных сдвигов:

$$\Delta \bar{x}_{(x)} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} - \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} \quad \text{или} \quad \Delta \bar{x}_{(x)} = \sum x_1 d_1 - \sum x_0 d_1,$$

$$\Delta \bar{x}_{(d)} = \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} - \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} \quad \text{или} \quad \Delta \bar{x}_{(d)} = \sum x_0 d_1 - \sum x_0 d_0.$$

В общем виде аддитивное разложение имеет вид:

$$\Delta \bar{x} = \Delta \bar{x}_{(x)} + \Delta \bar{x}_{(d)}.$$

**Пример.** Имеются данные об объеме выпускаемой продукции и среднегодовой стоимости основных производственных фондов объединения за два года (табл. 9.5).

Таблица 9.5

(млн. руб.)

Филиалы объединения	Объем продукции		Среднегодовая стоимость основных производственных фондов	
	базисный год	отчетный год	базисный год	отчетный год
№ 1	450	520	200	250
№ 2	90	85	50	50
В целом по объединению	540	605	250	300

Необходимо определить:

1) уровни фондоотдачи в отдельных филиалах объединения в отчетном и базисном периодах;

2) средний уровень фондоотдачи в целом по объединению в отчетном и базисном периодах;

3) изменение среднего по объединению уровня фондоотдачи в отчетном периоде по сравнению с базисным, в том числе за счет: а) изменения уровня фондоотдачи в отдельных филиалах; б) структурных изменений;

4) как изменился средний уровень фондоотдачи по объединению в абсолютном выражении за счет: а) изменения фондоотдачи в филиалах; б) структурных изменений; в) совокупного действия двух факторов.

Уровень фондоотдачи ( $f$ ) рассчитывается как отношение объема выпускаемой продукции ( $Q$ ) к среднегодовой стоимости фондов ( $F$ ):

$$f = \frac{Q}{F}$$

Вычислим фондоотдачу для каждого филиала в отчетном и базисном периодах:

$$f_0^I = \frac{450}{200} = 2,25 \text{ руб./руб.};$$

$$f_1^I = \frac{520}{250} = 2,08 \text{ руб./руб.};$$

$$f_0^{II} = \frac{90}{50} = 1,8 \text{ руб./руб.};$$

$$f_1^{II} = \frac{85}{50} = 1,7 \text{ руб./руб.}$$

И в первом, и во втором филиале объединения фонды в отчетном периоде используются менее эффективно, чем в базисном. При этом в первом филиале сохраняется более высокий уровень фондоотдачи.

Средний по объединению уровень фондоотдачи в базисном и отчетном периоде составил:

$$\bar{f}_0 = \frac{\sum f_0 F_0}{\sum F_0} = \frac{\sum Q_0}{\sum F_0} = \frac{540}{250} = 2,16 \text{ руб./руб.};$$

$$\bar{f}_1 = \frac{\sum f_1 F_1}{\sum F_1} = \frac{\sum Q_1}{\sum F_1} = \frac{605}{300} = 2,02 \text{ руб./руб.}$$

Динамику среднего по объединению уровня фондоотдачи характеризует индекс переменного состава:

$$I_{\text{перем.}} = \frac{\bar{f}_1}{\bar{f}_0} = \frac{\sum f_1 F_1}{\sum F_1} : \frac{\sum f_0 F_0}{\sum F_0} = \frac{2,02}{2,16} = 0,935, \text{ или } 93,5\%.$$

В целом по объединению в отчетном периоде по сравнению с базисным фондоотдача снизилась на 6,5%. Изменение среднего уровня фондоотдачи происходило за счет влияния двух факторов: уменьшения фондоотдачи в отдельных филиалах и структурных изменений в распределении фондов между филиалами.

Выявим раздельное влияние каждого из факторов:

$$I_{\text{пост.}} = \frac{\sum f_1 F_1}{\sum F_1} : \frac{\sum f_0 F_1}{\sum F_1} = 2,02 : \frac{2,25 \cdot 250 + 1,8 \cdot 50}{300} = 2,02 : 2,18 = 0,927, \text{ или } 92,7\%;$$

$$I_{\text{стр.}} = \frac{\sum f_0 F_1}{\sum F_1} : \frac{\sum f_0 F_0}{\sum F_0} = \frac{2,18}{2,16} = 1,009, \text{ или } 100,9\%.$$

Таким образом, фондоотдача в среднем по филиалам объединения снизилась на 7,3%, что привело к аналогичному снижению среднего уровня фондоотдачи в целом по объединению.

Структурные изменения, а именно увеличение доли фондов первого филиала, который характеризуется более эффективным уровнем их использования, обусловили рост среднего уровня фондоотдачи по объединению на 0,9%.

Проверим увязку индексов в систему:

$$I_{\text{перем.}} = I_{\text{пост.}} \cdot I_{\text{стр.}},$$

$$0,935 = 0,927 \cdot 1,009.$$

Для ответа на четвертый вопрос построим аддитивную модель на основе рассчитанных выше индексов переменного, постоянного состава и структурных сдвигов.

Абсолютное уменьшение среднего уровня фондоотдачи по объединению за счет изменения фондоотдачи в отдельных филиалах составит:

$$\Delta \bar{f}_{(f)} = \frac{\sum f_1 F_1}{\sum F_1} - \frac{\sum f_0 F_1}{\sum F_1} = 2,02 - 2,18 = -0,16 \text{ руб./руб.}, \text{ или } 16 \text{ коп./руб.}$$

Абсолютный прирост фондоотдачи за счет структурных изменений:

$$\Delta \bar{f}_{\left(\frac{F}{\sum F}\right)} = \frac{\sum f_0 F_1}{\sum F_1} - \frac{\sum f_0 F_0}{\sum F_0} = 2,18 - 2,16 = 0,02 \text{ руб./руб.}, \text{ или } 2 \text{ коп./руб.}$$



В целом изменение фондоотдачи за счет действия двух факторов можно определить двумя способами:

$$\Delta \bar{f} = \frac{\sum f_1 F_1}{\sum F_1} - \frac{\sum f_0 F_0}{\sum F_0} = 2,02 - 2,16 = -0,14 \text{ руб./руб.}, \text{ или } -14 \text{ коп./руб.}$$

$$\Delta \bar{f} = \Delta \bar{f}_{(f)} + \Delta \bar{f}_{\left(\frac{F}{\sum F}\right)} = -16 + 2 = -14 \text{ коп./руб.}$$

Таким образом, средняя по объединению фондоотдача уменьшилась за рассматриваемый период на 14 коп. с каждого рубля основных фондов, в том числе за счет снижения фондоотдачи в отдельных филиалах объединения средний уровень уменьшился на 16 коп. с рубля основных фондов, за счет структурных изменений (увеличение доли фондов первого филиала) средняя фондоотдача выросла на 2 коп. с рубля основных фондов.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение индекса. Приведите примеры экономических индексов.
2. Можно ли назвать агрегатный индекс «показателем центральной тенденции»? Если да, то почему?
3. Если фонд заработной платы на предприятии увеличился в отчетном году по сравнению с прошлым на 8%, численность работников сократилась на 5%, а объем продукции вырос на 12%, то как изменились средняя заработная плата и выработка на одного рабочего?
4. В чем различия построения индексов по формулам Пааше и Ласпейреса?
5. Почему индекс Фишера получил название «идеального» индекса?
6. Если индекс структуры равен 1,015, то каково влияние структурных сдвигов на изменение средней величины?

## Раздел II. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА

### Глава 10

#### СТАТИСТИКА НАЦИОНАЛЬНОГО БОГАТСТВА

##### 10.1. Понятие национального богатства

Национальное богатство характеризует накопление в стране результатов деятельности предшествующих и настоящего поколений людей как совокупности ресурсов для поддержания воспроизводства. Основы такого определения национального богатства сформулированы еще в XVII в. в Европе. Показатели национального богатства включали оценку земли (природных ресурсов), накопленных материальных благ (основного и оборотного капитала) и человеческого капитала (рабочей силы). Статистическая комиссия ООН в 1993 г. одобрила международный стандарт системы сводных статистических показателей, в которых предусмотрена подсистема «экономических активов», их совокупность характеризуется как национальное богатство страны.

**Национальное богатство** — совокупность ресурсов страны (экономических активов), составляющих необходимые условия производства товаров, оказания услуг и обеспечения жизни людей. Это совокупность экономических активов страны, уменьшенная на стоимость финансовых обязательств. *Экономические активы* — это экономические объекты, на которые институциональными единицами осуществляются права собственности и от владения или использования которых в течение определенного периода времени его владельцами извлекается экономическая выгода.

В состав национального богатства в соответствии с Системой национальных счетов (СНС) входят две основные группы: нефинансовые и финансовые активы (табл. 10.1).

**Нефинансовые произведенные активы** — это активы, созданные в результате процессов, рассматриваемых как производство (основные фонды, функционирующие в отраслях, производящих товары и оказывающих услуги, запасы материальных оборотных средств, ценности и накопленное имущество населения).

**Материальные произведенные активы** — это часть национального богатства, созданная в процессе производства, которая имеет натурально-вещественную форму.

**Основные фонды** — это часть национального богатства, созданная в процессе производства, которая длительное время неоднократно или постоянно в неизменной натурально-вещественной форме использует-

ся в экономике, постепенно перенося свою стоимость на создаваемые продукты и услуги.

**Оборотные средства** — это мобильная часть национального богатства страны. К оборотным средствам относятся производственные запасы (сырье, материалы, топливо, запчасти, инструменты, хозтовары, семена, посадочные материалы, корма, фураж, животные на откорме, молодняк животных и др.), незавершенное производство, готовая продукция и товары для перепродажи, материальные резервы. Эта часть национального богатства участвует в одном производственном цикле, видоизменяет свою натурально-вещественную форму, и их стоимость полностью входит в стоимость изготавливаемых товаров и услуг.

Таблица 10.1

Классификация активов национального богатства

Нефинансовые активы				Финансовые активы
Произведенные		Непроизведенные		
Материальные	Нематериальные	Материальные	Нематериальные	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные фонды</li> <li>• Запасы материальных оборотных средств</li> <li>• Ценности</li> <li>• Накопленное имущество населения (справочно)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные фонды</li> <li>• Расходы на разведку полезных ископаемых</li> <li>• Программное обеспечение</li> <li>• Оригинальные произведения развлекательного жанра, литературы и искусства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Земля</li> <li>• Богатства недр</li> <li>• Естественные биологические ресурсы</li> <li>• Подземные водные ресурсы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Патенты</li> <li>• Авторские права</li> <li>• Договоры об аренде</li> <li>• Гудвилл</li> <li>• Другие нематериальные активы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Монетарное золото и специальные права заимствования</li> <li>• Валюта и депозиты</li> <li>• Ценные бумаги, кроме акций</li> <li>• Ссуды</li> <li>• Акции и прочие виды акционерного капитала</li> <li>• Займы</li> <li>• Страховые технические резервы</li> <li>• Прочая дебиторская и кредиторская задолженность</li> <li>• Прямые иностранные инвестиции (справочно)</li> </ul>

Производственные затраты включают все товары, которые предприятие держит в запасе для использования в производстве в качестве промежуточных затрат.

Незавершенное производство — это продукция, произведенная предприятием, но не завершенная, т.е. недостаточно переработанная, чтобы быть поставленной другим институциональным единицам. К незавершенному производству относятся растения и деревья, а также скот-молодняк, скот на откорме, домашняя птица, которые выращиваются для однократного использования. Незавершенное строительство и незаконченный капитальный ремонт также относятся к незавер-

шенному производству, если они производятся без контракта с заказчиком и если за них не поступил платеж. При наличии контракта на строительство, а также при его выполнении хозяйственным способом незавершенное строительство и незаконченный капитальный ремонт относятся к основному капиталу.

Готовая продукция представляет собой товары, хранящиеся у производящих их предприятий до поставки другим институциональным единицам и не предназначенные для дальнейшей их переработки на данном предприятии.

Товары для перепродажи — это товары, приобретенные оптовыми или розничными торговцами с целью перепродажи. Товары для перепродажи не перерабатываются оптовыми или розничными торговцами, за исключением придания им привлекательного и удобного для продажи вида.

**Материальные резервы** — запасы стратегических материалов, зерна и других товаров, имеющих особое значение для страны.

**Ценности** — это дорогостоящие товары длительного пользования, которые не изнашиваются с течением времени, как правило, не используются для потребления или в производстве и приобретаются главным образом как средства сохранения стоимости во времени, так как их стоимость не должна уменьшаться по отношению к общему уровню цен. К ценностям относятся драгоценные металлы и драгоценные камни, ювелирные изделия, выполненные из таких камней и металлов, произведения искусства и т.д.

**Накопленное имущество населения** (или накопленные потребительские товары длительного пользования) — один из показателей его материального благосостояния. Величина личного имущества определяется уровнем и динамикой доходов, структурой расходов, составом семей, местом проживания и другими факторами. В состав имущества населения включаются основные фонды, состоящие в собственности граждан, а также накопленное личное имущество.

Критерием отнесения предметов личного потребления к накопленному имуществу служит срок их службы. Предметы, служащие менее одного года, в этот состав не включают. Накопленное имущество классифицируется по назначению: ткани, одежда, обувь, мебель, хозяйственно-бытовые и культурно-бытовые приборы, хозяйственный инвентарь, инструмент, книги, индивидуальные транспортные средства и др.

**Нематериальные произведенные активы** — объекты, созданные трудом человека, представляющие собой необщедоступную информацию, нанесенную на какой-либо носитель.

Стоимость этих объектов определяется именно заключенной в них информацией, поэтому они относятся к нематериальным активам. Сюда включаются затраты на разведку полезных ископаемых, программное обеспечение, оригинальные произведения развлекательного жанра, литературы и искусства (фильмы, звуковые записи, рукописи и т.д.) и другие нематериальные активы.

**Нефинансовые произведенные активы** — это активы, не являющиеся результатом производственных процессов. Они существуют в природе либо появляются в результате юридических или учетных действий.

**Земля**, по определению, принятому в СНС, включает почвенный покров и находящиеся на ее поверхности водоемы (реки, озера, водохранилища и т.д.), исключая построенные на земле здания, сооружения, дороги, туннели, дамбы, лотины и т. д., виноградники, сады и другие плантации деревьев, выращиваемые культуры, недра, некультивируемые биологические ресурсы, водные ресурсы под землей.

**Недра** состоят из разведанных залежей полезных ископаемых, которые находятся на поверхности земли, под ней или под водой.

**Некультивируемые (естественные) биологические ресурсы** — это флора и фауна, которые относятся к экономическим активам, но не культивируются человеком. К ним относятся леса, используемые для лесозаготовок, стада диких животных, потребляемые на мясо или для других промышленных целей. Естественный рост растений и животных, находящийся вне контроля человека, не входит в границы производства в СНС, но продажа их как товара включается в оценку производства (заготовка продуктов лесопользования, рыболовства и охоты). Естественный рост растений и животных, находящихся под контролем и управлением институциональных единиц, включается в границы производства в СНС, учитывается как выпуск и относится к произведенным активам. Например, как основной капитал определяются молочный скот, фруктовые деревья и т.д.

**Водные ресурсы под землей** состоят из водоносных пластов и иной грунтовой воды, на которую распространяются права собственности.

Оценка стоимости природных богатств, вовлеченных в экономический оборот (земля, полезные ископаемые, водные ресурсы и т.п.), в практике российской статистики до сих пор не производилась — они учитывались в натуральном выражении.

**Нематериальные произведенные активы** — это активы, которые созданы вне процесса производства, путем юридических или учетных действий. Документы, относимые к нематериальным произведенным активам, дают их владельцам право заниматься какой-либо конкретной деятельностью и запрещать другим институциональным единицам делать это без разрешения владельца. Эти активы могут быть проданы или переданы.

**Гудвилл** отражает совокупность факторов, которые побуждают клиентов вновь прибегать к услугам данной организации. К этим активам относятся: круг постоянных клиентов, деловые связи, репутация, название фирмы, используемые торговые марки, навыки руководства, квалификация персонала, запатентованные способы производства и т.д.

**Финансовые активы** — это активы, которым, как правило, противостоят финансовые обязательства другого собственника. Финансовые

обязательства возникают, когда одна институциональная единица предоставляет средства другой, и институциональная единица, владеющая этими средствами (кредитор), получает платеж или серию платежей от другой единицы (должника) в соответствии с условиями контракта, заключенного между ними. Такое обязательство представляет собой финансовый актив для кредитора и финансовый пассив для должника. Монетарное золото и специальные права заимствования Международного валютного фонда также рассматриваются как финансовые активы, хотя для них нет соответствующих финансовых пассивов. К финансовым активам относятся:

1) **монетарное золото** — это централизованный запас золота в слитках или монетах, хранящийся в государственных денежно-кредитных учреждениях. Оно приобретает с целью создания резерва покупательной способности;

2) **специальные права заимствования** — международные резервные и платежные средства, создаваемые Международным валютным фондом и распределяемые среди его членов. Этот вид актива является формой мировых денег, используемых для безналичных международных расчетов путем записей на специальных счетах МВФ;

3) **наличные деньги (валюта)** — находящиеся в обращении банкноты и монеты, используемые для проведения расчетов. Выпущенные в обращение наличные деньги считаются обязательством выпускающего их учреждения (обычно Центрального банка);

4) **депозиты** — денежные средства, переданные банкам на хранение. Депозиты могут быть выражены (как и денежная наличность) в национальной или иностранной валюте; они могут являться обязательствами учреждений-резидентов или остального мира;

5) **ценные бумаги (кроме акций)** — денежные документы, удостоверяющие имущественные права владельцев по отношению к выпускающему лицу. К этим активам относятся векселя, облигации, депозитные сертификаты, приватизационные чеки и др.;

6) **ссуды** — финансовые инструменты, возникающие при передаче кредитором средств непосредственному должнику;

7) **акции и прочие виды акционерного капитала** — документы, свидетельствующие о внесении определенной доли в уставный капитал и дающие право их владельцам на получение части прибыли в виде дивиденда;

8) **страховые технические резервы** — финансовые активы, создание которых обусловлено техникой проведения страховых операций. Временной разрыв между страховым взносом (премией) и страховой платой позволяет страховым организациям накапливать значительные суммы в форме технических резервов. Их формирование обязательно для страховых компаний, поскольку они являются финансовой гарантией выполнения страховщиком своих обязательств перед страхователем.

Справочно к финансовым активам добавляют *прямые иностранные инвестиции*.



В условиях перехода России на Систему национальных счетов разрабатываются классификаторы на все элементы экономических активов. Госкомстат совместно с Госстандартом России к 1995 г. подготовили проекты общероссийских классификаторов элементов экономических активов: произведенных активов (ОК ПА), запасов (ОКЗ), ценностей (ОК Ц), финансовых активов (ОК ФА), нефинансовых активов (ОК НФА), основных фондов (ОК ОФ). В действие введен только классификатор основных фондов (с 1996 г.). Для расчета и увязки показателей текущих операций СНС со значениями показателей накопления элементов национального богатства и конечного потребления ВВП потребуется разработка классификатора «человеческого капитала».

В публикациях официальной статистики оценки элементов национального богатства приводятся по старой концепции баланса народного хозяйства. Стоимостная оценка дается только основным фондам, материальным оборотным средствам и домашнему имуществу (табл. 10.2). Сведения о наличии природных ресурсов приводятся в натуральном выражении. Так, например, разрабатывается информация о площадях земельных ресурсов по видам (сельскохозяйственные угодья, лесные земли, поверхностные воды и др.), о среднегодовых объемах воды в крупнейших озерах и водохранилищах, водных ресурсах, лесных ресурсах (лесная площадь, в том числе покрытая лесом; общий запас древесины), о разведанных запасах отдельных полезных ископаемых.

Таблица 10.2

Элементы национального богатства России на начало года<sup>1</sup>

Год	Всего	В том числе			
		Основные фонды, включая незавершенное строительство		Материальные оборотные средства	Домашнее имущество
		всего	из них основные фонды		
трлн. руб.					
1998	16 993,3	15 397,2	14 133,6	889,9	706,2
1999	17 399,6	15 525,5	14 285,5	898,4	975,7
в % к итогу					
1998	100	91	83	5	4
1999	100	89	82	5	6

Таким образом, в соответствии с расчетами по концепции баланса народного хозяйства в последние годы (с 1994 г.) более 80% национального богатства России занимают основные фонды.

## 10.2. Оценка элементов национального богатства

Важной задачей определения общего объема национального богатства является стоимостная оценка его элементов. В настоящее время в России стоимостная оценка национального богатства проводится по отдельным элементам: основные фонды, материальные оборотные средства, домашнее имущество (потребительские товары длительного пользования, находящиеся в собственности граждан). Баланс экономических активов и пассивов, как составная часть СНС, который должен наиболее комплексно оценивать элементы национального богатства, пока не разрабатывается.

В соответствии с методологией СНС 1993 г. основные фонды и домашнее имущество должны оцениваться по восстановительной стоимости за вычетом износа, а материальные оборотные средства — по полной восстановительной стоимости. На практике *основные фонды* оцениваются по первоначальной (полной и остаточной) либо по восстановительной (полной и остаточной) стоимости. Более подробно оценка основных фондов рассматривается в разд. 10.6.

*Материальные оборотные средства* учитываются по данным бухгалтерского учета по ценам приобретения. Предприятиям дано право учитывать эти активы в различных оценках: по цене первого приобретения (ФИФО), по цене последнего приобретения (ЛИФО) или по средним ценам. Переоценка стоимости материальных оборотных средств в текущие цены пока не осуществляется.

Как уже отмечалось, оценка стоимости *природных богатств*, вовлеченных в экономический оборот (земля, полезные ископаемые, водные ресурсы и т. п.), в практике российской статистики до сих пор не производилась — они учитывались в натуральном выражении. Затраты по улучшению земель, а также издержки, связанные с передачей права собственности на землю (оплата услуг адвокатов, агентов по операциям с недвижимостью и других посредников, пошлины и другие налоги, связанные с этими операциями), отражаются в составе производственных активов — основных фондов, поскольку считаются результатом производственных активов. В бухгалтерском и статистическом учете земля и другие природные ресурсы отражаются лишь в части земельных участков и объектов природопользования, приобретенных предприятиями в собственность, причем по весьма условным ценам приобретения соответствующих лет.

Стоимость *нематериальных активов* отражается в бухгалтерском и статистическом учете не полностью, по ценам приобретения. Переоценка этих элементов не производилась.

Стоимостная оценка *ценностей* практически отсутствует. Статистикой проводится оценка ювелирных изделий, приобретаемых населением, по данным о товарообороте на основе метода непрерывной инвентаризации. Данные о стоимости ценностей, находящихся в других секторах экономики, отсутствуют.

<sup>1</sup> Россия в цифрах. 2000 г. М., 2000. С. 54—55.

Объем накопленного *домашнего имущества* определяется исходя из величины поступления предметов домашнего обихода за определенный период и продолжительности срока их службы, как сумма поступлений (покупок) товаров за число лет, равное сроку их службы по полной стоимости. Остаточная стоимость потребительского имущества (с учетом износа) рассчитывается исходя из средних сроков службы путем вычитания из полной стоимости суммы износа. Годовой износ предметов домашнего имущества рассчитывается как частное от деления их стоимости на число лет службы, а остаточная стоимость имущества уменьшается на сумму годового износа и увеличивается на величину первоначальной стоимости купленных за год товаров. Этот метод оценки имущества называется *методом непрерывной инвентаризации*.

Основным источником информации для расчета объема накопленного личного имущества населения служат данные о товарообороте непродовольственных товаров, а также данные бюджетных обследований домохозяйств.

Показатели накопленного домашнего (личного) имущества по остаточной стоимости отражают реальную стоимость этого имущества на определенную дату, по полной (первоначальной) стоимости — физический объем материальных благ.

В рыночной экономике для оценки элементов национального богатства применяются различные формы оценки: историческая (учетная) стоимость, стоимость замены, субъективная стоимость, рыночная стоимость.

Историческая стоимость соответствует первоначальной стоимости. Стоимость замены отражает восстановительную стоимость. Субъективная стоимость базируется на оценке по мнению владельца объекта и определяется как капитализированная стоимость будущих доходов. Рыночная стоимость определяется при достижении согласованности на рынке субъективной стоимости продавца и субъективной стоимости покупателя.

### 10.3. Связь элементов национального богатства с показателями СНС

В настоящее время в условиях перехода России на международную систему учета и статистики не представляется возможным получение оценок всех элементов национального богатства. Однако ряд счетов СНС содержит информацию по формированию отдельных элементов национального богатства, на основе которой проводится анализ структуры и динамики богатства. Так, счет операций с капиталом предназначен для характеристики процесса реального накопления основных и оборотных фондов, нематериальных и финансовых активов, а также источников его финансирования. В этом счете отражают стоимость нефинансовых активов, приобретаемых институцион-

ными единицами-нерезидентами, или их выбытие, показывают изменение чистой стоимости собственного капитала за счет сбережений и трансфертов. Накопление основных и оборотных фондов, а также других активов отражает прирост национального богатства за счет результатов труда данного года.

Основными источниками финансирования операций с капиталом является валовое сбережение, полученные капитальные трансферты за вычетом переданных капитальных трансфертов.

Ресурсы и использование счета операций с капиталом по России за 1995–1999 гг. представлены в табл. 10.3.

Таблица 10.3

#### Счет операций с капиталом<sup>1</sup>

(в текущих ценах, млрд. руб.; с 1998 г. — млн. руб.)

	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
<b>Ресурсы</b>					
Валовое сбережение	429 383,2	573 610,4	535 447,6	460 187,8	1 163 379,4
Капитальные трансферты, полученные от «остального мира» (+)	14 197,2	15 780,4	6 920,8	8 847,2	11 883,3
Капитальные трансферты, переданные «остальному миру» (-)	15 788,6	18 116,3	11 499,9	14 177,9	22 657,4
<b>Всего</b>	<b>427 791,8</b>	<b>571 274,5</b>	<b>530 868,5</b>	<b>454 857,1</b>	<b>1 152 605,3</b>
<b>Использование</b>					
Валовое накопление основного капитала <sup>2</sup>	327 940,8	454 369,1	482 451,0	472 915,8	741 124,5
Изменение запасов материальных оборотных средств	63 647,6	74 325,8	81 793,2	-50 549,9	-36 803,4
Чистое кредитование (+), чистое заимствование (-) и статистическое расхождение	36 203,4	42 579,6	-33 375,7	32 591,2	4 488 284,2
<b>Всего</b>	<b>427 791,8</b>	<b>571 274,5</b>	<b>530 868,5</b>	<b>454 857,1</b>	<b>1 152 605,3</b>

**Валовое накопление основного капитала** представляет собой вложение резидентами средств в объекты основного капитала для создания нового дохода в будущем путем использования их в производстве. Валовое накопление основного капитала включает следующие компоненты:

1) приобретение (за вычетом выбытия) новых и существующих основных фондов;

<sup>1</sup> Национальные счета России в 1992–1999 гг.: Статистический сборник. М.: Госкомстат России, 2000.

<sup>2</sup> Включая прирост ценностей.

Использование валового внутреннего продукта<sup>1</sup>

(в текущих ценах, млн. руб.)

Показатели	1998 г.	1999 г.
Расходы на конечное потребление	2 115 246,8	3 209 780,7
В том числе:		
домашних хозяйств	1 491 868,1	2 360 697,8
государственных учреждений	527 493,0	720 503,8
некоммерческих организаций, обслуживающих домашние хозяйства	95 885,7	128 579,1
Валовое накопление	422 265,9	704 321,1
В том числе:		
валовое накопление основного капитала	472 915,8	741 124,5
изменение запасов материальных оборотных средств	-50 649,9	-36 803,4
Чистый экспорт товаров и услуг	202 886,8	761 757,4
Статистическое расхождение	-44 044,7	-130 369,7
Валовой внутренний продукт в рыночных ценах	2 696 354,8	4 545 489,5

Изменение структуры использования ВВП России характеризуют данные табл. 10.5.

Таблица 10.5

Структура использования валового внутреннего продукта<sup>2</sup>

(в текущих ценах, в % к итогу)

	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Валовой внутренний продукт в рыночных ценах	100	100	100	100	100	100	100	100
Валовое накопление	35,7	27,8	25,8	25,3	24,5	22,3	15,4	15,1
В том числе:								
валовое накопление основного капитала <sup>3</sup>	24,7	21,0	22,0	21,2	21,1	19,0	17,3	15,8
изменение запасов материальных оборотных средств	11,0	6,8	3,8	4,1	3,4	3,3	-1,9	-0,7

На основе показателей национального богатства, содержащихся в разрабатываемых отечественной статистикой счетах СНС, оцениваются следующие характеристики:

1) коэффициенты валового ( $K_{вн}$ ) и чистого ( $K_{чн}$ ) накопления:

<sup>1</sup> Национальные счета России в 1992–1999 гг.: Статистический сборник. М.: Госкомстат России, 2000.

<sup>2</sup> Там же. С 54.

<sup>3</sup> Включая прирост ценностей.

2) затраты на существенные улучшения произведенных материальных активов;

3) затраты на улучшение непроизведенных материальных активов;

4) расходы в связи с передачей права собственности на непроизведенные активы.

Оценка составных элементов валового накопления основного капитала производится: при покупке основного капитала — по ценам приобретения (цене покупателя), т.е. включая затраты на передачу права собственности (на транспортировку, установку, гонорары специалистам, комиссионные, налоги, включенные за передачу права собственности); при производстве основного капитала для собственного использования — по расчетным основным ценам или по затратам на производство.

**Изменение запасов материальных оборотных средств** включает изменение производственных запасов, незавершенного производства, готовой продукции и товаров для перепродажи. Изменение стоимости запасов в течение данного периода рассчитывается как разность между стоимостью запасов на конец и стоимостью на начало периода, выраженных в среднегодовых рыночных ценах для устранения влияния изменения цен.

**Чистое приобретение ценностей** — стоимость приобретения за вычетом стоимости выбытия активов, приобретаемых как средство сохранения стоимости: драгоценных металлов и драгоценных камней, антикварных изделий, коллекций и других произведений изобразительного искусства.

**Чистое приобретение земли и других нефинансовых непроизведенных активов** — стоимость приобретения за вычетом стоимости выбытия природных активов, таких, как земля, недра, некультивируемые (естественные) биологические ресурсы, водные ресурсы под землей, а также непроизведенных нематериальных активов, состоящих из авторских прав, патентов, лицензий, торговых знаков, прав на аренду и других передаваемых контрактов, купленных деловых связей (гудвиллов) и др. Так как условно принимается, что операции по покупке и продаже этих видов активов могут осуществляться только между резидентами, то в целом по экономике этот показатель равен нулю.

**Чистое кредитование (+) или чистое заимствование (-)** представляет собой превышение или дефицит источников финансирования инвестиций по сравнению с расходами на чистое приобретение нефинансовых активов. На уровне экономики в целом чистое кредитование или чистое заимствование показывает количество ресурсов, которое страна предоставляет в распоряжение «остального мира» или которое «остальной мир» предоставляет стране.

Валовой внутренний продукт используется для накопления элементов национального богатства: основного капитала, материальных оборотных средств, имущества домохозяйств. Использование ВВП в России за 1998–1999 гг. характеризуется данными табл. 10.4.



$$K_{\text{ен}} = \frac{ВН}{ВВП},$$

где  $ВН$  – валовое накопление.

$$K_{\text{чн}} = \frac{ЧН}{НД} = \frac{ВН - П_{\text{оф}}}{НД},$$

где  $ЧН$  – чистое накопление;  $НД$  – национальный доход;  $П_{\text{оф}}$  – потребление основных фондов;

2) структура валового накопления – доля валового накопления основных фондов и изменения материальных оборотных средств в общей стоимости фонда накопления;

3) коэффициент финансирования капитальных затрат:

$$K_{\text{фи}} = \frac{I_{\text{ок}}}{В_{\text{сб}}},$$

где  $I_{\text{ок}}$  – инвестиции в основной капитал;  $В_{\text{сб}}$  – валовые сбережения.

В 1998 г.  $K_{\text{фи}}$  составил 87,4%, а в 1999 г. – 56,7%. В числителе предложенного коэффициента можно учитывать инвестиции без учета иностранных.

#### 10.4. Совершенствование статистики национального богатства

В 1997 г. Всемирный банк выступил с предложением расширить состав элементов национального богатства, дополнив его показателями человеческого потенциала – человеческого капитала. **Под национальным богатством понимается совокупность накопленного человеческого, природного и воспроизводимого капитала.** Всемирный банк предложил перейти от теории факторов экономического роста к теории «устойчивого развития человека» и его потенциала. Предполагается, что развитие человека является конечной целью, а экономический рост – это лишь средство достижения этой конечной цели.

Согласно концепции национального богатства, разработанной Всемирным банком, валовой внутренний продукт стран используется на текущее потребление и накопление, причем значительная часть потребительских расходов (текущие расходы семей и государства на питание, одежду, содержание жилища, образование, здравоохранение, культуру, досуг и иные потребности людей) используется на воспроизводство человеческого капитала, т.е. на накопление физического и духовного богатства страны. Таким образом, Всемирный банк рекомендует определять показатели человеческого капитала по данным о текущем потреблении средств населением и государством, непосредственно связанным с затратами на воспитание, образование, профессиональную

подготовку, здравоохранение и другими расходами на формирование совокупного работника. Современная оценка человеческого капитала основывается на средней продолжительности рабочего периода населения – менее 65 лет по ожидаемой продолжительности жизни при рождении за минусом среднего возраста этого населения.

В соответствии с расширенной концепцией национального богатства в понятие накопления входит и природный капитал. Всемирный банк предлагает ввести в состав природного капитала пашни, пастбища, леса, недревесные продукты леса, заповедные территории и полезные ископаемые, используя единые принципы оценки на базе мировых цен и ренты за пользование этими ресурсами в единой валюте. Так, например, леса предлагается оценивать по текущей стоимости рентных платежей, когда объемы заготовок древесины не превышают средний годовой прирост древесины на корню. В противном случае срок службы лесов определяется на тех же принципах, что и срок службы невозобновляемых природных ресурсов. Полезные ископаемые рекомендуется оценивать на основе данных о современной стоимости годовой ренты или экономических прибылей от добычи ресурсов за вычетом амортизации используемого основного капитала и прибыли от него за период срока разработки ресурсов. Разработка единых принципов состава и оценки природных ресурсов позволит проводить сравнительный анализ и выявить значимость отдельных видов ресурсов.

*Концепция воспроизводимого капитала* (основные производственные и непроизводственные фонды, оборотный капитал, домашнее имущество и т. д.) основана на положениях об экономических активах, разработанных Статистической комиссией ООН и используемых в СНС с 1993 г. Воспроизводимый капитал рекомендуется оценивать методом непрерывной инвентаризации по данным об инвестициях в основной и оборотный капитал за 25 лет с учетом их среднего срока службы.

Всемирный банк производит экспериментальные денежные оценки элементов национального богатства по 92 странам мира. Предложенные экспертами Всемирного банка общие методологические принципы оценки базируются на том, что все элементы национального богатства имеют одинаковый срок службы – 25 лет, а их ежегодный износ – 4%. Информацию по элементам национального богатства суммируют за четверть века, пересчитывают в долларах США по покупательной способности валют стран. Итоговые значения показателей национального богатства в расчете на душу населения объединяют в типовые группы стран. Данные по России в расчетах показателей национального богатства по новой международной методике не использовались, так как российская статистика оценивает элементы национального богатства по методике баланса народного хозяйства. Международные рекомендации создают предпосылки для единой оценки элементов национального богатства.

## 10.5. Статистика основных фондов

Важнейшим элементом национального богатства выступают основные фонды.

Группировка основных фондов по видам установлена Общероссийским классификатором основных фондов (ОКОФ), утвержденным постановлением Госстандарта России от 26 декабря 1994 г. № 359. В соответствии с классификатором основные фонды состоят из материальных основных фондов и нематериальных основных фондов, которые в бухгалтерском учете принято обозначать соответственно как основные средства и нематериальные активы и учитывать отдельно.

Предметом классификации *материальных основных средств* является объект со всеми приспособлениями и принадлежностями или отдельный конструктивно обособленный предмет, предназначенный для выполнения определенных самостоятельных функций, или же обособленный комплекс конструктивно-сочлененных предметов, представляющих собой единое целое, который предназначен для выполнения определенной работы.

Группировки объектов в ОКОФ образованы в основном по признакам назначения, связанным с видами деятельности, которые осуществляются с использованием этих объектов, и производимыми в результате этой деятельности продукцией и услугами. Каждый объект наделен девятизначным кодом, обозначающим раздел, подраздел, класс, подкласс и вид.

Разделы представляют собой высший уровень деления, образованный с учетом классификации основных фондов, принятой в системе национальных счетов. Подраздел представляет собой уровень деления объектов классификации, учитывающий их значимость для экономики в целом и сложившиеся традиции. Классы обеспечивают детализацию объектов классификации и могут являться ее наименьшим значимым уровнем. Классы основных фондов образованы в основном на базе соответствующих классов продукции по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности, продукции и услуг (ОКДП). Подкласс раскрывает с необходимой детализацией выделенный класс. Вид обеспечивает детализацию объектов классификации, необходимую для выполнения учетных функций, без перехода на конкретные типы объектов.

Данная структура построения группировок в ОКОФ обеспечивает высокий уровень сопоставимости с международными классификациями видов деятельности, продукции и услуг, действующими в рамках ООН и Евростата, и Общероссийским классификатором видов экономической деятельности, продукции и услуг.

Материальные основные фонды включают следующие группы:

здания — архитектурно обособленные объекты, создающие условия для труда, жилья, социально-культурного обслуживания населения и хранения материальных ценностей;

сооружения — инженерно-строительные объекты, создающие условия для осуществления процесса производства путем выполнения тех или иных технических функций, не связанных с изменением предмета труда, или для осуществления различных непроектируемых функций;

передаточные устройства — устройства, при помощи которых производится передача электрической, тепловой и механической энергии от объекта к объекту;

машины и оборудование — силовые машины, преобразующие один вид энергии в другой; рабочие машины и оборудование, непосредственно воздействующие на предмет труда и участвующие в технологическом процессе производства продукции; измерительные и регулирующие приборы, устройства и лабораторное оборудование; вычислительная техника;

средства транспортные — средства передвижения, предназначенные для перемещения людей и грузов;

инвентарь производственный и хозяйственный — предметы, служащие для охраны труда, облегчения производственных операций и хранения материалов;

скот рабочий, продуктивный и племенной (кроме молодняка и скота для убоя);

насаждения многолетние — искусственные многолетние насаждения независимо от их возраста;

прочие основные фонды — библиотечные фонды, музейные ценности, экспонаты животного мира в зоопарках и другие объекты.

Представленная натурально-вещественная классификация материальных основных фондов конкретизируется для каждой отрасли экономики. Эта классификация основных фондов позволяет проанализировать изменение их структуры, выделить активную и пассивную части. К активной части основных фондов относят те виды, которые непосредственно участвуют в создании продуктов и услуг, воздействуют на предмет труда. Это — рабочие и силовые машины, измерительные и регулирующие приборы, производственный инструмент, транспортные средства и т.п. К пассивной части относят фонды, создающие условия для производства. Это, как правило, здания и сооружения. Однако отнесение фондов к пассивной или активной части зависит от отраслевой специфики.

К *нематериальным основным фондам* относят:

расходы на разведку полезных ископаемых;

компьютерное программное обеспечение и базы данных;

оригинальные произведения развлекательного жанра, литературы и искусства;

наукоемкие промышленные технологии, прочие нематериальные основные фонды, являющиеся объектами интеллектуальной собственности, использование которых ограничено установленными на них правами владения.

Для изучения состава основных фондов используются следующие группировки:

- 1) по видам;
- 2) по отраслям экономики;
- 3) по формам собственности;
- 4) по принадлежности: собственные и арендованные;
- 5) по территориальному размещению и т.д.

Источниками информации о наличии и движении основных фондов являются бухгалтерская и статистическая отчетность организаций, данные выборочных обследований, в том числе основных фондов, принадлежащих гражданам (физическим лицам).

Задачи статистики основных фондов — определение объема, состава и динамики основных фондов, характеристика их состояния, движения и использования.

## 10.6. Оценка основных фондов

Учет основных фондов ведется в натуральном и стоимостном выражении. Натуральные единицы измерения используются для определения объема определенного вида основных фондов. Сводную оценку объема основных фондов получают в денежном выражении.

Основные фонды отражаются в бухгалтерском учете и отчетности в разной денежной оценке.

Оценка основных фондов по балансовой стоимости учитывает их момент постановки на учет в бухгалтерском балансе. Балансовая стоимость представляет собой, таким образом, смешанную оценку основных фондов, так как часть объектов основных фондов числится на балансах по восстановительной стоимости на момент последней переоценки, а основные фонды, введенные в последующий период, учитываются по первоначальной стоимости (стоимости приобретения).

*Первоначальная стоимость основных фондов* — это стоимость основных фондов в ценах, учтенных при их постановке на баланс. Эта стоимость выражает фактические денежные расходы на возведение зданий, сооружений и на приобретение, доставку к месту назначения, установку (включая устройство фундаментов, опор) и монтаж машин, оборудования и других видов основных фондов в ценах, действовавших в период строительства или на момент приобретения этих объектов.

*Полная первоначальная стоимость* представляет собой фактическую стоимость ввода в действие объектов основных фондов. После приемки основных фондов в эксплуатацию она отражается в активе бухгалтерского баланса на счете «Основные средства» и остается неизменной до переоценки основных фондов, в результате которой первоначальная стоимость объектов заменяется их восстановительной стоимостью, или до проведения расширения, модернизации и рекон-

струкции объектов за счет капитальных вложений, при которых затраты добавляются к первоначальной стоимости.

*Остаточная первоначальная стоимость* основных фондов — это стоимость основных фондов в ценах, учтенных при их постановке на баланс, с учетом износа на дату определения. Она равна полной первоначальной стоимости основных фондов, уменьшенной на величину накопленного к этому моменту износа. Остаточная первоначальная стоимость меняется по мере износа объектов основных фондов, а также в связи с их расширением, модернизацией и реконструкцией. При переоценке основных фондов эта оценка заменяется остаточной восстановительной стоимостью.

Остаточную стоимость основных фондов, выбывающих в результате износа, называют *ликвидационной стоимостью*.

*Восстановительная стоимость основных фондов* — это расчетные затраты на восстановление в современных условиях их точной копии с использованием аналогичных материалов и сохранением всех эксплуатационных параметров. Различается полная восстановительная и остаточная стоимость (полная восстановительная стоимость за вычетом износа).

*Полная восстановительная стоимость* определяется как затраты на воссоздание новых основных фондов и учитывается при их переоценке исходя из реально сложившихся условий воспроизводства основных фондов: договорных цен и сметных расценок на проведение строительно-монтажных работ, оптовых цен на строительные материалы, топливо, энергию, машины и оборудование, инвентарь и т. п., транспортных тарифов и т. д.

*Остаточная восстановительная стоимость (восстановительная стоимость основных фондов за вычетом износа)* — это стоимость основных фондов, не перенесенная на созданный продукт. Определяется по результатам переоценки основных фондов как разница между полной восстановительной стоимостью основных фондов и денежной оценкой (по данным бухгалтерского учета) изношенности инвентарных объектов.

В бухгалтерском балансе основные фонды отражаются по остаточной стоимости, т. е. по фактическим затратам их приобретения, сооружения и изготовления, за вычетом суммы начисленной амортизации, а в бюджетных организациях — по первоначальной стоимости.

Кроме того, в бухгалтерском учете определяется текущая *рыночная стоимость (стоимость реализации)*, т. е. сумма денежных средств или их эквивалентов, которая может быть получена в результате продажи объектов или при наступлении срока ликвидации.

## 10.7. Переоценка основных фондов

Главная задача переоценок — обеспечение соответствия балансовой стоимости основных фондов на момент их переоценки аналогичным



по производительности, качеству и другим потребительским свойствам новым основным фондам.

Предметом переоценки являются основные фонды, оборудование к установке и незавершенное строительство. В стоимость основных фондов включается стоимость капитальных затрат по улучшению земель и расходов, связанных с процессом передачи прав собственности на эти активы (вознаграждения, выплачиваемые покупателем земли, оценщикам, агентам по недвижимости, юристам и т. д., а также налоги, выплачиваемые в связи с передачей прав собственности на эти активы). Эти затраты и расходы переоцениваются как прочие не перечисленные виды основных фондов.

В 90-х годах в России было проведено несколько обязательных переоценок основных средств: по состоянию на 1 июля 1992 г., на 1 января: 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 гг.

Полная восстановительная стоимость основных фондов определялась при переоценке либо методом прямой оценки на основании документально подтвержденных цен на аналогичные объекты, либо путем индексации первоначальной стоимости отдельных фондов с применением коэффициентов пересчета в восстановительную стоимость, публикуемых Госкомстатом России или устанавливаемых на основе экспертных заключений. Коэффициенты устанавливались для отдельных видов основных фондов и дифференцировались в зависимости от года создания (приобретения) основных фондов.

Анализ результатов переоценок основных фондов на предприятиях, проведенных методом индексации первоначальной стоимости, показывал значительные расхождения между индексами Госкомстата России и коэффициентами экспертов-оценщиков. Во время переоценки основных фондов по состоянию на 1 января 1994 г. предприятиям было дано право выбора между коэффициентами Госкомстата России и рыночными ценами на конкретные виды основных фондов.

Согласно новому Положению по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01 от 28 апреля 2001 г. № 2689 коммерческая организация может не чаще одного раза в год (на начало отчетного года) переоценивать группы однородных объектов основных средств по текущей (восстановительной) стоимости путем индексации или прямого пересчета по документально подтвержденным рыночным ценам.

При принятии решения о переоценке по таким основным средствам следует учитывать, что в последующем они переоцениваются регулярно, чтобы стоимость основных средств, по которой они отражаются в бухгалтерском учете и отчетности, существенно не отличалась от текущей (восстановительной) стоимости.

## 10.8. Амортизация основных фондов

Основные фонды в процессе эксплуатации подвергаются физическому и моральному износу, вследствие чего возникает необходимость замены основных фондов. Для аккумулирования денежных средств на возмещение изношенных основных фондов на предприятиях производятся амортизационные отчисления.

**Амортизация – процесс переноса стоимости основных фондов на издержки производства и накопления денежных средств для замены объектов основных фондов в будущем.** По мере реализации продукции денежные суммы накапливаются в амортизационном фонде.

В общем виде годовая сумма амортизационных отчислений ( $A$ ) определяется по формуле:

$$A = \frac{\Phi_{\text{полн}} - \Phi_{\text{л}} + KP}{T},$$

где  $\Phi_{\text{полн}}$  – полная первоначальная стоимость основных фондов;  $\Phi_{\text{л}}$  – ликвидационная стоимость основных фондов;  $KP$  – общая сумма предполагаемых затрат на капитальный ремонт в течение амортизационного периода;  $T$  – продолжительность амортизационного периода в годах.

Размеры амортизации определяются на основе утвержденных норм амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов. Эти нормы дифференцированы по группам и видам основных фондов. Норма амортизации представляет собой отношение годовой суммы амортизации к полной первоначальной стоимости основных фондов:

$$H = \frac{A}{\Phi_{\text{полн}}} \cdot 100\%.$$

В соответствии с ПБУ 6/01 предприятиям предоставляется право выбора одного из четырех способов начисления амортизации. Это:

- 1) линейный способ;
- 2) способ начисления амортизации по сумме чисел лет срока полезного использования;
- 3) способ уменьшаемого остатка;
- 4) способ списания стоимости пропорционально объему продукции (работ).

Однако в соответствии со ст. 258 НК РФ с 1 января 2002 г. организациям дано право для целей налогообложения начислять амортизацию по основным средствам одним из двух способов – линейным или нелинейным (способом уменьшаемого остатка).

При использовании *линейного способа* годовая сумма амортизации определяется на основании первоначальной стоимости объекта основ-

ных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования объекта.

По способу начисления амортизации по сумме чисел лет срока полезного использования амортизация начисляется исходя из первоначальной стоимости объекта и годового соотношения, где в числителе — число лет, остающихся до конца срока службы объекта, а в знаменателе — сумма чисел лет срока службы объекта. Этот способ предполагает начисление амортизации с использованием арифметической прогрессии с шагом, равным одному году.

При использовании способа уменьшаемого остатка годовая сумма амортизации определяется на основании остаточной стоимости объекта основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта.

При способе списания стоимости пропорционально объему продукции (работ) начисление амортизации производится в зависимости от натурального показателя объема продукции (работ) в отчетном периоде и соотношения первоначальной стоимости объекта основных средств и предполагаемого объема продукции (работ) за весь срок полезного использования основных средств.

Принятие постановления Правительства РФ от 19 августа 1994 г. № 967 «Об использовании механизма ускоренной амортизации и переоценке основных фондов» способствовало созданию условий для развития высокотехнологичных отраслей экономики и внедрения эффективных машин и механизмов. При введении ускоренной амортизации применяется равномерный (линейный) метод ее исчисления, при котором утвержденная в установленном порядке годовая норма амортизационных отчислений увеличивается на коэффициент ускорения, который должен быть не более 2.

Амортизационные отчисления по поступившему объекту основных фондов начисляются с 1-го числа месяца, следующего за месяцем принятия этого объекта к бухгалтерскому учету. Если объект принят по акту приема в январе и на него открыта инвентарная карточка или он занесен в книгу учета, то начисление амортизации должно быть начато с 1 февраля.

Начисление амортизации производится до полного перенесения стоимости этого объекта на стоимость производимой продукции (работ, услуг) или списания объекта в связи с прекращением права собственности либо иного вещного права.

Амортизационные отчисления по основным фондам прекращаются с 1-го числа месяца, следующего за месяцем полного погашения стоимости объекта основных фондов или списания этого объекта с бухгалтерского учета.

Начисление амортизации приостанавливается на период восстановления объектов основных фондов, продолжительность которого превышает 12 месяцев.

Начисление амортизации по основным фондам, сданным в аренду, производится арендодателем. Исключение составляют случаи аренды предприятия и финансовой аренды (лизинга), когда начисление амортизации должно производиться арендатором.

Используемые в учете нормы амортизации, утвержденные еще в 1990 г., во многом устарели, они излишне детализированны, по отдельным видам основных фондов значительно расходятся с современными темпами их старения и замены. Доля полностью изношенных, но не списываемых машин и оборудования в их общем объеме неуклонно растет. Это свидетельствует как о существенных проблемах с обновлением основных фондов, так и о нереальности применяемых норм амортизации по большинству видов основных фондов. Для совершенствования учета износа основных фондов и потребления основного капитала необходимо разработать и утвердить новые нормы амортизации.

## 10.9. Балансы основных фондов

**Баланс основных фондов представляет собой статистическую таблицу, данные которой характеризуют объем, структуру, воспроизводство основных фондов по экономике в целом, отраслям и формам собственности.**

На основе баланса основных фондов исчисляются показатели износа, годности, обновления, выбытия, использования основных фондов.

Баланс основных фондов составляется органами государственной статистики на федеральном и региональных уровнях по полной и остаточной (за вычетом износа) стоимости. В балансе по полной стоимости основные фонды рассматриваются с точки зрения их физического объема, который для каждого объекта остается неизменным за все время функционирования. Баланс по остаточной стоимости характеризует стоимостной аспект воспроизводства основных фондов. И тот, и другой балансы могут быть составлены по балансовой оценке в текущих ценах, в среднегодовых ценах или в постоянных (базисного периода) ценах.

Баланс основных фондов по балансовой стоимости является основным балансом. На его основе могут быть определены показатели в сопоставимых, среднегодовых и других ценах. Баланс используется для изучения объема, структуры и воспроизводства основных фондов в реальных условиях и по реально складывающимся ценам.

Баланс основных фондов в постоянных ценах применяется с целью обеспечения сопоставимости основных фондов, для отражения их реальной динамики, при расчетах внутригодовых показателей (среднегодовая стоимость, коэффициенты обновления и выбытия, возрастные характеристики) за ряд лет. Показатели наличия и движения основных фондов пересчитываются в постоянные цены какого-либо базисного года. В настоящее время это цены 1990 г.

Базой расчета служат итоги переоценок основных фондов, по результатам которых определяется соотношение цен отчетного года к восстановительной стоимости основных фондов в базисном году.

Для выполнения расчета основных фондов за ряд лет в постоянных, базовых ценах используются следующие показатели: индексы цен на фондообразующую продукцию; индексы цен на капитальные вложения; разработанные на базе вышеприведенных индексов средние нормативные коэффициенты по видам и группам основных фондов, а также по периодам их приобретения; итоговые статистические индексы переоценки по видам основных фондов и отраслям экономики и промышленности; индексы изменения рыночных цен на объекты основных фондов, полученные по данным об их рыночной стоимости.

Исчисление основных фондов в сопоставимых ценах может быть осуществлено двумя методами: индексным и балансовым. По *индексному* методу основные фонды отчетного года пересчитываются исходя из сводных индексов изменения цен и тарифов за период от базисного года к отчетному. По *балансовому* методу данные о наличии основных фондов на базисную дату по восстановительной стоимости уменьшаются на величину фондов, выбывших до отчетного года, и увеличиваются на величину поступивших за этот период основных фондов. При этом и те, и другие фонды пересчитываются в цены базисного года по соответствующим индексам цен.

*Баланс основных фондов в среднегодовых ценах* необходим для комплексного анализа наличия, динамики и использования основных фондов за определенный период времени на базе средних величин. На основе этого баланса исчисляются такие показатели, как фондоотдача, фондовооруженность, средние нормативные сроки службы, степень износа и др.

Пересчет баланса основных фондов в среднегодовые цены соответствующего периода осуществляется по индексам среднегодовых цен, рассчитываемым по периодам поступления или выбытия основных фондов. Здесь используются итоги переоценок основных фондов, по результатам которых определяется соотношение среднегодовых цен отчетного года к восстановительной стоимости основных фондов на начало года. Пересчет стоимости основных фондов осуществляется ежемесячно на базе среднемесячных индексов цен.

Индексы среднегодовых цен рассчитываются исходя из динамики цен на продукцию фондообразующих отраслей — машиностроения и промышленности строительных материалов — по данным статистики цен. Расчет индекса среднегодовых цен ведется по месяцам отчетного периода. Среднемесячные индексы цен рассчитываются как средние значения показателей на начало и конец каждого месяца, а среднегодовой индекс цен — как частное от деления суммы среднемесячных индексов цен на 12.

Для балансов основных фондов должно соблюдаться следующее балансовое равенство:

$$\Phi_1 + П = В + \Phi_2,$$

где  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  — стоимость основных фондов на начало и на конец периода соответственно;  $П$  — стоимость поступивших за период фондов;  $В$  — стоимость выбывших за период фондов.

Схемы балансов основных фондов по полной стоимости и за вычетом износа (по остаточной стоимости) представлены в табл. 10.6 и 10.7.

Таблица 10.6

Схема баланса основных фондов по полной стоимости

Виды основных фондов	Наличие на начало года	Поступило в отчетном году		Выбыло в отчетном году		Наличие на конец года
		Всего	В том числе ввод в действие новых фондов	Всего	В том числе ликвидировано (списано) фондов	
А	1	2	3	4	5	6

Основные фонды поступают за счет различных источников. Это может быть ввод в действие новых основных фондов в результате инвестиций, приобретение, поступление по договору дарения, внесение основных фондов в качестве вклада в уставный капитал и др. Основные фонды выбывают по следующим причинам: ликвидация объектов вследствие износа и ветхости, продажа другим юридическим и физическим лицам, безвозмездная передача, вклад в уставный капитал других организаций, передача в долгосрочную аренду и др. В балансе могут быть отражены все источники поступления и все причины выбытия по видам.

Таблица 10.7

Схема баланса основных фондов по остаточной стоимости

Виды основных фондов	Наличие на начало года	Поступило в отчетном году		Выбыло в отчетном году			Наличие на конец года
		Всего	В том числе ввод в действие новых фондов	Всего	В том числе		
					Ликвидировано (списано) фондов	Износ основных фондов за год	
А	1	2	3	4	5	6	7

В балансе, показанном в табл. 10.7, все показатели оцениваются по остаточной стоимости, за исключением показателя ввода в действие новых фондов, который оценивается по полной первоначальной стоимости. В отличие от баланса по полной оценке, в балансе по остаточной стоимости в качестве одной из причин уменьшения стоимости выступает годовой износ, который равен начисленной за год амортизации.



На основе рассмотренных балансов в статистике рассчитывается целый ряд показателей, характеризующих состояние, движение, использование основных фондов.

### 10.10. Показатели движения, состояния и использования основных фондов

Под движением основных фондов понимается любое пополнение или выбытие основных фондов, в результате которых изменяются объем и структура основных фондов.

Динамика основных фондов в России характеризуется следующими данными (табл. 10.8).

Таблица 10.8

Динамика основных фондов в России<sup>1</sup>

(в сопоставимых ценах, % к предыдущему году)

	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Основные фонды	101,9	100,5	99,8	100,1	99,9	99,6	99,5	99,9
Ввод в действие основных фондов	59,0	86,0	73,0	95,0	94,0	95,0	93,0	93,0
Инвестиции в основной капитал	60,3	88,3	75,7	89,9	81,9	95,0	93,3	104,5

К показателям движения основных фондов относятся: коэффициент динамики, коэффициент обновления, коэффициент выбытия основных фондов.

Коэффициент динамики оценивает изменение стоимости основных фондов на конец периода по сравнению с началом и исчисляется как отношение стоимости основных фондов на конец года к стоимости основных фондов на начало года:

$$K_{дин} = \frac{\Phi_2}{\Phi_1} \cdot 100\%.$$

Коэффициент динамики можно рассчитать по полной и по остаточной стоимости. Сравнение коэффициентов, рассчитанных по разным оценкам, позволяет выявить изменение состояния основных фондов. Так, если коэффициент динамики по полной стоимости меньше коэффициента динамики по остаточной стоимости, то произошло обновление основных фондов за рассматриваемый период, т. е. в конце периода увеличилась доля фондов, не имеющих износа.

Коэффициент обновления характеризует долю новых основных фондов в их общем объеме (по полной оценке) на конец периода и исчисляется по следующей формуле:

$$K_{обн.} = \frac{П_n}{\Phi_2} \cdot 100\%,$$

где  $П_n$  — стоимость введенных в действие за исследуемый период новых основных фондов.

Коэффициент выбытия характеризует долю выбывших основных фондов в течение периода в общей их стоимости (по полной оценке) на начало периода и исчисляется по формуле:

$$K_v = \frac{B}{\Phi_1} \cdot 100\%,$$

где  $B$  — полная стоимость выбывших за период основных фондов.

Выбытие основных фондов может происходить по причине их полной ветхости. Для оценки выбытия фондов по указанной причине можно рассчитать коэффициент выбытия по ветхости по формуле:

$$K_{v.ветх} = \frac{B_{ветх}}{\Phi_1} \cdot 100\%,$$

где  $B_{ветх}$  — полная стоимость выбывших за период основных фондов из-за ветхости.

Для характеристики процесса воспроизводства основных фондов рассчитывается коэффициент интенсивности обновления основных фондов:

$$K_{инт} = \frac{B_{ветх}}{П_n}$$

Чем больше значение этого показателя, тем меньше интенсивность замены основных фондов.

В России коэффициенты обновления и выбытия с 1994 г. находятся примерно на одном уровне (табл. 10.9).

Таблица 10.9

Коэффициенты обновления и выбытия основных фондов России<sup>1</sup>

(в сопоставимых ценах)

	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Коэффициент обновления (ввод в действие основных фондов (без скота) в % к общей стоимости основных фондов на конец года)	3,2	2,1	1,7	1,6	1,3	1,1	1,1	1,2
Коэффициент выбытия (ликвидация основных фондов (без скота) в % к общей стоимости основных фондов на начало года)	1,1	1,4	1,6	1,5	1,2	1,3	1,1	1,3

<sup>1</sup> Национальные счета России в 1992–1999 гг. Статистический сборник. М.: Госкомстат России. С. 15.

<sup>1</sup> Россия в цифрах. 2000 г. М., 2000. С. 57.

К показателям состояния основных фондов относятся: коэффициент износа, коэффициент годности. Эти коэффициенты рассчитываются на определенную дату — как правило, на начало и конец периода.

Коэффициент износа показывает, какую часть своей полной стоимости основные фонды уже утратили в результате их использования. Коэффициент износа на начало периода исчисляется по формулам:

$$K_{u1} = \frac{I_1}{\Phi_1} \cdot 100\% = \frac{\Phi_1 - \Phi_{ocm1}}{\Phi_1} \cdot 100\%,$$

где  $I_1$  — сумма износа за все годы эксплуатации основных фондов на начало периода;  $\Phi_{ocm1}$  — остаточная стоимость основных фондов на начало периода.

Коэффициент годности показывает, какую часть своей полной стоимости основные фонды сохранили на определенную дату. Коэффициент годности на начало периода исчисляется следующим образом:

$$K_{г1} = \frac{\Phi_{ocm1}}{\Phi_1} \cdot 100\%.$$

Так как  $\Phi_{ocm1} = \Phi_1 - I_1$ , коэффициент годности можно определить на основе коэффициента износа:

$$K_{г1} = 100\% - K_{u1}.$$

К показателям использования основных фондов относят фондоотдачу и фондоемкость. Для исчисления этих показателей определяют среднюю стоимость основных фондов ( $\bar{\Phi}$ ) несколькими способами:

1) по формуле средней арифметической простой:

$$\bar{\Phi} = \frac{\Phi_1 + \Phi_2}{2};$$

2) по формуле средней хронологической, если известна стоимость основных фондов на даты, разделенные равными промежутками времени:

$$\bar{\Phi} = \frac{1/2 \cdot \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \dots + \Phi_{n-1} + 1/2 \cdot \Phi_n}{n-1},$$

где  $\Phi_i$  — стоимость основных фондов на  $i$ -ю дату учета;  $n$  — число дат учета фондов;

3) по данным о движении основных фондов:

$$\bar{\Phi} = \Phi_1 + \frac{П \cdot t_1}{12} - \frac{В \cdot t_2}{12},$$

где  $\Phi_1$  — стоимость основных фондов на начало года;  $П$  — стоимость поступивших в течение года основных фондов;  $В$  — стоимость выбыв-

ших в течение года основных фондов;  $t_1$  — число месяцев функционирования поступивших основных фондов;  $t_2$  — число месяцев функционирования выбывших в течение года основных фондов.

Показатель фондоотдачи оценивает количество продукции, приходящейся на 1 руб. основных фондов. Фондоотдача является прямым показателем эффективности использования основных фондов: чем выше фондоотдача, тем лучше используются основные фонды, и наоборот. Фондоотдача ( $f$ ) исчисляется как отношение объема выпуска продукции к средней стоимости основных фондов:

$$f = \frac{Q}{\Phi},$$

где  $Q$  — объем выпуска продукции.

Показатель фондоемкости является обратным показателем эффективности использования основных фондов. Чем ниже уровень фондоемкости, тем эффективнее используются основные фонды. Фондоёмкость оценивает уровень затрат основных фондов на 1 руб. произведенной продукции. Фондоёмкость ( $f_e$ ) исчисляется по формуле:

$$f_e = \frac{\bar{\Phi}}{Q}$$

Для оценки обеспеченности труда основными фондами в статистике используется показатель фондовооруженности. Показатель фондовооруженности оценивает, какой объем основных фондов приходится в среднем на одного работника (рабочего). Фондовооруженность ( $f_e$ ) исчисляется как отношение среднегодовой стоимости основных фондов к среднесписочной численности работников:

$$f_e = \frac{\bar{\Phi}}{T},$$

где  $T$  — среднесписочная численность работников.

Чтобы не преуменьшать величины фондовооруженности труда рабочих при 2–3-сменных режимах работы предприятий, в знаменателе формулы используется среднесписочное число рабочих в наиболее заполненной смене.

Кроме того, можно рассчитать показатели техновооруженности (с учетом среднегодовой стоимости активных элементов основных фондов) и машиновооруженности (с учетом среднегодовой стоимости производственного оборудования) труда.

Динамику средней по группе предприятий фондоотдачи ( $\bar{f}$ ) оценивает индекс переменного состава:

$$I_{\bar{f}} = \bar{f}_1 \cdot \bar{f}_2 = \frac{\sum f_1 \cdot \bar{\Phi}_1}{\sum \bar{\Phi}_1} \cdot \frac{\sum f_0 \cdot \bar{\Phi}_0}{\sum \bar{\Phi}_0} = \frac{\sum Q_1}{\sum \bar{\Phi}_1} \cdot \frac{\sum Q_0}{\sum \bar{\Phi}_0}$$

Изменение средней фондоотдачи может происходить за счет изменения фондоотдачи на отдельных предприятиях и за счет изменения структуры фондов (доли фондов предприятий с разным уровнем фондоотдачи в общем объеме фондов). Роль этих факторов оценивают соответственно индекс постоянного состава ( $I_{f(f)}$ ) и индекс структурных сдвигов ( $I_{f\left(\frac{\Phi}{\sum\Phi}\right)}$ ).

Индекс постоянного состава рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{f(f)} = \frac{\sum f_1 \cdot \bar{\Phi}_1}{\sum \bar{\Phi}_1} \cdot \frac{\sum f_0 \cdot \bar{\Phi}_1}{\sum \bar{\Phi}_1} = \frac{\sum f_1 \bar{\Phi}_1}{\sum f_0 \bar{\Phi}_1}$$

Индекс структурных сдвигов, как и индекс постоянного состава, является индексом средней взвешенной величины:

$$I_{f\left(\frac{\Phi}{\sum\Phi}\right)} = \frac{\sum f_0 \cdot \bar{\Phi}_1}{\sum \bar{\Phi}_1} \cdot \frac{\sum f_0 \cdot \bar{\Phi}_0}{\sum \bar{\Phi}_0}$$

Приведенные индексы фондоотдачи связаны между собой:

$$I_f = I_{f(f)} \cdot I_{f\left(\frac{\Phi}{\sum\Phi}\right)}$$

**Анализ влияния изменения эффективности использования основных фондов на объем продукции.** Рассмотрим двухфакторный индексный анализ изменения объема продукции.

Изменение объема продукции может происходить за счет изменения фондоотдачи и объема фондов. Для проведения индексного анализа объем продукции и стоимость основных фондов оцениваются в сопоставимых ценах, например в ценах базисного периода. Индекс объема продукции ( $I_Q$ ) равен произведению индекса фондоотдачи ( $I_f$ ) и индекса стоимости основных фондов ( $I_\Phi$ ):

$$I_Q = \frac{Q_1}{Q_0} = I_f \cdot I_\Phi = \frac{f_1}{f_0} \cdot \frac{\bar{\Phi}_1}{\bar{\Phi}_0}$$

где  $Q_1$  и  $Q_0$  — объем продукции в текущем и базисном периоде соответственно;  $f_1$  и  $f_0$  — фондоотдача в текущем и базисном периоде соответственно;  $\bar{\Phi}_1$  и  $\bar{\Phi}_0$  — средняя стоимость основных фондов в текущем и базисном периоде соответственно.

Абсолютное изменение объема продукции в текущем периоде по сравнению с базисным определяется следующим образом:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_0.$$

В том числе за счет изменения фондоотдачи:

$$\Delta Q(f) = (f_1 - f_0) \cdot \bar{\Phi}_1,$$

за счет изменения средней стоимости основных фондов:

$$\Delta Q(\bar{\Phi}) = (\bar{\Phi}_1 - \bar{\Phi}_0) \cdot f_0.$$

В этом случае  $\Delta Q = \Delta Q(f) + \Delta Q(\bar{\Phi})$ .

Участие каждого фактора в формировании общего изменения объема продукции можно оценить с помощью индексов в относительной форме.

1. Изменение объема продукции за счет изменения фондоотдачи:

$$d\Delta Q(f) = \frac{\Delta Q(f)}{Q_0} = I_Q - I_\Phi.$$

2. Изменение объема продукции за счет изменения средней стоимости основных фондов:

$$d\Delta Q(\bar{\Phi}) = \frac{\Delta Q(\bar{\Phi})}{Q_0} = I_\Phi - 1.$$

Трехфакторный индексный анализ изменения объема продукции предполагает использование индекса постоянного состава и индекса структурных сдвигов. В этом случае изменение объема продукции зависит от изменения объема основных фондов, изменения структуры фондов (изменение доли предприятий или отраслей с разным уровнем фондоотдачи в общем объеме основных фондов), изменения уровня использования фондов на отдельных предприятиях (отраслях).

*Абсолютное* изменение объема продукции происходит за счет трех факторов.

1. Изменение объема продукции за счет изменения объема основных фондов:

$$\Delta Q(\bar{\Phi}) = (\sum \bar{\Phi}_1 - \sum \bar{\Phi}_0) \cdot f_0.$$

2. Изменение объема продукции за счет изменения фондоотдачи на отдельных предприятиях:

$$\Delta Q(f) = \sum f_1 \cdot \bar{\Phi}_1 - \sum f_0 \cdot \bar{\Phi}_1.$$

3. Изменение объема продукции за счет изменения структуры фондов:



$$\Delta Q \left( \frac{\Phi}{\Sigma \Phi} \right) = \left( \frac{\sum f_0 \cdot \bar{\Phi}_1}{\sum \bar{\Phi}_1} - \frac{\sum f_0 \cdot \bar{\Phi}_0}{\sum \bar{\Phi}_0} \right) \cdot \sum \bar{\Phi}_1.$$

Таким образом, общее изменение объема продукции определяется:

$$\Delta Q = \Delta Q(\Phi) + \Delta Q(f) + \Delta Q \left( \frac{\Phi}{\Sigma \Phi} \right).$$

Для иллюстрации рассмотренных показателей движения, состояния и использования основных фондов предлагается два примера.

**Пример.** Движение основных фондов на предприятии за год характеризуется следующими данными (млн. руб.):

Основные фонды по полной балансовой стоимости на начало года	9,6
Износ основных фондов на начало года	2,9
Поступило за год новых основных фондов	0,5
Приобретено за год основных фондов:	
по полной стоимости	0,3
по остаточной стоимости	0,2
Ликвидировано (списано):	
по полной стоимости	0,4
по остаточной стоимости	0,1
Продано другим предприятиям:	
по полной стоимости	0,7
по остаточной стоимости	0,5
Основные фонды по остаточной стоимости на конец года	6,1

Необходимо построить баланс основных фондов по полной и остаточной стоимости, рассчитать показатели движения и состояния основных фондов.

Для построения балансов по полной и остаточной стоимости необходимо определить:

1) остаточную стоимость основных фондов на начало года как разность между полной стоимостью фондов и износом на начало года:

$$\Phi_{\text{ост1}} = \Phi_1 - I_1 = 9,6 - 2,9 = 6,7;$$

2) полную стоимость основных фондов на конец года по балансовому равенству:

$$\Phi_{\text{ост2}} = \Phi_1 + П - В = 9,6 + 0,5 + 0,3 - 0,4 - 0,7 = 9,3;$$

3) износ за год по балансовому равенству по остаточной стоимости фондов:

$$I = \Phi_{\text{ост1}} - \Phi_{\text{ост2}} + П - В = 6,7 - 6,1 + 0,5 + 0,2 - 0,1 - 0,5 = 0,7.$$

Результаты расчетов представим в табл. 10.10.

Вид оценки	Наличие на начало года	Поступило в отчетном году		Выбыло в отчетном году			Наличие на конец года
		новых	приобретено	списано	продано	износ за год	
Полная стоимость	9,6	0,5	0,3	0,4	0,7	X	9,3
Остаточная стоимость	6,7	0,5	0,2	0,1	0,5	0,7	6,1

Рассчитаем показатели движения основных фондов.

1. Коэффициенты динамики:

$$- \text{ по полной оценке } K_{\text{дин}} = \frac{9,3}{9,6} \cdot 100 = 96,9\%,$$

$$- \text{ по остаточной оценке } K_{\text{дин}} = \frac{6,1}{6,7} \cdot 100 = 91,0\%.$$

Разница в показателях динамики свидетельствует о том, что к концу года увеличилась доля изношенных фондов.

2. Коэффициент обновления:

$$K_{\text{обн}} = \frac{0,5}{9,3} \cdot 100 = 5,4\%.$$

В конце года доля новых фондов составила 5,4%.

3. Коэффициент выбытия:

$$K_{\text{в}} = \frac{0,4 + 0,7}{9,6} \cdot 100 = 11,5\%.$$

4. Коэффициент выбытия по ветхости:

$$K_{\text{в ветх}} = \frac{0,4}{9,6} \cdot 100 = 4,2\%.$$

Выбытие основных фондов превысило их обновление.

Рассчитаем показатели состояния основных фондов:

1. Коэффициент износа:

$$- \text{ на начало года } K_{\text{и1}} = \frac{2,9}{9,6} \cdot 100 = 30,2\%,$$

$$- \text{ на конец года } K_{\text{и2}} = \frac{9,3 - 6,1}{9,3} \cdot 100 = 34,4\%.$$

2. Коэффициент годности:

$$\text{на начало года } K_{\text{г1}} = 100\% - K_{\text{и1}} = 100 - 30,2 = 69,8\%,$$

на конец года  $K_{22} = 100\% - 34,4 = 65,6\%$ .

Состояние основных фондов на конец года ухудшилось, так как коэффициент годности уменьшился.

**Пример.** По двум регионам имеются данные о производстве промышленной продукции и среднегодовой стоимости основных производственных фондов за два года (табл. 10.11).

Таблица 10.11

(в сопоставимых ценах, млрд. руб.)

Регион	Объем промышленной продукции		Среднегодовая стоимость основных производственных фондов	
	Базисный год ( $Q_0$ )	Текущий год ( $Q_1$ )	Базисный год ( $\Phi_0$ )	Текущий год ( $\Phi_1$ )
1	32	39	70	88
2	15	14	38	36
Итого	47	53	108	124

Определим уровни фондоотдачи по двум регионам за два года и оценим их изменение в текущем периоде по сравнению с базисным, используя индивидуальные индексы фондоотдачи (табл. 10.12).

Таблица 10.12

Регион	Фондоотдача, руб./руб.		Изменение фондоотдачи, % ( $i = \frac{f_1}{f_0} \cdot 100\%$ )
	Базисный год ( $f_0$ )	Текущий год ( $f_1$ )	
1	0,457	0,443	96,94
2	0,395	0,389	98,48

В каждом регионе отмечается снижение уровня эффективности использования основных фондов.

Оценим изменение средней фондоотдачи по двум регионам на основе индекса переменного состава, постоянного состава и структурных сдвигов.

Индекс переменного состава:

$$I_{\bar{f}} = \bar{f}_1 : \bar{f}_0 = \frac{53}{124} : \frac{47}{108} = 0,427 : 0,435 = 0,9816, \text{ т.е. } 98,16\%.$$

Средняя фондоотдача по двум регионам снизилась на 1,84%.

Индекс постоянного состава:

$$I_{f(\omega)} = 0,427 : \frac{0,457 \cdot 88 + 0,395 \cdot 36}{124} = 0,427 : \frac{54,436}{124} = 0,427 : 0,439 = 0,9727,$$

т.е. 97,27%.

Средняя фондоотдача снизилась на 2,73% за счет снижения фондоотдачи в каждом регионе.

Индекс структурных сдвигов:

$$I_{\left(\frac{\Phi}{\Sigma\Phi}\right)} = 0,439 : 0,435 = 1,0092, \text{ т.е. } 100,92\%.$$

Средняя фондоотдача увеличилась на 0,92% за счет увеличения доли фондов первого региона с более высоким уровнем эффективности использования фондов.

Представленные индексы связаны между собой, проверим это:

$$0,9727 \times 1,0092 = 0,9816.$$

Оценим изменение объема продукции за счет изменения объема и структуры фондов, использования фондов в каждом регионе.

$$\Delta Q(\bar{\Phi}) = (\Sigma \bar{\Phi}_1 - \Sigma \bar{\Phi}_0) \cdot \bar{f}_0 = (124 - 108) \cdot 0,435 = 6,96.$$

$$\Delta Q(f) = \Sigma f_1 \cdot \bar{\Phi}_1 - \Sigma f_0 \cdot \bar{\Phi}_1 = 53 - 54,436 = -1,436.$$

$$\Delta Q\left(\frac{\Phi}{\Sigma\Phi}\right) = \left(\frac{\Sigma f_0 \cdot \bar{\Phi}_1}{\Sigma \bar{\Phi}_1} - \frac{\Sigma f_0 \cdot \bar{\Phi}_0}{\Sigma \bar{\Phi}_0}\right) \cdot \Sigma \bar{\Phi}_1 = (0,439 - 0,435) \cdot 124 = 0,496.$$

В целом изменение объема промышленной продукции составило:

$$\Delta Q = 6,96 - 1,436 + 0,496 = 6,02 \text{ млрд. руб.}$$

Расхождение с  $\Delta Q = Q_1 - Q_0 = 53 - 47 = 6$  составило 0,02 млрд. руб. за счет округления значений фондоотдачи.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Что такое национальное богатство?
2. Какие элементы включает национальное богатство?
3. Что входит в состав нефинансовых активов?
4. Каковы проблемы и задачи статистики национального богатства?
5. Что входит в состав основных фондов?
6. Какие используются виды денежной оценки основных фондов?
7. Что такое переоценка основных фондов?
8. Какие виды балансов основных фондов используются в статистической практике?
9. Какие показатели используются для характеристики движения, состояния, использования основных фондов?
10. Как проводится анализ изменения объема продукции за счет изменения эффективности использования основных фондов?
11. За отчетный год введено в действие основных фондов на 192,5 млн. руб., коэффициент обновления составил 6,8%. Одновременно выбыло основных фондов на 111,3 млн. руб. при коэффициенте выбытия, равном 4,6%. Определите, как изменилась величина основных производственных фондов за год.
12. В текущем периоде объем основных фондов увеличился на 1,9%. Объем продукции — на 3,5%. Определите относительное изменение объема продукции за счет изменения фондоотдачи.

## СТАТИСТИКА ИНВЕСТИЦИЙ

## 11.1. Экономическая сущность инвестиций

Одной из основных особенностей формирования рыночных отношений в экономике страны является развитие инвестиционной деятельности.

**Под инвестиционной деятельностью понимается «вложение инвестиций и осуществление практических действий в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта»<sup>1</sup>.**

В условиях командно-административной системы экономическая категория «инвестиции» подменялась понятием «капитальные вложения», под которыми понимались все денежные затраты, направляемые на воспроизводство и ремонт основных фондов.

В широком смысле инвестиции — это денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного характера<sup>2</sup>. Понятие инвестиций гораздо шире понятия капитальных вложений.

В Федеральном законе «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» указано: «капитальные вложения — инвестиции в основной капитал (основные средства), в том числе затраты на новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-изыскательские работы и другие затраты». Используя общепринятое деление инвестиций на реальные и финансовые, можно сказать, что *реальные инвестиции* — это капитальные вложения в основной производственный капитал.

В статистической практике под реальными инвестициями понимают инвестиции в нефинансовые активы, которые осуществляет предприятие.

*Инвестиции в нефинансовые активы* включают:

инвестиции в основной капитал;

инвестиции в нематериальные активы;

<sup>1</sup> Федеральный закон «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» от 25 февраля 1999 г. № 39-ФЗ.

<sup>2</sup> Там же.

инвестиции в объекты природопользования (водоемы, леса и т. д.) и землю;

инвестиции в пополнение запасов материальных оборотных средств;

затраты на капитальный ремонт зданий, сооружений, машин и оборудования.

*Инвестиции в основной капитал* подразделяются на:

инвестиции в основной материальный капитал;

инвестиции в основной нематериальный капитал.

Инвестиции в основной нематериальный капитал складываются из затрат на новое строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, приобретение и капитальный ремонт зданий, сооружений, машин, оборудования, приобретение многолетних насаждений, рабочего скота и т. д.

Под новым строительством следует понимать строительство новых зданий и сооружений, осуществленное на новых площадках.

К расширению действующих предприятий относится строительство дополнительных производств, цехов и объектов на территории действующего предприятия с целью создания дополнительных мощностей, а также строительство филиалов, которые будут находиться на самостоятельном балансе.

Реконструкция действующих предприятий обязательно связана с переустройством существующих производств и цехов с учетом достижений научно-технического прогресса для получения более совершенных мощностей производства.

Техническое перевооружение действующих предприятий — это комплекс мероприятий по повышению технико-экономического уровня отдельных производств.

Инвестиции в основной нематериальный капитал могут включать затраты на создание и приобретение программных продуктов, опытно-конструкторских разработок и т. д. Инвестиции в нематериальные активы — это затраты на приобретение лицензий, патентов, авторских прав, разработку торговых марок и т. д.

Инвестиции на пополнение запасов материальных оборотных средств складываются из изменения стоимости готовой продукции и товаров, незавершенного производства, производственных запасов.

Затраты на капитальный ремонт зданий и сооружений — это затраты на смену изношенных конструкций и деталей, кроме полной замены основных конструкций (стен, фундаментов, межэтажных перекрытий и др.). Капитальным ремонтом машин и оборудования считается такой вид ремонта, при котором производится полная разборка агрегата, замена или ремонт всех изношенных деталей и узлов, их сборка и испытания.



Финансовые инвестиции представляют собой вложения денежных средств, материальных и иных ценностей в акции, облигации и другие ценные бумаги юридических лиц.

Финансовые инвестиции представляют собой:

банковские вклады (депозиты), которые отражают денежные суммы, помещаемые на хранение в банк клиентом банка;

облигации — долговые обязательства перед их владельцами по выплате определенного дохода в форме процента и полного погашения их стоимости по истечении установленного срока;

акции — ценные бумаги, которые удостоверяют вклад акционера в имущество предприятия;

кредит — денежные средства, временно привлекаемые юридическим лицом и подлежащие возврату;

дебиторскую задолженность — денежные средства, которые получает юридическое лицо по итогам взаимоотношений с дебиторами;

ссуду — денежные средства, которые получает заемщик в собственность и обязуется возвратить, как правило, с процентами;

пай — часть определенных имущественных прав и обязанностей предприятия, предусмотренных в положении или уставе соответствующего предприятия.

На практике существует понятие «чистые финансовые инвестиции», которые представляют собой разницу между приобретением финансовых активов и погашением финансовых обязательств.

## 11.2. Группировка инвестиций

Реальные и финансовые инвестиции можно сгруппировать по формам собственности, по отраслям экономики, по источникам финансирования и т. д.

Группировка инвестиций *по формам собственности* предполагает следующее их распределение: государственная и негосударственная форма собственности. Государственная собственность включает собственность, принадлежащую полностью федеральным, региональным, муниципальным органам управления. Негосударственная форма собственности включает частную собственность, собственность общественных организаций и смешанную собственность. Частная собственность может предполагать долевую или совместную собственность. Смешанная собственность представляет собой собственность хозяйствующих субъектов, действующих на основе объединения частной, государственной собственности и собственности общественных организаций. Смешанная форма собственности может предполагать и иностранную собственность, т. е. собственность иностранных юридических или физических лиц, государств и международных организаций.

Группировка инвестиций *по отраслям экономики* производится в соответствии с действующим ОКОНХ.

*По источникам финансирования* инвестиции распределяются на собственные и привлеченные средства. Собственные средства включают прибыль, остающуюся в распоряжении предприятий; амортизационные отчисления; денежные накопления юридических лиц и сбережения физических лиц; денежные суммы, выплачиваемые страховыми организациями в виде возмещения потерь от стихийных бедствий, аварий и т. п.; другие средства.

Привлеченные средства включают: кредиты банков, средства от продажи акций, благотворительные и иные взносы, средства, выделяемые вышестоящими холдинговыми и акционерными компаниями, промышленно-финансовыми группами на безвозмездной основе; различные формы заемных средств, в том числе кредиты, предоставляемые государством на возвратной основе, кредиты иностранных инвесторов, облигационные займы, кредиты инвестиционных фондов и компаний, страховых обществ и др.; средства из федерального бюджета и бюджетов субъектов Федерации; средства внебюджетных фондов; иностранные инвестиции, предоставляемые в форме финансового или иного участия в уставном капитале совместных предприятий, а также в форме прямых вложений финансовых институтов, государств, международных организаций и др.

Наряду с перечисленными существует ряд других общепринятых группировок. Например, Государственный комитет Российской Федерации по статистике использует технологическую группировку инвестиций в основной материальный капитал. Инвестиции *по технологической структуре* подразделяются на стоимость всех видов строительных работ; работ по монтажу оборудования; оборудования (требующего и не требующего монтажа), предусмотренного в сметах на строительство; инструмента и инвентаря, включаемых в сметы на строительство; машин и оборудования, не входящих в сметы на строительство; прочих капитальных работ и затрат.

Финансовые инвестиции в зависимости от срока погашения подразделяются на краткосрочные и долгосрочные. Краткосрочные финансовые инвестиции осуществляются на срок не более одного года. Долгосрочными считаются инвестиции, осуществленные с намерением получения дохода по ним сроком более одного года.

В финансовых инвестициях особо выделяются иностранные инвестиции, которые могут быть как от конкретного юридического лица (резидента) в экономику «остального мира», так и от нерезидента в данное предприятие. Эти инвестиции делятся на прямые, портфельные и прочие.

*Прямые инвестиции* — это инвестиции, сделанные прямыми инвесторами, т. е. юридическими или физическими лицами, полностью

владеющими предприятием или контролирующими не менее 10% акций или акционерного капитала предприятия, что дает право на участие в управлении предприятием.

Из прямых инвестиций выделяются:

взносы в уставный капитал, фактически внесенные зарубежными совладельцами предприятия. Эти взносы включают материальные и нематериальные активы, сделанные в виде недвижимости, оборудования, товаров и т. п., а также взносы в виде денежных средств;

финансовый лизинг (в форме предоставления услуг по финансовому лизингу имущества российским организациям);

кредиты, полученные от зарубежных совладельцев предприятий;

прочие прямые инвестиции (дополнительная покупка акций соучредителями, оборудование, переданное прямым инвестором предприятию, и т. п.).

*Портфельные инвестиции* представляют собой покупку акций, не дающих вкладчикам права влиять на работу предприятий и составляющих менее 10% в общем акционерном капитале предприятия, а также облигаций, векселей и других долговых ценных бумаг собственного и заемного капитала.

В портфельные инвестиции входят акции, долговые ценные бумаги предприятий, включающие векселя, долгосрочные и краткосрочные государственные ценные бумаги.

*Прочие иностранные инвестиции* включают:

торговые кредиты (оплата за импорт или экспорт и предоставление кредитов для этих целей);

прочие кредиты, кроме торговых, полученные не от прямых инвесторов.

Сюда включаются кредиты, полученные от международных финансовых организаций: Мирового банка, Международного валютного фонда, Международного банка реконструкции и развития, Европейского банка реконструкции и развития и т. д.;

кредиты правительств иностранных государств под гарантии правительства Российской Федерации;

банковские вклады (счета иностранных юридических лиц в российских банках);

прочие.

### 11.3. Доходность инвестиций

Инвестиции осуществляются с целью получения прибыли (дохода).

**Доход от инвестирования представляет собой выгоду, получаемую от вложений средств в экономические активы.** При этом вид дохода определяется формой экономического актива, в который производится инвестирование.

Состав инвестиционного дохода по видам экономических активов выглядит следующим образом:

1. Доход от инвестиций в нефинансовые активы

1.1. Прибыль

1.2. Рента

2. Доход от инвестиций в финансовые активы

2.1. Проценты по депозитам

2.2. Проценты (дисконт, индексация суммы долга) по ценным бумагам, кроме акций

2.3. Проценты по ссудам

2.4. Дивиденды по акциям

2.5. Проценты по товарному кредиту

Инвестирование в некоторые виды активов (например, ценности, различные деньги и др.) не связано с получением дохода.

Доход от инвестиций в нефинансовые (реальные) активы — это доход от реализации произведенных с их помощью товаров и услуг за вычетом расходов на производство (заработная плата, стоимость использованных материалов и иные затраты). Таким образом, по экономическому содержанию этот показатель аналогичен прибыли.

Если реальные инвестиции осуществлены с целью расширения или модернизации производственного потенциала хозяйственных объектов, то инвестиционный доход представляет собой дополнительную прибыль, получаемую в результате дополнительного ввода мощностей, реконструкции действующего предприятия, повышения производительности оборудования.

Если реальные активы используются владельцем для предоставления в пользование другим экономическим единицам, то доход от инвестирования в эти виды активов определяется:

а) для произведенных активов (здания, сооружения, машины и оборудование) — в размере чистой прибыли от деятельности по сдаче в аренду;

б) для непроизведенных активов (земля, недра и т. п.) — в размере чистой ренты, получаемой их владельцем.

Инвестиционный доход от вложений в финансовые активы представляет собой доход от собственности, получаемый в результате предоставления этих активов в пользование другим экономическим единицам. Вид получаемого дохода от собственности определяется видом предоставляемых финансовых активов.

Инвестиционный доход по депозитам и ссудам измеряется суммой процентов, начисляемых исходя из установленной в соответствующем договоре процентной ставки. К категории ссуд относятся также соглашения о продаже ценных бумаг с последующим их выкупом. Инвестиционный доход по ним определяется как разница между ценой выкупа и ценой продажи ценных бумаг.

Инвестиционный доход по ценным бумагам, кроме акций, измеряется в зависимости от их вида суммой процентов, дисконта или

индексации суммы долга. Так, владельцы облигаций и депозитных сертификатов получают проценты. Для владельцев индексируемых ценных бумаг инвестиционный доход складывается из процентов и величины индексации основной суммы долга. По бескупонным облигациям и казначейским векселям инвестиционный доход определяется в размере дисконта (скидки с номинальной стоимости, т. е. разницы между ценой выкупа и ценой реализации), а по облигациям с глубоким дисконтом к сумме дисконта добавляются также проценты. Проценты по векселям определяются как разница между суммой, выплаченной держателю векселя (кредитору) при наступлении срока платежа, и суммой, выплаченной кредитором при покупке векселя у дебитора (должника).

Инвестиционный доход по акциям и другим видам участия в капитале (паи различного вида) определяется в размере начисляемых дивидендов. Дивиденды могут выплачиваться не только в денежной форме, но и акциями, облигациями, товарами. В этом случае величина дивиденда определяется в размере их рыночной стоимости.

К инвестиционному доходу по дебиторской задолженности относятся проценты за товарный кредит.

Показатель, характеризующий доходность инвестиций в общем виде, определяется нормой процента (дохода) на вложенные средства, которая рассчитывается по следующей формуле:

$$D = \frac{P}{I},$$

где  $D$  — доход инвестиций (норма процента);  $P$  — годовой доход от инвестиций;  $I$  — инвестиции.

Структура доходности инвестиций по видам экономических активов выглядит следующим образом:

1. Доходность инвестиций в нефинансовые активы
  - 1.1. Норма прибыли на стоимость нефинансовых активов (или их отдельных видов)
  - 1.2. Норма прибыли на инвестиции в нефинансовые активы, произведенные в отчетном или ином периоде
2. Доходность инвестиций в финансовые активы
  - 2.1. Норма процента по депозитам
  - 2.2. Норма процента по ценным бумагам, кроме акций
  - 2.3. Норма процента по ссудам
  - 2.4. Норма дивидендов по акциям
  - 2.5. Норма процента по товарному кредиту

Доходность от вложений в нефинансовые активы измеряется нормой прибыли на инвестиции в реальные активы, используемые в производстве. При этом если прибыль, полученная в отчетном периоде, рассматривается как результат инвестиций всех предыдущих перио-

дов, то доходность инвестиций определяется как отношение нормы прибыли к стоимости реальных активов или их отдельных компонентов (основной капитал, запасы материальных оборотных средств, производственные нефинансовые активы).

$$D_p = \frac{ЧП}{СР},$$

где  $D_p$  — доходность инвестиций в реальные активы;  $ЧП$  — чистая прибыль в отчетном периоде после уплаты процентов за кредит;  $СР$  — средняя стоимость реальных активов или их компонентов.

Если же прибыль, полученная в отчетном периоде, рассматривается как результат инвестиций какого-либо предыдущего периода, определенного с учетом временного лага между вложением средств и получением отдачи, то при относительно равномерном развитии экономики прибыль отчетного периода может быть соотнесена с инвестициями этого же периода.

$$D_p = \frac{ЧП}{ИР},$$

где  $ИР$  — инвестиции в реальные активы в отчетном или другом периоде (валовое накопление основного капитала, изменение запасов материальных средств, чистое приобретение непродуцированных нефинансовых активов).

Доходность инвестиций в ценные бумаги измеряется отношением суммы полученных в отчетном периоде процентов, дивидендов и аналогичных доходов к стоимости приобретенных ценных бумаг.

Доходность ценных бумаг, кроме акций, определяется как отношение процентов, полученных в отчетном периоде, к покупной стоимости ценных бумаг.

Доходность акций определяется как отношение дивидендов, полученных в отчетном периоде, к покупной стоимости акций.

#### 11.4. Источники статистической информации об инвестициях

Основным источником статистической информации об инвестициях является форма № П-2 «Сведения об инвестициях», которую представляют все юридические лица (как коммерческие, так и некоммерческие организации), их филиалы или представительства, осуществляющие инвестирование или получившие инвестиции от других юридических лиц. Начиная с отчета за январь 1999 г. эту форму не представляют субъекты малого предпринимательства.

Форма состоит из:

раздела 1 «Финансовые вложения»;



раздела 2 «Инвестиции в нефинансовые активы, осуществленные данным предприятием»;

раздела 3 «Источники инвестиций».

Государственный комитет по статистике сбор сведений об инвестициях осуществляет ежеквартально. Дополнительно к ежеквартальной форме № П-2 представляются ежемесячно сведения по форме № П-2 (краткая) об инвестициях в основной капитал с выделением вложений в машины, инструменты и инвентарь. Наряду с ежемесячной формой представляется и годовая форма, приложение к форме № П-3 «Сведения об инвестициях в основной капитал». В этой форме предусмотрено два раздела:

раздел 1 «Структура инвестиций»;

раздел 2 «Источники финансирования инвестиций в основной капитал по отраслям и видам экономической деятельности».

#### Контрольные вопросы и задания

1. В чем отличие реальных инвестиций от капитальных вложений?
2. Назовите основную классификацию финансовых инвестиций.
3. Чем отличаются прямые инвестиции от портфельных?
4. Чем доход от инвестирования отличается от доходности инвестиций?

## Глава 12

### СТАТИСТИКА НАСЕЛЕНИЯ

#### 12.1. Задачи и источники данных статистики населения

Статистика населения — демографическая статистика, или просто демография, — одна из древнейших ветвей статистической науки. Демография зарождалась вместе со статистикой, развивалась в ее недрах, служила импульсом формирования нового метода социального познания.

Известный демограф Б. Ц. Урланис в своей статье «Трехсотлетие демографии» писал: «В величественном здании современной демографии первый кирпич был заложен ровно 300 лет назад на берегах Темзы, в туманном Лондоне, ясной мыслью Джона Граунта»<sup>1</sup>. Джон Граунт (1620—1674 гг.) был политическим арифметиком и занимался исследованием закономерностей воспроизводства населения. Он изучил бюллетени смертности (еженедельно публиковавшиеся списки умерших и родившихся жителей Лондона с распределением их по полу и причинам смертности) за 33 года, что позволило выявить закономерности, отражающие взаимосвязь между возрастом и смертностью, построить первые таблицы смертности и кривые дожития. Начатое Дж. Граунтом исследование демографических закономерностей было развито Э. Галлеем, И.-П. Зюсмилхом, П. Лапласом, В. Ферра, А. Кетле, К. Ф. Германом, В. Я. Буныковским, В. Борткевичем и другими экономистами и статистиками в строгую математическую теорию воспроизводства населения.

По сравнению с многовековой историей статистики населения сам термин «демография» гораздо моложе. Впервые это слово появилось в названии книги французского статистика Жана К. А. Гийера (1799—1876 гг.) «Элементы статистики человека, или Сравнительная демография», опубликованной в Париже в 1855 г. Термин «демография» образован из двух латинских слов «демос» — народ и «графия» — писание. Таким образом, демография — наука о народонаселении.

Практическое значение демографии огромно. Демографическая статистика рассказывает о численности и составе населения, о рождаемости и смертности, брачности и разводимости, миграции и т. д.

Данные о населении востребованы на всех уровнях управления экономикой. Для разработки макроэкономических программ социального и экономического развития и принятия решений на национальном уровне необходима информация о фактической и перспективной численности населения, его составе, размещении по территории стра-

<sup>1</sup> Ученые записки по статистике. Т. 7. М., 1963. С. 160.

ны и т. д. Для выработки эффективной политики занятости необходимо знать численность трудоспособного населения, для формирования систем пенсионного обеспечения — численность пенсионеров, для планирования развития дошкольного образования — численность детей соответствующих возрастов.

Потребность в демографической информации на региональном уровне еще более высока. Без достоверной демографической статистики не ответить на вопросы: сколько нужно построить нового жилья, школ, детских садов, поликлиник; какова будет нагрузка на пассажирский транспорт; достаточно ли продовольственных ресурсов региона, чтобы удовлетворить потребности населения; насколько велики размеры миграционного прироста или оттока населения?

Спрос на демографическую информацию на микроуровне, т. е. на уровне отдельного предприятия или фирмы, не столь очевиден. Ведь статистические данные всегда агрегированны. И на первый взгляд непонятно: какое влияние может оказать, например, падение рождаемости или старение населения на ваш бизнес? Однако это только на первый взгляд. Одно из условий успешного функционирования любого предприятия — это грамотная маркетинговая стратегия, разработать которую, не зная масштабы потребностей и спроса конкретных категорий и групп населения, невозможно.

Вы строите мебельную фабрику и собираетесь производить столы. А каких надо больше — ученических, компьютерных, обеденных? Вы владеете заводом по производству детского питания для грудничков. Нужно ли наращивать его производство или выгоднее освоить выпуск каш быстрого приготовления? Вы строите жилье. А владеете ли вы информацией о распределении семей по размеру, ведь без нее не определить, какие квартиры будут более востребованы: одно-, двух- или трехкомнатные.

Конечно, демографическая статистика не дает информации о потребностях отдельных категорий населения. Это — одно из направлений исследований *социальной статистики*. Изучение потребительского поведения, установок, условий и образа жизни отдельных групп населения требует проведения специальных целевых исследований (единовременных обследований, как правило, выборочных), совершенствования обследований семейных бюджетов. Однако каких бы вопросов ни касались специальные несплошные обследования, для проектирования выборки, оценки репрезентативности полученных результатов, распространения выборочных данных на всю совокупность, необходимы данные о генеральной совокупности в целом. Именно демографическая статистика, предоставляющая сведения об общей численности и характеристиках населения и его отдельных групп, служит базой для всех социальных исследований.

Основным источником сведений о численности населения являются *переписи* населения. Они дают наиболее полную и точную информацию о численности населения, его демографических, социаль-

ных и экономических характеристиках по состоянию на определенную дату (критический момент переписи).

Переписи населения — наиболее трудоемкое и дорогостоящее статистическое наблюдение<sup>1</sup>. В бывшем Советском Союзе переписи населения проводились в 1920, 1926, 1939, 1959, 1979, 1989 гг. Ближайшая перепись населения Российской Федерации запланирована на октябрь 2002 г. В отличие от прежних переписей, объектом которых было как наличное, так и постоянное население, при переписи 2002 г. будет учитываться только *постоянное* население. Постоянное население подразделяется на две категории: присутствующие (постоянно проживающие) и временно отсутствующие (не более 1 года) из лиц, постоянно проживающих. Переписываться люди будут по месту фактического проживания. Программа переписи предусматривает вопросы о поле, возрасте, национальности, гражданстве, семейном положении, образовании, источнике доходов, статусе занятости, жилищных условиях опрашиваемых. Всем постоянным жителям будут задаваться 14 вопросов. Кроме того, 25% населения будут опрашивать дополнительно еще по 8 вопросам, обработка которых позволит получить информацию о распределении занятого населения по отраслям экономики (видам деятельности), об использовании трудовых ресурсов региона на своей территории и за ее пределами, о поиске работы безработными, а также данные о репродуктивном<sup>2</sup> поведении населения (три вопроса переписи связаны с выяснением у женщины, сколько детей она родила, сколько из них живы, сколько всего детей она собирается иметь, включая уже имеющих).

В межпереписной период для актуализации данных о населении с учетом изменения демографических и социальных тенденций в обществе проводятся выборочные обследования населения (микрпереписи), охватывающие лишь небольшой процент населения. В последней микрпереписи в России в 1994 г. участвовало 5% населения.

В последние годы широко обсуждается идея создания еще одного мощного информационного ресурса статистики населения — *регистра* населения. Регистр населения, в отличие от переписи населения, которая является «одномоментным срезом» демографических, социальных и экономических признаков человека, призван отслеживать в реальном режиме времени основные изменения в жизни конкретного человека (такие, как рождение, смерть, брак, развод, перемена места жительства, места работы и т. д.). Основной принцип создания и функционирования регистра — это обязанность всех граждан сообщать сведения о переменах в своей жизни. На сегодняшний день ре-

<sup>1</sup> Затраты на проведение Всероссийской переписи населения 2002 г. оцениваются суммой около 4 млрд. руб. в ценах 2000 г., в том числе затраты федерального бюджета составят 3,2 млрд. руб., затраты субъектов Федерации — 800 млн. руб. (Вопросы статистики. 2000. № 5. С. 9.)

<sup>2</sup> Репродуктивное поведение — поведение, связанное с рождением детей.

гистры населения существуют лишь в пяти странах: в Швеции, Дании, Исландии, Норвегии, Голландии. В России создание регистра находится на стадии разработки законодательного и организационного обеспечения регистра.

Где найти демографические данные? Госкомстат Российской Федерации регулярно выпускает «Демографический ежегодник России» и, кроме того, публикует данные о населении во многих периодических изданиях и сборниках («Российский статистический ежегодник», «Россия в цифрах», «Регионы России», «Социальное положение и уровень жизни населения России», «Мужчины и женщины России»). Специальные сборники, содержащие демографическую и социальную информацию на уровне отдельных регионов, периодически подготавливаются местными комитетами по статистике.

## 12.2. Изучение численности и состава населения

Основным показателем демографической статистики является *численность населения*. Сведения о численности населения на определенную дату получают по итогам переписи населения<sup>1</sup>. В статистических сборниках в межпереписной период численность населения, как правило, приводится по состоянию на начало или конец года. Эти данные получают путем ежегодной корректировки материалов последней переписи с учетом текущей регистрации родившихся, умерших, прибывших и выбывших.

Таблица 12.1

Динамика численности населения Российской Федерации<sup>2</sup>

	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Численность постоянно-го населения на начало года, млн. человек	148,4	148,3	148,0	147,9	147,6	147,1	146,7	146,3	145,6
в % к 1992 г.	100,0	99,9	99,7	99,7	99,5	99,1	98,9	98,6	98,1
Общая убыль за год, тыс. человек	43,7	320,2	83,2	337,8	434,0	402,3	420,7	768,4	...

По данным Госкомстата, на начало 2000 г. в России проживало 145,6 млн. человек (табл. 12.1). С 1992 г. в нашей стране начался процесс *депопуляции* (сокращения численности населения). За весь период депопуляции население России уменьшилось на 2,8 млн. человек (почти на 2%). Наибольшая убыль населения за рассматриваемый период произошла в 1999 г. — число россиян уменьшилось на 768,4 тыс. человек.

<sup>1</sup> По результатам последней всеобщей переписи, численность населения России на 12 января 1989 г. составляла 147 млн. человек.

<sup>2</sup> Вопросы статистики. 1999. № 10. С. 30–36; 2000. № 4. С. 5.

Для расчета так называемых среднедушевых социально-экономических показателей за определенный период (например, среднедушевых объемов производства, доходов, потребления и т. д.) необходимо использовать *среднюю численность* населения за этот период. Среднегодовая численность населения ( $\bar{S}$ ) определяется как средняя арифметическая численности на начало ( $S_H$ ) и конец года ( $S_K$ ):

$$\bar{S} = \frac{S_H + S_K}{2}$$

Если имеется информация о численности населения на несколько равноотстоящих дат, то средняя за весь рассматриваемый период может быть определена по формуле средней хронологической:

$$\bar{S} = \frac{1/2S_1 + S_2 + \dots + S_{n-1} + 1/2S_n}{n-1}$$

Состав населения изучается с помощью различных группировок: по месту жительства (городское и сельское население), по полу, национальности, семейному положению, источнику средств существования и др. Особое практическое значение имеет информация о возрастном составе населения. По итогам переписи получают распределения населения по одногодичным возрастным группам, на основе которых строят возрастные группировки с любыми интервалами, позволяющие определить численность различных возрастных контингентов. Например, чтобы определить потребность в букварях, надо знать численность первоклассников; для организации и подведения итогов избирательной кампании необходимо иметь сведения о численности лиц избирательного возраста; чтобы запланировать в бюджете расходы на компенсацию вкладов лицам, достигшим определенного возраста, нужно знать их точное число. Примеров может быть множество. Анализ возрастной структуры населения — неотъемлемый элемент разработки экономической и социальной политики в стране, на уровне отдельных регионов и территорий.

Среди возрастных группировок особое место занимает группировка населения относительно трудоспособного возраста. Изучение населения как производительной силы общества, источника трудовых ресурсов требует выделения трех групп населения:

- моложе трудоспособного возраста (согласно российскому законодательству это — лица до 16 лет);
- трудоспособного возраста (мужчины в возрасте 16–59 лет и женщины 16–54 лет);
- старше трудоспособного возраста.

Чем выше доля детей и лиц трудоспособного возраста в общей численности населения, тем более благоприятна демографическая ситуация. Сегодняшняя Россия характеризуется демографическим старением населения — ростом доли лиц старше трудоспособного возраста



в общей численности населения и изменением структуры нагрузки на население трудоспособного возраста. Для количественной характеристики последней рассчитывают общий коэффициент демографической нагрузки трудоспособного населения как отношение численности лиц за пределами трудоспособного возраста к численности лиц трудоспособного возраста:

$$K_{\text{общ}} = \frac{S_{0-15} + S_{55(60) \text{ и старше}}}{S_{16-54(59)}} \cdot 1000,$$

где  $S_{0-15}$  — численность населения моложе трудоспособного возраста;  $S_{55(60) \text{ и старше}}$  — численность населения старше трудоспособного возраста;  $S_{16-54(59)}$  — численность населения трудоспособного возраста.

Коэффициент может рассчитываться в долях, процентах и на 1000 человек. В последнем случае он показывает, сколько иждивенцев (лиц за пределами трудоспособного возраста) приходится на 1000 человек трудоспособного возраста.

Общий коэффициент нагрузки может быть разложен на два частных коэффициента — коэффициент нагрузки детьми ( $K_d$ ) и коэффициент нагрузки пожилыми ( $K_n$ ):

$$K_d = \frac{S_{0-15}}{S_{16-54(59)}} \cdot (1000);$$

$$K_n = \frac{S_{55(60) \text{ и старше}}}{S_{16-54(59)}} \cdot (1000).$$

Все три коэффициента взаимосвязаны:

$$K_{\text{общ}} = K_d + K_n.$$

Таблица 12.2

Нагрузка на население трудоспособного возраста в Российской Федерации<sup>1</sup>

Годы	Коэффициент нагрузки на 1000 человек трудоспособного возраста			Доля нагрузки, в %	
	общий	детьми	пожилыми	детьми	пожилыми
1995	760	404	356	53,1	46,9
1996	750	394	356	52,5	47,5
1997	745	383	362	51,4	48,6
1998	731	370	361	50,6	49,4
1999	711	355	356	49,9	50,1

Как следует из табл. 12.2, в последние годы в России наблюдается сокращение общей нагрузки на население трудоспособного возраста:

<sup>1</sup> Вопросы статистики. 1999. № 10. С. 41; Россия в цифрах. 2000. С. 68.

та: с 760 человек в 1995 г. до 711 человек в 1999 г. Снижение общей нагрузки происходит за счет уменьшения нагрузки детьми, что связано с падением рождаемости, которое обусловлено современным репродуктивным поведением населения, ориентированным на рождение одного ребенка и гораздо реже — двух детей в семье.

Для оценки роли отдельных составляющих в общей нагрузке населения трудоспособного возраста определяют долю коэффициентов нагрузки детьми и пожилыми в общем коэффициенте нагрузки. Данные табл. 12.2 свидетельствуют о систематическом снижении доли детей (с 53,1% в 1995 г. до 49,9% в 1999 г.) и увеличении доли пожилых в общей нагрузке (с 46,9 до 50,1%). В 1999 г. доля нагрузки пожилыми впервые превысила долю нагрузки детьми.

Отметим, что старение населения не является отличительным только для нашей страны. Этот процесс начинает приобретать глобальный характер и затрагивает практически все развитые страны. Последствия старения населения многогранны. Значительно возрастает нагрузка на систему здравоохранения, меняется экономическое поведение людей (например, считается, что увеличение доли старших возрастных групп рабочей силы может отразиться на ее способности воспринимать инновации в мире высоких технологий и др.), обостряются проблемы пенсионного обеспечения. Последнее особенно актуально для России, где частное пенсионное страхование на принципах капитализации до сих пор не получило должного внимания и развития, а все финансирование пенсионных выплат происходит за счет текущих поступлений. Падение численности населения в трудоспособном возрасте (основных налогоплательщиков) приводит к снижению налоговых поступлений. Доля страховых взносов в Пенсионный фонд Российской Федерации по отношению к ВВП с 1995 по 2000 г. уменьшилась с 6,3 до 5,6%, а расходы Пенсионного фонда на выплату пенсий и пособий в ВВП увеличились с 4,7 до 6,0%<sup>1</sup>. По прогнозу, численность трудоспособного населения будет снижаться, а следовательно, уменьшатся и налоговые поступления. Все это приведет к усилению нагрузки на государственный бюджет и необходимости реформирования существующей пенсионной системы.

### 12.3. Анализ демографических процессов и их прогноз

Динамика численности населения формируется под влиянием двух составляющих: естественного и механического движения населения.

Под естественным движением населения понимают изменение численности населения за счет рождаемости и смертности. Текущий учет естественного движения населения базируется на регистрации актов гражданского состояния в загсах, где каждый факт рождения

<sup>1</sup> Вопросы статистики. 2000. № 1. С. 60.

или смерти оформляется документом в двух экземплярах, один из которых направляется в статистические органы для последующей разработки. Поскольку документы загсов содержат достаточно широкий набор показателей (пол, национальность, семейное положение, место жительства, возраст родителей – в свидетельствах о рождении, причины смерти – в свидетельствах о смерти и т. д.), это позволяет проводить различные группировки и расширяет аналитические возможности демографической статистики.

*Механическое движение* населения – это изменение численности за счет миграции, т. е. перемещения людей по территории страны, региона, области (внутренняя миграция) или через границы территории страны (внешняя миграция). Учет механического движения населения осуществляется на основе сведений паспортных столов – листков прибытия и выбытия, заполняемых на каждого прибывшего или выбывшего человека. В листках содержится подробная информация о мигрантах, позволяющая отслеживать направление, объем и основные характеристики миграционных потоков.

Для характеристики естественного и механического движения в статистике рассчитывают абсолютные и относительные показатели.

К абсолютным показателям естественного движения населения относят:

- число родившихся ( $N$ );
- число умерших ( $M$ );
- естественный прирост (убыль) населения – разность между числом родившихся и числом умерших ( $\Delta_{\text{ест}} = N - M$ ).

В последние годы в России число умерших стабильно превышает число родившихся, т. е. имеет место естественная убыль населения. Особенно велики ее размеры стали в конце 90-х годов. В 1999 г. в стране родилось 1215,8 тыс. человек, а умерло – 2140,3 тыс. человек<sup>1</sup>, т. е. в 1,8 раза больше. При этом в 27 субъектах Российской Федерации этот разрыв был еще более значительным (в 2–3 раза), и только в 16 регионах имел место естественный прирост населения. За счет превышения числа умерших над родившимися численность россиян в 1999 г. сократилась на 930 тыс. человек, это самое большое значение естественной убыли за весь период депопуляции с 1992 г.

Величины абсолютных показателей естественного движения зависят от общей численности населения, поэтому не могут быть использованы для характеристики различий уровней рождаемости, смертности в межтерриториальных, межстрановых сопоставлениях, а также в динамических сопоставлениях за длительные промежутки времени. Для этих целей используют *относительные показатели естественного движения населения*, которые рассчитывают делением соответствующих абсолютных показателей на среднегодовую численность насе-

ления ( $\bar{S}$ ). Относительные показатели приводятся в расчете на 1000 человек, в промилле (‰):

– коэффициент рождаемости:

$$K_N = \frac{N}{\bar{S}} \cdot 1000;$$

– коэффициент смертности:

$$K_M = \frac{M}{\bar{S}} \cdot 1000;$$

– коэффициент естественного прироста (убыли) населения:

$$K_{\text{ест}} = \frac{\Delta_{\text{ест}}}{\bar{S}} \cdot 1000 = \frac{N - M}{\bar{S}} \cdot 1000 = K_N - K_M.$$

Таблица 12.3

Общие коэффициенты естественного движения населения<sup>1</sup>

	На 1000 человек		
	Число родившихся	Число умерших	Естественная убыль
1992 г.	10,7	12,2	-1,5
1993 г.	9,4	14,5	-5,1
1994 г.	9,6	15,7	-6,1
1995 г.	9,3	15,0	-5,7
1996 г.	8,9	14,2	-5,3
1997 г.	8,6	13,8	-5,2
1998 г.	8,8	13,6	-4,8
1999 г.	8,4	14,7	-6,3

По данным табл. 12.3, уровень рождаемости в России имеет четко выраженную тенденцию к снижению. Если в 1992 г. на 1000 россиян родилось 10,7 человека, то в 1999 г. – только 8,4. В 19 регионах России уровень рождаемости был особенно низок – не более 6–7 новорожденных на 1000 человек.

Для характеристики размеров механического движения населения (миграции) используют следующие *абсолютные показатели механического движения*:

- число прибывших на данную территорию;
- число выбывших;
- миграционный оборот (общее число прибывших и выбывших);
- разность между числом прибывших и выбывших – сальдо миграции.

<sup>1</sup> Россия в цифрах. 2000. С. 70.

<sup>1</sup> Россия в цифрах. 2000. С. 70.

Интенсивность миграционных процессов принято оценивать с помощью *относительных показателей* — это коэффициенты интенсивности выбытия, прибытия, миграционного оборота и миграционного прироста (убыли).

Россия имеет положительное сальдо миграции со странами СНГ и Балтии и отрицательное — вне СНГ и Балтии. Традиционно высокий миграционный оборот приходится в последние годы на Украину, Казахстан, Белоруссию, Грузию, Азербайджан, Армению, Таджикистан и Киргизию.

С 1992 г. в России отдельно ведется учет новых категорий мигрантов — беженцев и вынужденных переселенцев.

Изменение численности населения за счет естественного и механического движения характеризует показатель *общего прироста (убыли) населения*. Он определяется как сумма естественного и миграционного приростов (убылей). *Коэффициент общего прироста* показывает, как изменилась численность населения на 1000 человек:

$$K_{\text{ОБЩ}} \frac{\Delta_{\text{ОБЩ}}}{S} \cdot 1000 = \frac{\Delta_{\text{ЕСТ}} + \Delta_{\text{МИГ}}}{S} \cdot 1000 = K_{\text{ЕСТ}} + K_{\text{МИГ}}.$$

Зная численность населения и коэффициент общего прироста населения, можно определить перспективную численность населения по следующей формуле:

$$S_t = S_1 \left( 1 + \frac{K_{\text{ОБЩ}}}{1000} \right)^t,$$

где  $S_1$  — численность населения на начало прогнозируемого периода;  $S_t$  — численность населения через  $t$  лет прогноза;  $t$  — число лет прогноза.

Применение этого метода прогноза возможно лишь тогда, когда не требуется особая точность, число лет прогноза невелико и, кроме того, показатели рождаемости, смертности, миграционного прироста населения за предшествующие годы достаточно стабильны. В остальных случаях применяют другие схемы прогнозирования: экстраполяцию рядов динамики или метод передвижки возрастов (см. далее).

Рассмотренные выше показатели естественного и механического движения населения называют *общими* показателями, т. е. рассчитанными по отношению ко всему населению. Для более детальной характеристики демографических процессов в обществе наряду с общими в статистике используются *частные* (специальные) показатели, рассчитанные по определенным возрастным, половым группам.

Так, например, при изучении рождаемости применяют следующие показатели:

— специальный коэффициент рождаемости (показатель фертильности<sup>1</sup>) — отношение числа родившихся к среднегодовой численности женщин фертильного возраста (от 15 до 48 лет);

— коэффициенты рождаемости по отдельным возрастным группам;

— суммарный коэффициент рождаемости, показывающий число детей, которых родит женщина за весь детородный период, и определяемый как частное от деления суммы возрастных коэффициентов рождаемости по одногодичным группам на 1000 человек;

— брутто-коэффициент воспроизводства населения, показывающий среднее число девочек, рожденных женщиной за всю ее жизнь; рассчитывается как произведение суммарного коэффициента рождаемости на долю девочек среди родившихся и др.

По предварительной оценке, суммарный коэффициент рождаемости в 1999 г. в целом по России не превысил 1,17. Замещение поколения родителей их детьми обеспечивалось только в Дагестане и Ингушетии. В 20 российских регионах уровень рождаемости уже более чем вдвое ниже черты простого воспроизводства населения.

При изучении смертности также применяют ряд специальных коэффициентов. Особое значение среди них имеет *коэффициент младенческой смертности*, характеризующий уровень смертности до 1 года. В зависимости от имеющихся исходных данных этот показатель может быть рассчитан несколькими способами, обеспечивающими различную степень точности. Оценку уровня младенческой смертности дает следующий коэффициент:

$$K_{\text{МЛАД. СМЕРТ.}} = \frac{m}{N} \cdot 1000,$$

где  $m$  — число детей, умерших в возрасте до 1 года;  $N$  — число родившихся.

Более точным считается показатель, определенный по формуле:

$$K_{\text{МЛАД. СМЕРТ.}} = \left( \frac{m_1^0}{N_0} + \frac{m_1^1}{N_1} \right) \cdot 1000,$$

где  $m_1^0$  — число умерших до 1 года из поколения родившихся в предыдущем году;  $m_1^1$  — число умерших до 1 года из поколения родившихся в этом же году;  $N_0$ ,  $N_1$  — число родившихся соответственно в предыдущем и текущем годах.

Если нет данных о распределении умерших до 1 года на родившихся в предыдущем и текущем годах, то для расчета используют формулу:

<sup>1</sup> Фертильный (от лат. *fertilis*) — плодородный, плодovitый.



$$K_{\text{МЛАД. СМЕРТ.}} = \frac{m}{\frac{1}{3N_0} + \frac{2}{3N_1}} \cdot 1000.$$

Коэффициент младенческой смертности показывает, сколько детей из 1000 родившихся не доживает до 1 года. Это один из важнейших социальных индикаторов, используемый во всем мире для оценки уровня жизни. В России показатель младенческой смертности снижается: в 1995 г.— 18,1, в 1996 г.— 17,4, в 1997 г.— 17,2, в 1998 и 1999 гг.— 16,5 умерших до 1 года на 1000 родившихся. Для сравнения укажем, что в 1998 г. минимальный уровень младенческой смертности в мире зафиксирован в Швеции— 3,9‰ и в Японии— 4,1‰. В крупнейших странах мира— США и Китае число умерших детей до 1 года на 1000 родившихся составляло соответственно 6,4 и 37,9 человека.

Одно из направлений изучения смертности населения— анализ причин смертности. Группировка данных о причинах смертности производится на основе международной классификации причин смертности (табл. 12.4).

Таблица 12.4

Смертность населения по основным классам причин смертности<sup>1</sup>

	Число умерших на 100 тыс. человек в 1998 г.	1999 г.		
		Число умерших		
		на 100 тыс. человек	в % к общему числу умерших	в % к предыдущему году
Всего умерших от всех причин	1361	1472	100,0	108,5
В том числе:				
от болезней системы кровообращения	749	813	55,2	108,5
от новообразований	203	205	13,9	100,9
от несчастных случаев, отравлений, травм	188	202	13,7	107,4
от болезней органов дыхания	57	64	4,3	112,2
от болезней органов пищеварения	38	42	2,9	110,5
от инфекционных и паразитарных болезней	19	24	1,6	126,3

Основной причиной смертности является смертность от болезней системы кровообращения (55,2%). При этом только за один год показатель смертности по этой причине вырос на 8,5%. Показатели смер-

<sup>1</sup> Россия в цифрах. 2000. С. 71.

ности растут по всем основным причинам, в большей степени— от инфекционных и паразитарных болезней (на 26,3%) и болезней органов дыхания (на 12,2%).

Уровень смертности отдельных возрастных групп характеризуют *возрастные коэффициенты смертности*, которые принято отражать в так называемых *таблицах смертности*. В табл. 12.5 приведен макет таблицы смертности, в котором показаны взаимосвязь и порядок расчета ее основных показателей.

Таблица 12.5

Макет таблицы смертности

Возраст в годах	Число доживающих до возраста $x$ лет	Число умирающих при переходе от возраста $x$ к возрасту $(x + 1)$ лет	Вероятность умереть в течение предстоящего года	Вероятность дожить до возраста $(x + 1)$ лет	Число живущих в возрасте $x$ лет	Число предстоящих человеко-лет жизни	Средняя продолжительность жизни
$x$	$l_x$	$d_x$	$q_x = \frac{d_x}{l_x}$	$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}$	$L_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2}$	$T_x = \sum_x^w L_x$ , <small><math>w</math>— предельный возраст.</small>	$e_x = \frac{T_x}{l_x}$

Таблицы смертности составляются в целом по стране и по отдельным регионам для всего населения, отдельно для городского и сельского, для мужчин и женщин. Данные таблиц смертности используются для всестороннего анализа изменения численности населения за счет смертности, позволяют определять среднюю ожидаемую продолжительность предстоящей жизни при рождении и для отдельных возрастных групп. *Ожидаемая продолжительность жизни при рождении*— это число лет, которое предстояло бы прожить человеку из поколения родившихся при условии, что на протяжении всей жизни этого поколения повозрастная смертность останется на уровне того года, для которого вычислен показатель. Неблагоприятные изменения в смертности ухудшили показатели ожидаемой продолжительности жизни. В 1999 г. она составила у мужчин 59,6 года, у женщин— 71,7 лет (в 1992 г.— соответственно 62,0 и 73,8 года). По разнице в продолжительности жизни у мужчин и женщин Россия занимает первое место среди стран, публикующих статистику смертности, при этом разница почти в 2 раза выше, чем в развитых странах.

На основе таблиц смертности с помощью так называемого *метода возрастных передвижек* осуществляются перспективные расчеты общей численности населения и численности отдельных возрастных групп. Для перспективных расчетов методом возрастных передвижек необходимо численность каждого возраста умножить на соответствующий коэффициент дожития  $P_x$ , в результате чего определяется численность населения возраста  $(x + 1)$  лет через год.

Коэффициент дожития, или коэффициент передвижки, определяется путем сопоставления числа живущих в двух смежных возрастных группах ( $x$  и  $(x+1)$  лет) по данным таблиц смертности.

$$P_x = \frac{L_{x+1}}{L_x}$$

Число живущих в возрасте  $x$  лет ( $L_x$ ) отражает среднюю величину из числа доживающих до возраста  $x$  лет и до возраста  $(x+1)$  лет. Для всех возрастов, кроме первого, он рассчитывается по формуле:

$$L_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2}$$

Покажем схему подобных прогнозов на условном примере.

Предположим, в городе N-ске решается вопрос о необходимости строительства в ближайшие годы новой начальной школы. Имеющиеся в городе учебные площади соответствуют 360 класс-комплектам, при условии, что число мест в каждом классе не будет превышать 25. Для определения потребности в ученических местах необходимо рассчитать перспективную численность учащихся 1–3-х классов, т. е. детей 7-, 8- и 9-летнего возраста, на ближайшие несколько лет.

Для осуществления прогноза, например, на 5 лет нам потребуются численности детей по отдельным возрастным группам начиная с 2-летнего возраста (через 5 лет это будет категория первоклассников), а также показатели доживаемости из таблиц смертности, составленных для данного региона.

На основе показателей доживаемости рассчитаем коэффициенты возрастных передвижек для интересующих нас возрастов. Все вычисления удобно выполнять в табличной форме (табл. 12.6).

Таблица 12.6

Расчет коэффициентов передвижек

Возраст $x$ лет	Число доживающих ( $l_x$ )	Число живущих ( $L_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2}$ )	Коэффициент передвижки ( $P_x = L_{x+1} : L_x$ )
2	98 369	98 347	0,99960
3	98 324	98 308	0,99958
4	98 292	98 267	0,99946
5	98 242	98 214	0,99940
6	98 186	98 159	0,99948
7	98 132	98 108	0,99869
8	98 084	97 979	0,99982
9	97 976	97 961	...
10	97 946	...	...

Прогноз численности учащихся начальной школы осуществим в табл. 12.7.

Таблица 12.7

Расчет перспективной численности методом передвижки возрастов

Возраст	Численность детей на начало 2001 г.	Коэффициент передвижки $P_x$	Перспективная численность на начало года				
			2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
2	3208	0,99960	—	—	—	—	—
3	3040	0,99958	3207	—	—	—	—
4	3065	0,99946	3039	3205	—	—	—
5	2916	0,99940	3063	3037	3204	—	—
6	3003	0,99948	2914	3061	3035	3203	—
7	3080	0,99848	3001	2914	3060	3033	3201
8	2880	0,99982	3076	2997	2913	3056	3032
9	2790	...	2789	3079	2997	2912	3055
Возможная перспективная численность учащихся начальной школы (численность детей 7-, 8- и 9-летнего возраста)			8866	8990	8970	9011	9288
Потребность в класс-комплектах (численность учащихся : 25)			355	360	359	360	372

Таким образом, при сохранении существующей демографической ситуации в городе необходимость в расширении числа ученических мест в начальной школе возникнет в городе не раньше 2006 г., когда потребуется дополнительно 12 класс-комплектов сверх имеющихся в городе. Именно к этому времени и должно быть запланировано строительство новой начальной школы.

Расчеты перспективной численности методом возрастных передвижек на основе данных таблиц смертности широко используются на практике. Для определения численности трудовых ресурсов в регионе необходимо знать перспективную численность молодежи, вступающей в трудоспособный возраст, а также численность лиц, выходящих на пенсию по возрасту. Прогнозирование числа лиц последней категории учитывается также при планировании программ пенсионного обеспечения. Для прогнозов основных тенденций естественного воспроизводства не обойтись без перспективной численности женщин фертильного возраста и т. д.

Данные таблиц смертности используются не только для демографических и социально-экономических прогнозов. Специальную отрасль знаний в современном мире представляют *актуарные расчеты* — система математико-статистических методов, позволяющая определить размеры страховых тарифов, фондов, резервов в долгосрочных операциях страхования жизни. Вся методология актуарной науки базируется на «двух китах» — демографии и теории долгосрочных фи-

нансовых исчислений. Появление несколько веков назад накопительного страхования жизни — одного из первых в истории видов страхования — стало возможным благодаря построению первых таблиц смертности населения.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Что изучает демография?
2. Охарактеризуйте основные источники сведений о населении.
3. Укажите, в чем заключается практическая значимость демографических данных.
4. Как рассчитывается среднегодовая численность населения?
5. Что такое демографическое старение и с помощью каких показателей можно оценить этот процесс?
6. Что такое естественное движение населения? Назовите основные абсолютные и относительные показатели естественного движения населения.
7. Какие показатели используются для характеристики механического движения населения?
8. В чем отличие общих и частных показателей демографической статистики?
9. Как рассчитывается и что характеризует коэффициент младенческой смертности?
10. Как рассчитывается перспективная численность населения?

### СТАТИСТИКА ТРУДА

#### 13.1. Задачи и источники данных статистики труда

**Статистика труда занимается количественной характеристикой закономерностей массовых явлений и процессов в области воспроизводства трудового потенциала общества и эффективности его использования.**

В соответствии с международными стандартами в статистике труда принято выделять следующие разделы:

статистика экономически активного населения, занятости и безработицы;

статистика использования рабочего времени;

статистика производительности труда;

статистика стоимости рабочей силы и заработной платы;

статистика трудовых конфликтов;

статистика производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Задачи статистики труда многообразны. Это измерение трудовых ресурсов в целях их макроэкономического анализа и планирования развития, исследование проблем занятости и безработицы, спроса и предложения на рынке труда, мобильности трудовых ресурсов, расходов на рабочую силу и т. д. На уровне отдельных предприятий и организаций показатели статистики труда призваны дать характеристику численности и состава персонала, оценить текучесть, показать, как эффективно используется рабочее время, из чего складываются издержки на рабочую силу и др.

Данные статистики труда всегда востребованны. Они нужны государству для построения прогнозов и для разработки на их основе стратегии занятости населения и развития рынка труда; потенциальным инвесторам — при решении вопросов соответствия рабочей силы того или иного региона или предприятия требуемым характеристикам (образовательным, профессиональным и др.); профессиональным образовательным учреждениям — для формирования профессиональной структуры подготовки специалистов, отвечающей потребностям рынка; конкретным предприятиям — для выработки кадровой политики, анализа и изыскания резервов улучшения использования рабочей силы, отдельным лицам — чтобы быстро и эффективно найти новую работу, разумно строить и организовывать свою переподготовку и повышение квалификации.

Решение задач, стоящих перед статистикой труда, требует соответствующей информационной базы, построенной на основе различных источников и каналов поступления информации.

В статистике труда традиционно используются данные переписей населения, выборочных обследований и переписей предприятий, административная статистика, текущая отчетность предприятий и организаций по труду. Основными формами статистической отчетности по труду на сегодняшний день являются унифицированная ежемесячная форма статистической отчетности № П-4 «Сведения о численности, заработной плате и движении работников» и годовая форма № 1-Т «Сведения о численности и заработной плате работников по видам деятельности». В 90-е годы в связи с переходом к рыночной экономике и появлением новых проблем на рынке труда, требующих своего решения, в статистике труда появились новые для отечественной статистической практики разделы и организованы дополнительные источники получения информации.

В 1991 г. на базе действовавших центров и бюро по трудоустройству граждан была организована Государственная служба занятости. Службы занятости ведут первичный учет граждан, обратившихся в службы занятости в поисках работы (карточка персонального учета № 1) и за консультацией (карточка персонального учета № 2), представляют в органы государственной статистики отчеты о трудоустройстве и занятости населения с месячной, квартальной и полугодовой периодичностью. В месячной отчетности отражаются показатели, характеризующие общую численность граждан, обратившихся в службы занятости, численность зарегистрированных безработных, снятие их с учета в связи с трудоустройством, оформлением пенсии, направлением на профессиональное обучение и по другим причинам, а также информация о заявленных вакансиях на предприятиях и в организациях, о назначениях и выплатах пособий по безработице. Круг показателей квартальной и полугодовой отчетности дополнен социально-демографическими характеристиками граждан, обратившихся в службы занятости, распределением безработных по продолжительности безработицы, информацией о профессиональном обучении через службы занятости, о квотировании и содействии в сохранении и организации рабочих мест для обеспечения трудоустройства граждан, нуждающихся в социальной защите. Данные, содержащиеся в отчетности служб занятости, позволяют следить за изменениями, происходящими на официально зарегистрированном рынке труда.

Однако, как показывает мировой опыт, рынок труда функционирует не только в организованной, но и в неорганизованной форме. Численность официальной безработицы во всем мире в несколько раз ниже по сравнению с ее фактическим уровнем. Это обусловлено рядом причин: регистрация безработицы всегда в определенной степени ограничивается финансовыми возможностями служб занятости, существует неудовлетворенность предлагаемыми рабочими местами, а также нежелание многих граждан регулярно отмечаться, да и просто официально признать себя безработными.

Для всесторонней характеристики конъюнктуры рынка труда Международная организация труда (МОТ) рекомендует использовать выборочные обследования. В России первое полномасштабное обследование населения по проблемам занятости было проведено по состоянию на последнюю неделю октября 1992 г., и с этого времени проводится регулярно. С 1999 г. обследование организовано с квартальной периодичностью по состоянию на последнюю неделю 2-го месяца квартала. Выборка единиц наблюдения для квартальных обследований — 64–65 тыс. человек в возрасте от 15 до 72 лет<sup>1</sup> — для каждого последующего обследования заменяется новыми единицами, что позволяет за год охватить наблюдением 250–260 тыс. человек (0,24% общей численности населения экономически активного возраста). По субъектам Российской Федерации применяется разная доля отбора с учетом общей численности населения и размера изучаемой категории населения. Ожидаемая ошибка в выборке по показателю «уровень безработицы» в целом по России не превышает 3%.

Программа выборочного обследования по проблемам занятости состоит из нескольких тематических разделов:

а) *сведения о респондентах*: пол, возраст, семейное положение, гражданство, уровень образования, общее число членов домохозяйства, родственные отношения в домохозяйстве;

б) *наличие оплачиваемой работы или доходного занятия*: занятость в обследуемую неделю, включая наличие работы, которая временно не выполнялась;

в) *признаки, характеризующие основную работу*: вид экономической деятельности, занятие (профессия, должность), классификация по статусу занятых, количество привлекаемых наемных работников для работодателей, постоянная, временная работа, региональное месторасположение основной работы, нормальная и фактическая продолжительность рабочей недели, причины работы меньше нормальной продолжительности рабочей недели или временного отсутствия;

г) *сведения о второй работе*: наличие дополнительной работы, классификация по статусу занятых, вид экономической деятельности, занятие (профессия, должность), постоянная, временная работа, количество фактически отработанного времени на дополнительных работах, поиск или готовность к дополнительной занятости;

д) *поиск работы*: поиск работы лицами, не занятыми в обследуемую неделю, способы поиска работы, готовность приступить к работе, характер работы, к которой незанятый готов приступить, продолжительность поиска работы, регистрация в службе занятости в качестве безработного, получение пособия по безработице;

<sup>1</sup> 15 лет и 72 года — это минимальная и максимальная возрастные границы, принятые при измерении экономически активного населения в России и позволяющие учесть возможное участие на рынке труда подростков и пенсионеров.



е) *прошлая деятельность лиц, не занятых в обследуемую неделю*: наличие когда-либо работы у незанятых, вид деятельности и занятие (профессия, должность) по последнему месту работы, продолжительность периода незанятости, причины, по которым незанятые оставили последнее место работы, наличие специальности (профессия) у незанятых, не имеющих опыта работы;

ж) *сведения об экономически неактивных лицах*: социальный статус, причины отказа от поиска работы, причины неготовности приступить к работе;

з) *занятость производством товаров или услуг в домашнем хозяйстве*: занятость в обследуемую неделю производством продукции в личном подсобном хозяйстве, включая производство продукции для собственного потребления, основной вид производимой сельскохозяйственной продукции и отработанное время в обследуемую неделю в личном подсобном сельском хозяйстве, занятость производством в домашнем хозяйстве промышленных товаров или услуг для получения дохода или обмена, основной вид производимых в домашнем хозяйстве промышленных товаров и услуг и отработанное время на выполнение этих работ.

Материалы выборочного обследования по проблемам занятости позволяют учесть те категории занятого населения, которые не отражены в отчетности предприятий, т.е. занятость в неформальном секторе работающих по найму у физических лиц, работающих не по найму на собственных предприятиях и неоплачиваемых семейных работников. Выборочные обследования являются основным источником информации о размере и структуре фактической безработицы, причинах незанятости, способах и продолжительности поиска работы и многих других характеристиках рабочей силы.

Помимо обследований по проблемам занятости, в статистике труда широко используется информация других обследований, организованных в России в последние годы в соответствии с рекомендациями МОТ: выборочные обследования заработной платы работников по отдельным профессиям и должностям и отработанному времени по ведущим отраслям экономики (октябрьские обследования, форма № 53-Т); выборочные обследования организаций о составе затрат на рабочую силу (форма № 1 (рабочая сила)).

Систематическое наблюдение за трудовой миграцией ведется на основе данных миграционных служб — форма № 1Т (миграция) «Сведения о численности и составе российских работников, выехавших на работу за границу» и форма № 2Т (миграция) «Сведения о численности и составе иностранной рабочей силы».

С 1997 г. организовано статистическое наблюдение, осуществляемое по форме № 1-мониторинг «Сведения о деятельности организаций в социально-трудовой сфере». Данные мониторинга позволяют отслеживать изменения в заработной плате по отдельным категориям работников предприятий, распределение работников по размерам на-

численной заработной платы, движение работников и наличие вакансий, подготовку и повышение квалификации кадров, производственный травматизм.

Ежемесячный учет задолженности по заработной плате организован на базе данных формы № 3-Ф «Сведения о просроченной задолженности по заработной плате».

В соответствии с резолюцией 15-й Международной конференции статистиков труда «О статистике забастовок, локаутов и других действий, вызванных трудовыми конфликтами» введен учет информации о забастовочном движении — форма № 1-пр «Сведения о приостановке (забастовке) и возобновлении работы трудовых коллективов».

Информацию о состоянии рынка труда в России можно найти в статистических ежегодниках, а также в тематических сборниках «Труд и занятость в России», «Социальное положение и уровень жизни», в бюллетенях Госкомстата «Обследование населения по проблемам занятости».

### 13.2. Статистика экономически активного населения, занятости и безработицы

Основным показателем, используемым для характеристики рынка труда в отечественной статистике, до недавнего времени был показатель *трудовых ресурсов*. Эта категория определяется на основе баланса трудовых ресурсов и включает трудоспособное население в трудоспособном возрасте<sup>1</sup>, а также работающих подростков и лиц старше трудоспособного возраста.

Ратифицирование СССР в 1990 г. Конвенции МОТ № 160 «О статистике труда», принятой в 1985 г., обусловил переход отечественной статистики на международные статистические нормы в области изучения рынка труда. В соответствии с международными стандартами основными категориями для оценки рынка труда являются экономически активное население, занятые и безработные.

#### Экономически активное население

*Экономически активное население* — это часть населения в экономически активном возрасте от 15 до 72 лет, создающая рынок труда в части предложения рабочей силы для производства товаров и услуг. Экономически активное население включает две категории: занятые и безработные. Различают обычно активное население и экономически активное население в данный период (в настоящее время).

*Обычно активное население* включает лиц, чей статус (занятого или безработного) был определен исходя из длительного промежутка времени (как правило, это год).

<sup>1</sup> В КЗоТе РФ трудоспособный возраст установлен: 16–54 года — для женщин и 16–59 лет — для мужчин.

*Экономически активное население* в данный период охватывает лиц, которые работали или были безработными в течение короткого периода времени (недели или одного дня). Эту категорию называют также *рабочей силой*. Сравнивая численность экономически активного населения на определенную дату с общей численностью населения в возрасте 15–72 лет, получают характеристику *уровня экономической активности населения*. По оценкам, полученным в результате обследования по проблемам занятости в ноябре 2000 г., уровень экономической активности населения в возрасте 15–72 лет составил 63,2%.

В определенных аналитических целях рассчитывают также долю экономически активного населения в трудовых ресурсах и в общей численности населения.

*Экономически неактивное население* — это лица в возрасте 15–72 лет, не относящиеся в рассматриваемый период ни к занятым, ни к безработным. В России численность экономически неактивного населения достаточно велика. На конец ноября 2000 г. она составила 40,6 млн. человек, в том числе 19 млн. человек — лица в трудоспособном возрасте.

Изменение поведения экономически неактивного населения может существенно влиять на конъюнктуру рынка труда. Органы госстатистики постоянно публикуют данные о численности экономически неактивного населения и причинах его экономической пассивности. В составе экономически неактивного населения выделяют: учащихся и студентов дневной формы обучения; пенсионеров, вышедших на пенсию по возрасту, выслуге лет или на льготных условиях; инвалидов; лиц, получающих доход от собственности; домохозяйек и других лиц, не работающих и не ищущих работу по различным причинам.

**Статистика занятости.** Согласно Закону РФ «О занятости населения Российской Федерации» от 19 апреля 1991 г. занятость определяется как «деятельность граждан, связанная с удовлетворением личных и общественных потребностей, не противоречащая законодательству Российской Федерации и приносящая, как правило, им заработок, трудовой доход».

К *занятым* относятся лица от 16 лет и старше, а также лица младших возрастов, которые в рассматриваемый период:

а) выполняли работу по найму за вознаграждение, деньги (или с ними расплачивались в натуральной форме), а также иную работу, приносящую доход, самостоятельно или с компаньонами, как с привлечением, так и без привлечения наемных работников независимо от сроков получения непосредственной оплаты или дохода за свою деятельность;

б) временно отсутствовали на работе по причине: болезни или травмы; выходных дней; ежегодного отпуска; различного рода отпусков, как с сохранением, так и без сохранения содержания; отгулов; отпуска по инициативе администрации; забастовки и других причин;

в) выполняли работу без оплаты на семейном предприятии.

Занятые подразделяются на занятых в экономике, служителей религиозных культов, военнослужащих.

К *занятым в экономике* относятся лица, работающие на государственных предприятиях и в организациях, в кооперативах всех видов, на частных предприятиях и предприятиях со смешанной формой собственности, в фермерских (крестьянских) хозяйствах, занятые индивидуальной трудовой деятельностью (т. е. производством продукции для полной или частичной реализации) в личном подсобном хозяйстве и у отдельных лиц, а также занятые без оплаты на семейном предприятии.

*Служители религиозных культов* — лица, занятые в сфере религиозных культов (например, священник, пастор, раввин, мулла и др.).

*Военнослужащие* — лица кадровой и срочной военной службы. К ним не относятся лица, состоящие на службе в органах внутренних дел в качестве рядового или начальствующего состава, которым присвоены специальные звания милиции, внутренней службы, юстиции. Военнослужащие, проходящие обучение в военных учебных заведениях дневной формы обучения, не считаются занятыми. По мере перехода на контрактную форму службы военнослужащие будут приближаться по статусу к занятым в экономике.

**Статус в занятости.** Изучение состава занятых осуществляется в соответствии с Международной стандартной классификацией статуса в занятости (ICSE-93, в русской аббревиатуре — МСКЗ-93), принятой в 1993 г. на 15-й Международной конференции статистиков труда. На основе этой классификации Госкомстатом России утверждены Основные методологические положения по классификации статистических данных о составе рабочей силы, экономической активности и статусе в занятости. Согласно классификации выделяют следующие **категории занятого населения по статусу в занятости:**

1) *работающие по найму* (наемные работники) — лица, заключившие трудовой договор (контракт, соглашение) об условиях труда и его оплаты с руководителем предприятия любой формы собственности;

2) *работающие не по найму* — лица, занятые на собственных предприятиях. Среди работающих не по найму различают следующие группы:

работодатели — лица, управляющие собственным предприятием или работающие самостоятельно, при этом постоянно использующие труд наемных работников;

самостоятельно занятые — лица, работающие самостоятельно (или с компаньонами) и не использующие наемный труд на постоянной основе (за исключением случайных и сезонных работ)<sup>1</sup>;

члены коллективных предприятий (производственных кооперативов) — лица, работающие на данном предприятии и являющиеся од-

<sup>1</sup> В научных и методических материалах используются различные названия этой группы: самозанятые, лица, работающие на индивидуальной основе, лица, самостоятельно использующие свой труд, и др.

новременно его собственниками, совладельцами, принимающими активное участие в решении вопросов организации производства, сбыта продукции, распределения доходов предприятия;

неоплаченные работники семейных предприятий — лица, работающие без оплаты на семейном предприятии, которое возглавляет их родственник.

Лиц, информации о которых недостаточно, чтобы отнести их к одной из вышеперечисленных категорий, объединяют в группу *лиц, не поддающихся классификации по статусу*.

Большую часть всего работающего населения страны составляют наемные работники.

**Полная занятость.** Достижение полной и эффективной занятости является одной из важнейших задач социально-экономической политики государства. Задача статистической науки и практики — дать количественную характеристику этого процесса.

Понятие «полная занятость» не всегда трактовалось однозначно. В условиях централизованной планово-распределительной экономики полная занятость означала обеспечение рабочими местами всего трудоспособного населения. К концу 80-х годов занятость достигла сверхвысокого уровня и впоследствии стала называться «чрезмерной занятостью». Для неоправданно высокой занятости характерны неэффективное использование трудового потенциала, низкая мобильность трудовых ресурсов, дефицит рабочей силы определенных профессий и т. д.

В современной экономической теории под полной (оптимальной) занятостью понимается такое состояние экономики, при котором все желающие работать при сложившемся уровне реальной заработной платы имеют работу. При этом речь идет об удовлетворении спроса населения не просто на рабочие места, а на экономически целесообразные. Под *экономически целесообразным* подразумевается продуктивное рабочее место, позволяющее человеку реализовать свой личный интерес, добиться высокой производительности труда, используя достижения науки и техники, иметь достойный заработок, гарантирующий нормальное воспроизводство работника и членов его семьи. Таким образом, под *полной и эффективной занятостью* понимается соответствие спроса на экономически целесообразные рабочие места профессионально-квалификационной и образовательной структуре рабочей силы при условии минимизации социальных издержек.

**Показатели занятости.** Для количественной характеристики занятости используют систему различных показателей и распределений: общая численность занятых, уровень занятости, распределения занятого населения по формам собственности, отраслям и секторам экономики, уровню образования, профессиям и квалификации и др.

Общая численность занятого населения в нашей стране на конец ноября 2000 г. составляла 62,7 млн. человек. По сравнению с 1990 г.

численность занятых сократилась на 12,6 млн. человек, т. е. почти на 17%.

Уровень занятости чаще всего оценивают через *коэффициент занятости* ( $K_{зан}$ ), который определяется как отношение численности занятого населения ( $Z$ ) к общей численности экономически активного населения ( $ЭАН$ ).

$$K_{зан} = \frac{Z}{ЭАН} \cdot 100\%.$$

Ситуация на рынке труда в 90-х годах характеризовалась неуклонным падением удельного веса занятого населения в общей численности экономически активного населения: в 1992 г. — 94,8%, в 1995 г. — 90,5%, в 1999 г. — 87%. В 2000 г. был отмечен рост уровня занятости до 90% общей численности экономически активного населения. В бюллетенях Госкомстата по результатам выборочных обследований по проблемам занятости публикуется показатель уровня занятости, рассчитанный по отношению к численности населения в возрасте 15–72 лет. В ноябре 2000 г. он составил 56,8%.

Для аналитических целей рассчитываются также *доля занятого населения в общей численности населения* (уровень занятости населения профессиональным трудом) и *доля занятого населения в общей численности трудовых ресурсов* (уровень занятости трудоспособного населения). Динамика первого показателя в концентрированном виде отражает влияние на занятость демографических процессов (в первую очередь изменение рождаемости и смертности). Уровень занятости трудоспособного населения выражает несоответствие потребности общества в рабочих местах, с одной стороны, и потребности населения в рабочих местах — с другой. В последние годы уровень занятости трудоспособного населения не превышал 80%.

Для изучения состава занятого населения используются различные группировки (распределения).

Распределение работающих *по отраслям экономики* — одна из важнейших характеристик уровня экономического развития общества. Каждой стадии экономического развития соответствуют вполне определенные пропорции трудового потенциала. В странах, находящихся на стадии индустриального развития, преобладает численность занятых в материальном производстве, в постиндустриальном обществе больше занятых в сфере услуг. Высокая доля занятых в сфере услуг сегодня имеет место в большинстве развитых стран. Так, например, в США в сфере услуг трудится примерно 75% населения, 80% работников умственного труда и производится около 80% валового внутреннего продукта страны.

В России структура распределения занятых по отраслям экономики в последние годы претерпела существенные изменения (табл. 13.1).

Таблица 13.1

Распределение занятых по отраслям экономики в России<sup>1</sup>

(%)

	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Всего занято в экономике	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,0	100,0	100,0
В том числе:	29,6	29,4	27,1	25,9	24,8	23,0	22,2	22,2
Промышленность								
Сельское хозяйство	14,0	14,3	15,1	14,7	14,0	13,3	13,7	13,4
Строительство	11,0	10,1	9,9	9,3	8,9	8,7	7,9	7,7
Транспорт и связь	7,8	7,6	7,8	7,9	7,9	7,9	7,6	7,6
Торговля и общественное питание	7,9	9,0	9,5	10,1	10,3	13,5	14,5	14,9
Здравоохранение и образование	14,8	14,7	15,5	16,0	16,3	16,1	16,3	16,5
Наука и научное обслуживание	3,2	3,2	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	2,0
Управление	1,9	2,1	2,2	2,8	4,0	4,0	4,4	4,4
Финансы, кредит, страхование	0,7	0,8	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
Другие отрасли	9,0	8,8	9,0	9,6	10,3	10,1	10,3	10,2

Как видно из табл. 13.1, доля занятых в материальном производстве значительно сократилась, прежде всего в промышленности и строительстве. Структурная перестройка экономики, развитие инфраструктуры рынка вызвали приток рабочей силы в финансово-кредитную сферу, торговлю, сферу управления. К негативным тенденциям последних лет следует отнести сокращение занятости в отраслях, обеспечивающих научно-технический прогресс общества, в частности в науке и научном обслуживании. Только за 1992–1999 гг. численность занятых в этой отрасли уменьшилась почти наполовину – с 2307 до 1261 тыс. человек.

Внедрение в статистическую практику новых экономических классификаторов, в том числе ОКДП (Общероссийского классификатора видов экономической деятельности, продукции и услуг) взамен устаревшего ОКОНХ (Общероссийского классификатора отраслей народного хозяйства), отвечает требованиям современного разделения труда. В соответствии с ОКДП занятые распределяются по следующим видам экономической деятельности:

- сельское хозяйство, охота, лесоводство;
- рыболовство;
- горнодобывающая промышленность и разработка карьеров;
- обрабатывающая промышленность;

- электроэнергия, газ и водоснабжение;
- строительство;
- оптовая и розничная торговля, ремонт автомобилей, бытовых приборов и предметов личного пользования;
- транспорт, складское хозяйство и связь;
- гостиницы и рестораны;
- финансовое посредничество;
- деятельность по операциям с недвижимым имуществом и арендой, исследовательская и коммерческая;
- государственное управление и оборона, обязательное социальное страхование;
- образование;
- здравоохранение и социальные услуги;
- деятельность по представлению коммунальных, социальных и персональных услуг;
- деятельность по ведению частных домашних хозяйств с наемным обслуживанием;
- деятельность экстерриториальных организаций и органов.

Распределение занятых по формам собственности отражает важнейшие структурные изменения в экономике, разгосударствлении предприятий, формировании частной собственности (табл. 13.2).

Таблица 13.2

Среднегодовая численность занятых в экономике по формам собственности<sup>1</sup>

(%)

	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Всего занято в экономике	100	100	100	100	100	100	100	100
В том числе по формам собственности:								
Государственная и муниципальная	68,9	53,0	44,7	42,1	42,0	40,1	38,1	37,0
Собственность общественных объединений (организаций)	0,8	0,9	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7
Частная	19,5	28,1	33,0	34,4	35,6	39,9	43,2	45,3
Смешанная российская (без иностранного участия)	10,5	17,6	21,1	22,2	21,0	18,3	16,4	15,0
Смешанная с совместным российским и иностранным участием и иностранная	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	2,0

С начала 90-х годов происходит значительное сокращение численности работающих на государственных и муниципальных предприятиях. Однако вплоть до 1998 г. эти предприятия обеспечивали рабочи-

<sup>1</sup> Россия в цифрах. 2000. С. 79.<sup>1</sup> Россия в цифрах. 2000. С. 77.



ми местами большую часть занятых. В 1998 г. численность занятых на частных предприятиях впервые превысила численность на государственных предприятиях. В 1999 г. на частных предприятиях работало уже 29,25 млн. человек, или 45,3% занятого населения.

Большое практическое значение имеет изучение *профессионально-квалификационной* структуры работающего населения. Эта информация необходима для оценки структурной сбалансированности спроса и предложения на рынке труда, разработки программ подготовки, переподготовки и повышения квалификации. Специфика профессионально-квалификационной структуры занятого населения в России до недавнего времени выражалась высокой долей занятых неквалифицированным трудом, преобладанием среди специалистов с высшим и средним образованием кадров технического профиля и недостатком специалистов гуманитарных специальностей. Первая особенность сохранилась по сей день. На конец ноября 1999 г. неквалифицированными работами было занято 8250 тыс. человек, практически 14% занятого населения. А вот профессиональная структура занятого населения значительно изменилась. Учебные заведения среднего и высшего образования кардинально пересмотрели структуру подготовки специалистов. В соответствии со спросом на рынке труда была расширена подготовка специалистов в области финансов, юриспруденции, менеджмента, бухгалтерского учета, и сегодня в некоторых регионах уже наблюдается переизбыток этих категорий специалистов.

**Неполная занятость.** Экономический кризис в России вызвал появление *неполной занятости*. Различают видимую и скрытую неполную занятость.

*Видимая неполная занятость* характеризуется численностью работников, занятых в течение неполного рабочего времени (сокращенного рабочего дня или сокращенной рабочей недели) по сравнению с нормой рабочего времени, установленной законодательством или обычным внутренним распорядком, графиком для данного предприятия. К не полностью занятым относят также лиц, находящихся в отпусках по инициативе администрации. Причин видимой неполной занятости несколько, главная — это падение объемов производства вследствие кризисного состояния предприятий.

*Скрытая (невидимая) неполная занятость* оценивается числом лиц, формально занятых полный рабочий день, но имеющих крайне низкий доход (ниже прожиточного минимума). Нежелание или неспособность нанимателей нормально оплачивать труд данной категории работников свидетельствует либо о фиктивном характере их рабочих мест, либо о недоиспользовании трудового потенциала по разным причинам (неполное использование квалификации работников, низкая производительность труда и пр.).

Работающие в режиме неполной занятости (видимой и скрытой) совместно с безработными составляют так называемую *критическую зону рынка труда*.

Органами госстатистики в настоящее время ведется учет только видимой неполной занятости. В отчетности крупных и средних предприятий по труду содержатся данные о численности работников, занятых неполный рабочий день или неполную рабочую неделю, находящихся в отпусках без сохранения или с частичным сохранением заработной платы, а также о неотработанном ими времени (в человеко-часах). Оценить размеры скрытой неполной занятости возможно лишь с помощью специальных выборочных наблюдений по вопросам занятости.

**Вторичная занятость.** Существование неполной занятости служит объективной базой вторичной занятости, под которой понимают дополнительное (вторичное) использование рабочей силы, уже вовлеченной в трудовую деятельность.

Развитие вторичной занятости приобрело значительные масштабы с начала 90-х годов, когда были сняты запреты и ограничения на совместительство. По оценкам ВЦИОМа, в середине 90-х годов в дополнительную трудовую деятельность было вовлечено 15–20% занятого населения. Основная мотивация вторичной занятости — стремление повысить свой доход. Доля доходов от вторичной занятости в семейном бюджете составляет около 20%. Для некоторых вторичная занятость рассматривается как возможность изменить свой трудовой и социальный статус. Однако большинство лиц, имеющих вторичную занятость, даже при условии ее более высокой доходности предпочитают сохранять за собой основную работу. Во многом это связано с боязнью потери льгот, трудового стажа, нестабильностью дополнительной работы. Но главная причина заключается в особенностях и характере вторичной занятости. Значительная часть рабочих мест вторичной занятости характеризуется низким качеством, не требует высокой квалификации и развитых профессиональных навыков.

К наиболее распространенным профессиям в сфере вторичной занятости относятся: уборщицы, охранники, прислуга в гостиницах, продавцы, преподаватели, уличные торговцы, торговые посредники, менеджеры торговых фирм, плотники и столяры, бухгалтеры, парикмахеры, массажисты, врачи. Как видно из перечня профессий, вторичная занятость особенно распространена в сфере услуг и гораздо меньше охватывает производственную сферу (4–8% общего числа лиц, имеющих дополнительную работу).

Возможность получения вторичной занятости зависит не столько от профессии работника (результаты опросов показывают, что только 1/3 вторично занятых трудится по той же специальности, что и на основной работе, 2/5 опрошенных указывают, что вторичная занятость вообще не требует профессиональной подготовки), сколько от уровня его мобильности, социального статуса, пола, возрастных характеристик.

Вторичная занятость выполняет в целом позитивные функции на рынке труда. Для отдельных граждан это — источник значительной части доходов, для предприятий — способ сохранения основного ядра кол-

лектива и снижения текучести кадров, для государства в целом — амортизатор социальной напряженности. Вместе с тем вторичная занятость имеет и негативные последствия, прежде всего для самих работников. Интенсификация труда в условиях ненормируемого времени приводит к потере трудоспособности, неизбежно отражается на профессиональном мастерстве, смещении мотивационных аспектов в сторону материальных, влияет на семейные отношения работника и т. д.

В целом для рынка труда негативные последствия вторичной занятости выражаются в ее влиянии на рост безработицы: в условиях ограниченного количества рабочих мест наиболее мобильная часть работников заполняет более одного места, дополнительно обостряя проблему несоответствия спроса и предложения рабочей силы. Желаящие иметь дополнительную работу, как правило, решают вопросы трудоустройства самостоятельно. Вместе с тем, как свидетельствует статистика, на фоне общего сокращения обращений в службы занятости в поисках работы (с 5122,4 тыс. в 1995 г. до 4299,6 тыс. человек в 1999 г.) число обращений граждан, занятых трудовой деятельностью и желающих работать в свободное от основной работы время, возросло с 19,3 тыс. в 1995 г. до 28,3 тыс. человек в 1999 г. (на 47%). При этом, если из общего числа не занятых трудовой деятельностью и обратившихся в службы занятости было трудоустроено в 1999 г. только 58%, то из желающих работать в свободное время нашли дополнительную работу 78%.

**Неформальная занятость.** *Неформальная занятость* — это официально незарегистрированная экономическая деятельность. По определению МОТ к неформальной занятости относится незарегистрированная деятельность мелких хозяйственных единиц, производящих и распределяющих товары и услуги и состоящих главным образом из независимых, самостоятельно занятых производителей, которые могут использовать также труд членов семьи или наемных работников. Основные признаки неформальной занятости: отсутствие регистрации, малый масштаб деятельности, низкий уровень организации и производительности труда, статистическая невидимость, выход за рамки законности (уклонение от уплаты налогов, отчислений в различные фонды, несоблюдение законов о труде и др.). Неформальная занятость существует во всех странах, но в разных масштабах и формах. Как правило, в развитых странах доля неформального сектора значительно ниже, чем в развивающихся.

В России неформальная занятость связана не только с необходимостью получать дополнительные доходы, но и с желанием избежать уплаты налогов и бюрократических процедур. Масштабы неформальной занятости тесно связаны с размерами неполной занятости (видимой и скрытой). Низкая заработная плата, ее систематические задержки, незагруженность на основной работе создают условия для неформальной занятости.

Для изучения неформальной занятости используются различные группировки:

отраслевая или по *видам занятости*. Наиболее распространены в неформальном секторе уличная торговля, пошив и ремонт одежды, ремонт автомобилей, строительство и ремонт жилья, «челночный бизнес», репетиторство и др.;

организационная, отражающая форму существования неформальной деятельности. Выделяют индивидуально занятых; работников и владельцев незарегистрированных производственных хозяйственных единиц; официально неоформленных работников зарегистрированных предприятий; работников, осуществляющих неучтенную деятельность на своем рабочем месте;

по роли неформальной занятости в доходах. Различают лиц, получающих только неформальные доходы; лиц, для которых неформальные доходы основные; лиц, для которых неформальные доходы не основные.

Роль неформальной занятости нельзя оценивать однозначно. С одной стороны, она является одним из элементов рыночного саморегулирования экономики, сдерживает падение уровня жизни населения и рост безработицы. С другой стороны, государство недополучает средства в результате укрытия от налогов; лица, занятые в неформальном секторе, не имеют никаких социальных гарантий; потребители страдают из-за отсутствия контроля качества товаров и услуг, производимых в неформальном секторе.

В соответствии с версией СНС-93 неформальный сектор должен учитываться при построении Системы национальных счетов. Предприятия неформального сектора представляют собой подкатегорию предприятий домашних хозяйств (т. е. некорпоративных предприятий). Сбор информации о неформальном секторе затруднен и до сих пор методологически не проработан. Возможны два пути измерения неформального сектора: на основе косвенных оценок и методом прямых обследований. Специалисты отдают предпочтение второму методу, поскольку он дает более точную, полную, структурированную информацию. Кроме того, подобные обследования могут быть организованы на базе существующих выборочных обследований по проблемам занятости путем включения дополнительного модуля (раздела).

Несмотря на наличие общих черт между неформальным сектором и теневой экономикой, их все же следует различать. Теневая экономика преследует цели получения сверхприбыли, зачастую связана с незаконными видами деятельности, в то время как основная мотивация неформальной занятости — это отсутствие другого способа обеспечить достаточный доход, желание независимости. Мировой опыт показывает, что масштабы неформальной занятости, как правило, сокращаются при создании благоприятных условий для развития малого и среднего предпринимательства.

## Статистика безработицы

**Безработица** – это такое социально-экономическое явление, когда часть экономически активного населения не может применить свою рабочую силу.

В зависимости от причин, вызывающих безработицу, выделяют фрикционную, структурную и циклическую безработицу.

**Фрикционная безработица** – это временное отсутствие занятости при переходе работника с одного предприятия на другое. Эта безработица связана с текучестью рабочей силы и обусловлена инициативой самих работников, поиском лучшего места работы.

**Структурная безработица** – это отсутствие достаточного спроса на данный труд в данной сфере хозяйственной деятельности. Она обусловлена изменениями в структуре спроса на конкретные виды труда.

Отличие фрикционных безработных от структурных в том, что знания, опыт, навыки первых остаются востребованными, а трудоустройство вторых возможно лишь после соответствующей переподготовки.

**Циклическая безработица** связана с отсутствием достаточного спроса на труд вообще и обусловлена наступлением фазы спада экономического производства.

Абсолютное отсутствие безработицы считается невозможным, да и ненужным. Фрикционная и структурная безработицы в рыночной экономике рассматриваются как органически присущие ей элементы. Исходя из их величин определяется естественная норма безработицы.

**Естественная норма безработицы** – это такой ее уровень, который удерживает неизменным уровень реальной заработной платы и цен при нулевом росте производительности труда. На практике она исчисляется суммированием уровней фрикционной и структурной безработицы.

В зарубежной экономической литературе распространена точка зрения о том, что полная и эффективная занятость достигается при наличии естественной нормы безработицы, которая сегодня в развитых странах определяется уровнем 5–6% экономически активного населения. Ряд экономистов предлагают считать норму естественной безработицы по ее уровню в условиях неускоряющейся инфляции. Однако в России использование нормы безработицы (как, впрочем, и сам ее расчет) для оценки полной и эффективной занятости весьма проблематично, поскольку не завершена структурная перестройка, нестабильна инфляция, велика скрытая безработица.

**Скрытая безработица** – синоним неполной занятости, т. е. это использование рабочей силы неполный рабочий день, неполную рабочую неделю, с меньшей интенсивностью и т. д. В экономической литературе иногда подобную неполную занятость трактуют как *потенциальную безработицу*.

Статистический анализ безработицы предполагает определение численности безработных, уровня безработицы, а также оценку их динамики.

**Определение численности безработных.** К безработным относятся лица 16 лет и старше, которые в рассматриваемый период:

а) не имели работы (доходного занятия);

б) занимались активным поиском работы (обращались в службы занятости, непосредственно к администрации предприятия, помещали объявления в печати или предпринимали шаги к организации своего бизнеса);

в) были готовы приступить к работе.

При отнесении того или иного лица к безработным должны присутствовать все три критерия. Безработными считаются также лица, обучающиеся по направлению служб занятости или выполняющие оплачиваемые общественные работы по направлению служб занятости, учащиеся, студенты, пенсионеры и инвалиды, которые занимались поиском работы и были готовы к ней приступить.

Описанные выше критерии отнесения к безработным соответствуют методологии определения численности безработных, предложенной Международной организацией труда. Подсчет безработных по методу МОТ может быть осуществлен лишь на базе периодических выборочных обследований (опросов населения) по проблемам занятости, организуемых Госкомстатом. По данным обследования, на конец ноября 2000 г. общая численность безработных в России составляла 7 млн. человек.

Министерство труда и социального развития ведет учет безработных через государственные службы занятости. В соответствии с Законом РФ «О занятости населения в Российской Федерации» от 19 апреля 1991 г. безработными признаются трудоспособные граждане, не имеющие работы, ищущие работу; готовые к ней приступить и в установленном порядке зарегистрированные в органах службы занятости. Так определяют численность *официальных безработных*. На фоне роста численности безработных, определенной по данным опросов населения, численность официальной безработицы в России с 1997 г. снижается (табл. 13.3). Если на конец 1996 г. в службах занятости было зарегистрировано 37,2% общего числа безработных, то в 1999 г. доля зарегистрированных безработных составила всего 13,9%.

Таблица 13.3

Численность безработных<sup>1</sup>

	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
По данным обследований населения по проблемам занятости								
Общая численность безработных, тыс. человек	3877,1	4304,9	5702,4	6711,9	6732,4	8058,1	8876,2	9069,5
в % к экономически активному населению (уровень безработицы)	5,2	5,9	8,1	9,5	9,7	11,8	13,3	13,0

<sup>1</sup> Россия в цифрах. 2000. С. 76, 84.

	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
По данным Министерства труда и социального развития Российской Федерации (на конец года)								
Численность безработных, зарегистрированных в органах государственной службы занятости, тыс. человек	577,7	835,5	1636,8	2327,0	2506,0	1998,7	1929,0	1263,4
в % к общей численности безработных	14,9	19,4	28,7	34,7	37,2	24,8	21,7	13,9

Наряду с абсолютной численностью общей и официальной безработицы принято определять их *уровень*, т. е. долю в экономически активном населении (ЭАН) по состоянию на определенную дату. Соответствующие отношения называются *коэффициентом безработицы* (по МОТ) и *коэффициентом официальной безработицы*.

$$K_{\text{без (по МОТ)}} = \frac{\text{Общая численность безработных}}{\text{ЭАН}} \cdot 100\%,$$

$$K_{\text{без оф.}} = \frac{\text{Численность официальных безработных}}{\text{ЭАН}} \cdot 100\%.$$

На конец ноября 2000 г. уровень безработицы по МОТ составил в России 10%.

Между коэффициентом безработицы (по МОТ) и коэффициентом занятости существует взаимосвязь:

$$K_{\text{без (по МОТ)}} + K_{\text{зан}} = 100.$$

*Состав безработных* изучается с помощью различных группировок по полу, возрасту, семейному положению, продолжительности безработицы, по наличию прошлого опыта работы и обстоятельствам незанятости. Учет этих характеристик необходим, поскольку безработица имеет разные социально-экономические последствия для отдельных категорий населения.

Анализ распределения безработных по полу опровергает весьма распространенный тезис о том, что у безработицы «женское» лицо. В общей численности безработных доля мужчин всегда превышала долю женщин, в 2000 г. доля безработных мужчин составляла 54,3%. Однако среди официальных безработных преобладали женщины — 69,7%. Это свидетельствует о том, что женщины испытывают больше трудностей в решении проблемы трудоустройства, а безработные мужчины чаще пытаются трудоустроиться самостоятельно.

О неравном положении мужчин и женщин на рынке труда говорит и тот факт, что, несмотря на более высокий уровень образования, труд безработных женщин остается невостребованным. Вышее и неполное высшее образование, по данным обследования в ноябре 2000 г., имели 18,5% безработных женщин и 12,4% безработных муж-

чин, среднее профессиональное образование — соответственно 26,2 и 19,3%.

Возрастной состав безработных отражает проблемы трудоустройства молодежи. Средний возраст безработных — 35,1 года. Доля молодежи до 30 лет составляет 37,7% общей численности безработных, в то время как их доля в общей численности занятых — 23,6%. Доля же безработных старших возрастов (старше 50 лет) гораздо ниже их доли в численности занятых (соответственно 12,2 и 17,9%). Следовательно, наличие опыта работы является одним из факторов, повышающим вероятность трудоустройства. Вместе с тем в 2000 г. 18,1% безработных не имели опыта работы.

Ситуация на рынке труда характеризуется увеличением числа лиц, продолжительное время не имеющих работы, и их доли в общей численности безработных. Под *продолжительностью безработицы* понимается длительность периода, в течение которого безработный ищет работу. Различают продолжительность незавершенной безработицы — время с момента начала поиска работы до рассматриваемого периода (момента опроса), и продолжительность законченной безработицы — время с начала поиска работы до момента трудоустройства. К длительной безработице относят безработицу в течение 12 месяцев и более. Удельный вес длительно безработных постоянно растет. В ноябре 2000 г. 42,3% имели стаж пребывания в состоянии безработицы более одного года.

Наряду с информацией о безработных службы занятости собирают информацию о потребности предприятий и организаций в рабочей силе. В частности, определяется заявленная предприятиями и организациями потребность в работниках — *число вакансий* (вакантных мест). На основе этих данных рассчитывают величину *спроса на рабочую силу* — общее число рабочих мест, равное сумме фактической численности работающих и числа вакантных мест.

Сбалансированным рынок труда является в том случае, если в нем количество вакантных мест приблизительно совпадает с количеством безработных. Подобное состояние еще не означает достижения профессионально-квалификационного соответствия, а лишь свидетельствует о количественном совпадении спроса и предложения, для оценки которого рассчитывают *коэффициент напряженности на рынке труда* — отношение числа безработных к численности заявленных вакансий.

Увеличение спроса на рабочую силу привело к тому, что численность ищущих работу сегодня меньше числа вакантных мест, заявленных работодателями. Несоответствие спроса и предложения носит структурный характер. Особенно эта проблема характерна для монопромышленных регионов и городов, где сформировалась специфическая профессионально-квалификационная структура рабочей силы.

Наибольшим спросом на рынке труда пользуются рабочие профессии (например, в Санкт-Петербурге — 84% всех вакансий). По дан-



ным Центра стратегического анализа общественных процессов, особо дефицитными специальностями являются водители, газоэлектросварщики, все строительные специальности, машинисты различных установок, слесари, электрики, токари, фрезеровщики, швеи, продавцы, повара, медсестры и т. д. Во всех крупных городах остро стоит проблема неудовлетворенности спроса на малоквалифицированную рабочую силу — санитаров, дворников, вахтеров, грузчиков, сторожей, неквалифицированных рабочих. Трудоустройство по этим профессиям сдерживается их непривлекательностью в силу тяжелых (или вредных) условий труда, а также низкой заработной платой, которую предлагают работодатели.

В условиях отраслевой перестройки, формирования многоукладной экономики, технического прогресса одной из предпосылок эффективного функционирования рынка труда и экономики в целом является *мобильность рабочей силы*. Категория мобильности отражает совокупность различных видов движения рабочей силы на рынке труда: профессиональное, квалификационное движение, движение рабочей силы между предприятиями, отраслями, регионами. Залогом мобильности является *поливалентность* работника. Поливалентный работник обладает соответствующей этапу развития производства профессиональной подготовкой, способен работать не только по своей, но и по смежным специальностям, быстро адаптироваться к изменяющимся условиям производства, овладевать новыми навыками и технологиями, быстро реагировать на изменение спроса на труд, его цену и т. д.

Сочетание поливалентности работника, его мобильности и хорошего здоровья отвечает современным требованиям к рабочей силе и является основным критерием конкурентоспособности работника на рынке труда.

**Критическая зона рынка труда.** Сложность ситуации на рынке труда потребовала создания в последние годы дополнительных информационных ресурсов для ее изучения и разработки новых направлений анализа. Так, например, в Санкт-Петербурге введена практика определения критической зоны рынка труда на базе систематических выборочных телефонных опросов населения экономически активного возраста.

**Критическая зона (зона риска) рынка труда** — это часть экономически активного населения, которая находится в сложном материальном положении из-за полного или частичного отсутствия работы или низкого уровня ее оплаты.

Критическая зона рынка труда складывается из четырех основных частей-субзон:

- I субзона — лица, имеющие официальный статус безработного;
- II субзона — неработающие, не имеющие официального статуса безработного, с душевым доходом в семье ниже прожиточного минимума. Значительная часть лиц, входящих в данную группу, отвечает

определению безработицы, сформулированному МОТ, т. е. не имеет работы, готова выполнять работу, ищет ее. Критерий прожиточного минимума, используемый при фиксации данной субзоны, исключает из нее большую часть тех, кто не работает просто потому, что не испытывает необходимости работать;

III субзона — работающие в режиме неполной занятости, не имеющие дополнительного заработка, с душевым доходом в семье ниже прожиточного минимума. Неполная занятость этих лиц в подавляющем большинстве случаев является вынужденной, ибо среднедушевой доход в их семьях оказывается меньше прожиточного минимума. По терминологии МОТ эта категория работающих относится к видимой неполной занятости;

IV субзона — занятые полный рабочий день, не имеющие дополнительного дохода, со средней заработной платой ниже прожиточного минимума, что свидетельствует о недоиспользовании трудового потенциала данных работников. По терминологии МОТ рассматриваемая группа относится к категории невидимой (скрытой) неполной занятости.

По оценке Центра стратегического анализа общественных процессов, в зоне риска рынка труда Санкт-Петербурга в сентябре 2000 г. находилось около 675 тыс. человек, или 26,2% экономически активного населения. Большую часть критической зоны рынка труда (58,8%) составили лица, относящиеся к IV субзоне, т. е. работающие в режиме скрытой неполной занятости, 41,2% — безработные, т. е. I и II субзон (соответственно 2,7 и 38,5%).

**Территории с напряженной ситуацией на рынке труда.** С 2001 г. Министерство труда и социального развития РФ ввело практику определения субъектов Российской Федерации, относящихся к *территориям с напряженной ситуацией на рынке труда*. Порядок выявления таких территорий предусмотрен постановлением правительства РФ от 2 ноября 2000 г. № 875 «О правилах отнесения территорий к территориям с напряженной ситуацией на рынке труда».

Госкомстат ежегодно до 15 марта представляет данные по Российской Федерации в целом и по субъектам Российской Федерации за 2 последних года по шести показателям:

- уровень занятости в % от общей численности населения в возрасте 15–72 лет;
- уровень общей безработицы (безработицы по МОТ);
- уровень регистрируемой безработицы;
- доля безработных, ищущих работу 12 месяцев и более, в общей численности безработных;
- доля работающих неполное рабочее время и находящихся в отпусках по инициативе администрации в общей численности работающих (по крупным и средним организациям);
- коэффициент напряженности на рынке труда.

Регионы Российской Федерации ранжируют по значениям показателей, т. е. им присваивается номер, находящийся в определенной зависи-

мости от величины показателя: чем больше величина показателя, тем больше порядковый номер. Лишь показатели уровня занятости ранжируют в обратной зависимости от величины. При равной величине одного показателя у разных территорий им присваивается одинаковый порядковый номер. Для каждого субъекта Российской Федерации и для Российской Федерации в целом по формуле средней арифметической простой рассчитывается средний порядковый номер (общий показатель).

*Уровень напряженности* на рынке труда определяется путем деления среднего порядкового номера (среднего ранга) по данной территории на аналогичный общий показатель по Российской Федерации в целом. Если средний порядковый номер по территории превышает общий показатель по Российской Федерации более чем в 1,5 раза, то этот субъект Федерации считается территорией с напряженной ситуацией на рынке труда.

Введенный порядок расчетов призван способствовать выработке практических мер, целенаправленной, адресной политики по стабилизации положения на рынке труда конкретных территорий с учетом региональных особенностей и интересов.

### 13.3. Статистика рабочей силы предприятия

Реализация способности человека к труду происходит на уровне конкретного предприятия или фирмы. Рабочая сила в процессе производства потребляется в форме затрат живого труда, измеряемых рабочим временем. Поскольку рабочая сила на рынке труда является товаром, обладающим определенной стоимостью, затраты труда выражаются и в денежной форме. При этом издержки, связанные с использованием живого труда, составляют значительную, а иногда и преобладающую часть всех затрат на производство. Предприниматель заинтересован в более эффективном использовании трудового потенциала фирмы. В связи с этим информация о численности персонала предприятия, его качественных характеристиках, структуре и эффективности трудовых затрат приобретает особо важное значение.

Система показателей статистики рабочей силы предприятия дает комплексную характеристику персонала по следующим основным направлениям:

- численность и состав персонала предприятия;
- движение персонала предприятия;
- состав и использование рабочего времени;
- производительность труда персонала;
- затраты на рабочую силу.

#### 13.3.1. Численность и состав персонала предприятия

**Персонал предприятия (фирмы)** — это совокупность физических лиц, отношения которых с предприятием регулируются договором найма.

Постановлением Госстандарта России от 26 декабря 1994 г. № 367 с 1 января 1996 г. введен в действие Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР). Согласно этому классификатору наемные работники, составляющие персонал предприятия, в зависимости от характера выполняемых функций подразделяются на две группы: рабочие и служащие.

К *рабочим* относятся лица, непосредственно занятые в процессе создания материальных ценностей, а также занятые ремонтом, перемещением грузов, перевозкой пассажиров, оказанием материальных услуг и др.

В составе рабочих выделяют основных и вспомогательных рабочих. К основным относят рабочих, непосредственно занятых изготовлением продукции (станочники, операторы автоматических установок и т. п.), к вспомогательным — рабочих, которые обслуживают трудовые процессы, выполняемые основными рабочими (наладчики оборудования, уборщики, складские рабочие и т. п.). Такое деление необходимо в связи с тем, что трудовые функции, выполняемые основными и вспомогательными рабочими, различны, поэтому и определение потребности в численности рабочих этих групп на стадии внутрифирменного планирования базируется на различных подходах. Расчет численности рабочих по основным видам деятельности производится с учетом трудоемкости выпускаемой продукции (при сдельной оплате труда) или исходя из трудоемкости повременных работ (при повременной оплате труда). Расчет потребности во вспомогательном персонале производится на основе трудоемкости вспомогательных работ, норм обслуживания, а для условно-постоянных работников<sup>1</sup> — по нормативам численности и рабочим местам.

В группе служащих выделяют руководителей, специалистов и других служащих.

К *руководителям* относятся работники, занимающие должности руководителей организаций и их структурных подразделений. К ним, в частности, относятся: директора, начальники, управляющие, заведующие, председатели, командиры, капитаны, менеджеры, производители работ, главные специалисты (главный бухгалтер, главный экономист, главный инженер, главный механик, главный врач, главный электрик и т. п.), государственные инспекторы, а также заместители по вышеназванным должностям.

К *специалистам* относятся работники, занятые инженерно-техническими, экономическими, социологическими и другими работами, требующими специальных знаний, — в частности, агрономы, администраторы, бухгалтеры, врачи, геологи, диспетчеры, инженеры, корректоры, математики, механики, нормировщики, психологи, редакторы, ревизи-

<sup>1</sup> Условно-постоянный персонал — персонал, численность которого не подлежит расчету через трудоемкость.

ры, социологи, преподаватели, техники, товароведы, экономисты, юристы и др., а также ассистенты и помощники названных специалистов.

*Другие служащие* — это работники, осуществляющие подготовку и оформление документации, учет и контроль, хозяйственное обслуживание. К ним, в частности, относятся агенты, дежурные, делопроизводители, кассиры, контролеры, секретари-машинистки, стенографистки, табельщики, учетчики, чертежники и др.

Для изучения состава рабочей силы строят также группировки по профессиям и по уровню квалификации.

Под *профессией* понимают определенный вид трудовой деятельности, обусловленный совокупностью знаний и трудовых навыков, полученных работниками в результате специального обучения или на практике. В пределах каждой профессии выделяют работников разной *квалификации*. Для специалистов и служащих уровень квалификации определяют исходя из уровня специального образования, который в процессе трудовой деятельности корректируется по итогам периодически проводимых аттестаций. Квалификация рабочих определяется тарифным разрядом, присвоенным по итогам периодических испытаний.

При планировании кадровой политики предприятия практический интерес представляют также структурные характеристики персонала по ряду демографических и социальных признаков (пол, возраст, уровень образования и др.).

При определении численности персонала принято выделять:

- работников, состоящих в списочном составе предприятия;
- внешних совместителей;
- работников, работающих по договорам гражданско-правового характера.

В *списочную численность* включаются наемные работники, работающие по трудовому договору (контракту) и выполнявшие постоянную, временную или сезонную работу один день и более, а также работающие собственники организаций, получавшие заработную плату в данной организации. В списочной численности работников за каждый календарный день учитываются как фактически работающие, так и отсутствующие по каким-либо причинам. Внутренний совместитель, имеющий более одной ставки, учитывается в списочной численности как один человек.

Учет *внешних совместителей* ведется отдельно. В приказе о назначении внешних совместителей (трудовые книжки таких работников хранятся по месту их основной работы) должно быть оговорено, что продолжительность их работы не должна превышать 50% установленной законом для данной категории работников.

Не включаются в списочную численность также лица, *работавшие по договору гражданско-правового характера*, привлекаемые пред-

приятием, как правило, для выполнения разовых, специальных или хозяйственных работ (ремонт, экспертиза, консультация и т. п.).

Численность персонала, а также его отдельных групп характеризуется показателями двух типов: *моментными*, т. е. определенными на конкретную дату (дату обследования, переписи, отчетную дату), и *интервальными*, т. е. средними за период.

*Среднесписочную численность работников* за месяц получают путем деления суммы численности работников списочного состава за все календарные дни месяца на число календарных дней в месяце (28, 29, 30, 31), даже если предприятие работает неполный календарный месяц. Численность работников за выходные и праздничные дни принимается равной численности за предшествующий рабочий день.

Предположим, что предприятие работает с 26 апреля, при этом численность работников составляет: 26 апреля (четверг) — 350 человек, 27 апреля (пятница) — 360, 28 и 29 апреля — выходные дни, 30 апреля (понедельник) — 362 человека. Тогда среднесписочная численность в апреле:

$$T_{ср} = \frac{350 + 360 + 360 + 360 + 362}{30} = 60 \text{ человек}^1.$$

Среднесписочная численность работников может быть определена также по данным ежедневного табельного учета использования рабочего времени. Для этого необходимо сумму всех явок и неявок на работу за все календарные дни месяца разделить на число календарных дней.

Некоторые работники списочного состава не учитываются при определении средней численности работников. К таким работникам относятся женщины, находящиеся в отпусках по беременности и родам, в дополнительном отпуске по уходу за ребенком, работники, находящиеся в учебном отпуске без сохранения заработной платы.

Лица, принятые в соответствии с трудовым договором на неполный рабочий день (неделю), учитываются пропорционально отработанному времени. Лица, переведенные на неполное рабочее время по инициативе администрации (без письменного заявления работника), учитываются в среднесписочной численности как целые единицы.

Среднесписочная численность работников за квартал определяется путем суммирования среднесписочной численности работников за все месяцы работы в квартале и деления полученной суммы на три (даже если предприятие работало неполный квартал).

Среднесписочная численность работников за период с начала года определяется делением суммы среднесписочной численности за все месяцы с начала года на число календарных месяцев с начала года. При определении среднесписочной численности за год сумма

<sup>1</sup> Среднесписочная численность всегда округляется до целых единиц.

среднесписочной численности за все месяцы отчетного года делится на 12 (даже если предприятие работало неполный год).

Средняя численность совместителей учитывается пропорционально отработанному времени. Средняя численность лиц, выполняющих работу по договорам гражданско-правового характера, исчисляется по методологии расчета среднесписочной численности.

### 13.3.2. Показатели движения персонала предприятия

Под *движением персонала* предприятия понимают изменение численности работников предприятия в связи с приемом на работу и увольнением.

Для оценки кадровой политики фирмы определяют общее число принятых и выбывших работников, а также строят распределения по источникам поступления и направлениям выбытия. На основе этих данных может быть построен баланс движения кадров (баланс ресурсов рабочей силы) (табл. 13.4).

Таблица 13.4

Баланс движения кадров предприятия

Категории и группы персонала	Наличие на начало периода	Поступило за период			Выбыло за период			Наличие на конец периода	В том числе работавших весь период
		Всего	В том числе по источникам		Всего	В том числе по направлениям			

Среди источников поступления рабочей силы обычно выделяют: принятых по инициативе предприятия; принятых по направлению служб занятости; принятых по путевкам после окончания учебных заведений; принятых в порядке перевода из других предприятий.

Для характеристики направлений выбытия работников используют разные подходы. Так, например, выделяют выбытие по причинам физиологического характера: в связи со смертью, длительной болезнью, невозможностью по состоянию здоровья продолжать работу на данном предприятии, достижением пенсионного возраста. Традиционным для отечественной статистики было разделение необходимого и излишнего оборота рабочей силы. К *необходимому обороту* относили выбытие по причинам, прямо предусмотренным законом (окончание срока трудового договора; призыв в армию; поступление в образовательное учреждение с отрывом от производства; избрание в выборные органы государственной власти; перевод на другие предприятия; переезд к месту жительства супруга и др.). К *излишнему обороту* (*текущести<sup>1</sup> кадров*) относили причины, непосредственно законом не предусмотренные и связанные с личностью работника (увольнение по собственному желанию, за прогулы и другие нарушения трудовой

дисциплины). Выделение излишнего оборота позволяло определить так называемый *коэффициент текучести* — отношение числа выбывших за определенный период работников по причинам, относимым к текучести кадров, к среднесписочному числу работников за этот период. Коэффициент текучести может рассматриваться как показатель оценки эффективности кадровой политики предприятия. В связи с увольнением работников предприятие несет потери, обусловленные ранее понесенными затратами на обучение, адаптацию, удовлетворение социальных потребностей увольняющихся работников. Оборот рабочей силы, не вызываемый объективно неизбежными причинами, свидетельствует о просчетах кадровой службы предприятия по вопросам политики занятости, оплаты труда, трудовой дисциплины и др. Принятая на сегодняшний день практика статистического учета движения работников не выделяет излишний оборот рабочей силы, поэтому оценить уровень текучести кадров можно лишь по данным первичного учета.

В соответствии с Инструкцией по заполнению организациями сведений о численности работников и использовании рабочего времени в формах федерального государственного статистического наблюдения, утвержденной постановлением Госкомстата от 17 декабря 1998 г. № 121, для характеристики движения работников определяют общую численность принятых и выбывших работников, в том числе выбывших по собственному желанию. Категория выбывших по собственному желанию трактуется достаточно широко. В численность выбывших по собственному желанию включаются работники, выбывшие из организации по своей инициативе, а также в следующих случаях: избрание на должности, замещаемые по конкурсу; переезд в другую местность; болезнь или инвалидность; зачисление в образовательное учреждение; наступление пенсионного возраста; необходимость ухода за больными членами семьи; соглашение сторон.

Движение персонала предприятия характеризуется системой абсолютных и относительных показателей. К *абсолютным показателям* относятся:

— *оборот кадров* — совокупность принятых на работу (зачисленных в списочный состав) и выбывших работников;

— *оборот по увольнению* — численность работников, оставивших работу в данной организации, уход или перевод которых оформлен приказом, а также выбывших в связи со смертью;

— *оборот по приему* — численность работников, зачисленных в отчетном периоде в данную организацию приказом о приеме на работу.

В число принятых и выбывших работников списочного состава не включаются работники, привлеченные на работу по специальным договорам с государственными организациями (военнослужащие и отбывающие наказание в виде лишения свободы); внешние совместители; работники, выполнявшие работу по договорам гражданско-правового характера.

<sup>1</sup> В международной статистической практике понятия «текучесть» и «движение рабочей силы» используются как синонимы.



Для оценки интенсивности движения персонала предприятия, а также для сравнительного анализа движения кадров за длительные промежутки времени или между предприятиями необходимо использовать *относительные показатели*, вычисляемые в процентах к среднесписочной численности работников предприятия:

— *коэффициент общего оборота* — отношение оборота кадров к среднесписочной численности работников;

— *коэффициент оборота по выбытию* — отношение числа выбывших за отчетный период к среднесписочной численности;

— *коэффициент оборота по приему* — отношение числа принятых на работу за отчетный период к среднесписочной численности;

— *коэффициент постоянства кадров* — отношение численности работников, состоящих в списочном составе весь отчетный год, к среднесписочной численности работников. Для определения работников, состоящих в списочном составе весь год, необходимо из списочной численности работников на начало года исключить выбывших в течение года по всем причинам (кроме переведенных в другие организации), но не исключать выбывших из числа принятых в отчетном году, так как в списках организации на начало года их не было. Как правило, предприятия заинтересованы в постоянстве кадров, поскольку принятие новых работников всегда связано с дополнительными затратами на доучивание, переквалификацию, адаптацию в связи с конкретными условиями работы. Однако расчет коэффициента постоянства кадров и его оценка с точки зрения эффективности кадровой политики имеет смысл лишь в условиях стабильности производства, когда не происходит значительной реорганизации, модернизации, технологических перестроек производства, требующих коренных кадровых изменений;

— *коэффициент замещения* — отношение разности принятых и выбывших работников к среднесписочной численности. Положительное значение этого коэффициента свидетельствует о том, что процесс принятия на работу новых сотрудников возмещает убыль ресурсов рабочей силы, при этом на предприятии дополнительно создаются новые рабочие места. Отрицательное значение коэффициента имеет место, когда число уволенных превышает число принятых. С одной стороны, это может быть связано с ликвидацией части рабочих мест вследствие технологического перевооружения, перепрофилирования или сокращения отдельных видов производств, совершенствования организации производства и процесса труда (рационализация режима занятости, повышение ритмичности производства, сокращение простоев и т. д.). А с другой, может свидетельствовать о неконкурентоспособности предприятия на рынке труда, когда оно не может обеспечить своим работникам соответствующих условий труда, профессионального роста, уровня оплаты труда и других социальных гарантий.

Для аналитических целей принято также определять *коэффициент восполнения работников* как отношение числа принятых работников за период к числу выбывших. Этот коэффициент характеризует процесс восполнения выбывшей рабочей силы вновь принятыми работниками. Значение коэффициента также может оцениваться как позитивное или негативное в зависимости от конкретных условий и направлений кадровой политики предприятия.

Современная экономическая теория трактует понятие «движение персонала» не только как изменение численности работников. Под движением персонала понимается и смена сферы приложения труда, рода деятельности, производственных функций работников. Выделяют *профессиональное движение* — переход к другой специальности или овладение новой профессией; *квалификационное движение* — изменение квалификации (разряда) работника; *расширение функций работника* — движение кадров, обусловленное профессиональным ростом работников и созданием организационных, материальных и моральных предпосылок для расширения зоны трудовой деятельности (совмещение профессий, многостаночное обслуживание и т. д.).

### 13.3.3. Состав и использование рабочего времени

Под *рабочим временем* понимается продолжительность времени, в течение которого работник физически выполнял работу. Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 ч в неделю (ст. 42 КЗоТ РФ). В настоящее время учет рабочего времени осуществляется согласно Инструкции по заполнению организациями сведений о численности работников и использовании рабочего времени в формах федерального государственного статистического наблюдения, утвержденной постановлением Госкомстата от 7 декабря 1998 г. № 121.

Основными единицами измерения рабочего времени служат человеко-дни и человеко-часы. При этом учет времени в человеко-часах, как правило, ведется только для категории рабочих. С одной стороны, это связано с особенностью оплаты труда рабочих (трудовое законодательство предусматривает оплату внутрисменных простоев в размере 50% тарифной ставки, а сверхурочных часов — в полуторном или двойном размере), а с другой — диктуется потребностями кадровых расчетов, которые основаны на техническом нормировании труда рабочих с помощью норм выработки и норм времени, исчисленных в человеко-часах. Организация учета времени в человеко-часах для других категорий работников может быть целесообразной лишь на предприятиях, использующих такую современную форму организации труда, как гибкий график работы.

*Отработанным человеко-днем* является день, когда работник явился на рабочее место и приступил к работе независимо от ее продолжительности. Если явившийся работник по каким-либо причинам не приступил к работе, день учитывается как *целодневный (целосменный)*

простой. *Отработанным человеко-часом* считается час фактической работы. В *количество отработанных человеко-часов* включаются фактически отработанные работником часы с учетом сверхурочных и отработанных в праздничные и выходные дни по основной и совмещаемой в этой же организации работе, включая часы в служебных командировках. В отработанные человеко-часы не включаются время внутрисменного простоя, часы перерывов в работе матерей для кормления ребенка, льготные часы для подростков, время участия в забастовках и другие случаи отсутствия работников на работе независимо от того, сохранялась за ними заработная плата или нет.

В составе отработанных человеко-часов отдельно выделяется *сверхурочное время*. В *количестве сверхурочных часов* учитывают часы, отработанные сверх установленной законом продолжительности рабочего времени, включая часы, отработанные в выходные и праздничные дни, если за них не предоставлены другие дни отдыха. Для работников с помесичным (суммированным) учетом рабочего времени сверхурочные часы определяются как разница между фактически отработанными часами и числом часов, которые необходимо отработать по месячной норме рабочего времени.

Если в результате сокращенного числа выходов на работу установлена продолжительность рабочего дня больше нормальной, учет сверхурочного времени не ведется. Для работников, работающих в отраслях, где невозможно по условиям производства прекращение работы в выходные и праздничные дни (транспорт, электростанции, водоснабжение и др.), часы, отработанные по графику в выходные и праздничные дни, также не являются сверхурочными. В *количество оплаченных человеко-часов* включают отработанные человеко-часы и не отработанные, но оплаченные человеко-часы (время отпусков — ежегодных, дополнительных, учебных, по инициативе администрации, выполнение государственных и общественных обязанностей, обучение в системе повышения квалификации, льготные часы подростков), но не включают человеко-часы неявок по болезни, оплаченные по листкам нетрудоспособности из фонда социального страхования.

В связи со значительным распространением неполной занятости при анализе неотработанного времени в формах статистического наблюдения отдельно определяют:

— количество человеко-часов, не отработанных работниками в связи с переводом их на работу с неполным рабочим временем (по сравнению с установленной продолжительностью рабочей недели) по инициативе администрации, — как сумма часов, не отработанных каждым работником;

— количество человеко-дней отпусков по инициативе администрации — как сумма дней отпуска каждого работника.

**Балансы рабочего времени.** Для анализа использования рабочего времени на предприятиях используют *балансы рабочего времени*. Балансы составляют в человеко-днях, а для рабочих — дополнительно и

в человеко-часах. Для пересчета в человеко-часы показатели, выраженные в человеко-днях, умножают на среднюю установленную продолжительность рабочего дня.

*Средняя установленная продолжительность рабочего дня* определяется трудовым законодательством исходя из продолжительности рабочей недели: при пятидневной рабочей неделе — это 8 ч, при шестидневной — 6,67 ч. Некоторым категориям работников, работающих на вредных участках производства, подросткам и др. продолжительность рабочей недели и рабочего дня может быть сокращена.

Баланс рабочего времени состоит из двух частей: в левой части баланса отражаются ресурсы рабочего времени, а в правой — использование рабочего времени (табл. 13.5).

Таблица 13.5

Баланс рабочего времени в человеко-днях

Ресурсы	Использование
1. Календарный фонд	1. Фактически отработано
2. Праздничные и выходные дни	2. Время, не использованное по уважительным причинам.
3. Табельный фонд (стр. 1 — стр. 2)	В том числе:
4. Очередные отпуска	по болезни
5. Максимально возможный фонд (стр. 3 — стр. 4)	отпуска по учебе
	прочие неявки, предусмотренные законом
	3. Потери рабочего времени
	В том числе:
	целодневные простои
	прогулы
	неявки с разрешения администрации
	забастовки
	4. Максимально возможный фонд (стр. 1 + стр. 2 + стр. 3)

Для характеристики *ресурсов рабочего времени* определяют фонды времени:

- календарный;
- табельный;
- максимально возможный.

*Календарный фонд времени (КФВ)* — число календарных дней, проходящих на всех работников предприятия. Он может быть определен двумя способами:

$$КФВ = \bar{T}_{СП} \cdot D_{КАЛ}$$

$$КФВ = \text{Явки} + \text{Неявки за рассматриваемый период.}$$

Не весь календарный фонд времени может быть использован в производственной деятельности. Если из календарного фонда вычесть праздничные (П) и выходные (В) дни, получаем *табельный фонд времени (ТФВ)*:

$$ТФВ = КФВ - П - В.$$

Кроме того, каждый работник имеет право на очередной отпуск. Если из табельного фонда вычесть человеко-дни очередных отпусков (ОО), мы определим *максимально возможный фонд времени (МФВ)*:

$$МФВ = ТФВ - ОО.$$

Максимально возможный фонд времени — это оценка потенциального ресурса рабочего времени, на использование которого может рассчитывать предприниматель в соответствии с трудовым законодательством. Это время называют также *располагаемым фондом времени*.

В силу разных причин максимально возможный фонд никогда не используется полностью. В составе максимально возможного фонда выделяют:

- фактически отработанное время;
- время, не отработанное по уважительным причинам;
- потери рабочего времени.

*Фактически отработанное время* — это фактически отработанные человеко-дни. Если баланс строится в человеко-часах, указываются фактически отработанные человеко-часы в пределах установленной (урочной) продолжительности рабочего дня, т. е. за минусом сверхурочных часов, которые приводятся за балансом отдельной строкой.

Время, *не отработанное по уважительным причинам*, включает: неявки по болезни и уходу за больными детьми, отпуска по учебе, неявки по причинам, предусмотренным законом (в связи с выполнением государственных обязанностей, участием в выборных организациях, вызовом в суд, военкомат, на военные сборы, время проезда к месту использования отпуска и обратно для работников Крайнего Севера и приравненных к ним местностей и др.).

К *потерям рабочего времени* относят целодневные простои, прогулы, неявки с разрешения администрации по уважительным личным причинам без сохранения заработной платы (вступление в брак, рождение ребенка, переезд на новую квартиру и т. п.), невыходы в связи с трудовыми конфликтами (забастовками). При составлении баланса рабочего времени в человеко-часах отдельно фиксируются внутрисменные потери в пределах фактически отработанных рабочих смен — это внутрисменные простои, опоздания и преждевременные уходы с работы.

Наряду с определением абсолютных размеров отдельных элементов максимально возможного фонда рабочего времени рассчитывают и его структуру, т. е. удельные веса отработанного времени, времени,

не отработанного по уважительным причинам, и потерь рабочего времени, в том числе по отдельным причинам.

Анализу размеров и структуры потерь рабочего времени должно уделяться особое внимание, поскольку именно в этой части максимально возможного фонда кроются резервы рабочего времени, на величину которых руководство предприятия может оказать целенаправленное воздействие. В ходе такого анализа сопоставляют данные балансов рабочего времени в динамике (от периода к периоду), сравнивают потери рабочего времени по отдельным структурным подразделениям предприятия. На основе наилучших показателей, достигнутых отдельными подразделениями (отделами, филиалами) предприятия, может быть сконструирован «эталонный» баланс рабочего времени.

Значительную помощь в изучении резервов рабочего времени оказывают специально организованные обследования: *хронометражные наблюдения, фотография рабочего дня, моментные наблюдения*. Суть таких наблюдений состоит в том, что специально выделенный наблюдатель детально фиксирует в заранее разработанном наблюдательном листе затраты рабочего на выполнение отдельных операций и на возникающие в процессе работы перерывы.

**Показатели использования рабочего времени.** На основе баланса рабочего времени вычисляется система показателей, характеризующих использование рабочего времени.

*Коэффициент использования календарного фонда времени:*

$$K_{КФВ} = \frac{\text{Фактически отработанное время}}{КФВ}$$

*Коэффициент использования табельного фонда времени:*

$$K_{ТФВ} = \frac{\text{Фактически отработанное время}}{ТФВ}$$

*Коэффициент использования максимально возможного фонда времени:*

$$K_{МФВ} = \frac{\text{Фактически отработанное время}}{МФВ}$$

Эти коэффициенты рассчитываются как по балансу в человеко-днях, так и в человеко-часах, и показывают, какая часть соответствующего фонда времени была фактически отработана.

*Средняя фактическая продолжительность рабочего периода в днях:*

$$D_{\phi} = \frac{\text{Фактически отработано человеко-дней}}{T_{сп}}$$

Коэффициент использования рабочего периода:

$$K_{р.п} = \frac{D_{\phi}}{\text{Число рабочих дней в периоде}}$$

Коэффициент  $K_{р.п}$  показывает, какая часть дней из установленных режимом работы предприятия на одного работника фактически отработана (обычно выражается в процентах). На величину коэффициента оказывают влияние только целодневные простои и не оказывают влияния потери времени внутри смен.

Средняя продолжительность рабочего дня в часах:

$$T_{\phi} = \frac{\text{Фактически отработано человеко-часов}}{\text{Фактически отработано человеко-дней}}$$

Различают урочную (без учета сверхурочных) и полную продолжительность рабочего дня (с учетом сверхурочных часов).

Коэффициент использования урочной продолжительности рабочего дня:

$$K_{р.д.ур} = \frac{T_{\phi(\text{урочная})}}{\text{Средняя установленная продолжительность рабочего дня}}$$

Коэффициент использования полной продолжительности рабочего дня:

$$K_{р.д.пол} = \frac{T_{\phi(\text{полная})}}{\text{Средняя установленная продолжительность рабочего дня}}$$

Значение коэффициентов использования продолжительности рабочего дня зависит от внутрисменных потерь рабочего времени. Величина  $(1 - K_{р.д.ур})$  показывает, сколько процентов от установленной продолжительности рабочей смены недорабатывал в среднем каждый работник в результате недоиспользования внутрисменного времени. А разница  $(K_{р.д.ур} - K_{р.д.пол})$  характеризует долю неиспользуемого внутрисменного времени, которая в среднем ежедневно была компенсирована за счет сверхурочных работ. Внутрисменные потери, компенсируемые за счет сверхурочных работ, приводят к финансовым потерям из-за доплат за сверхурочно отработанное время.

Интегральный показатель использования рабочего времени:

$$K_{инт} = K_{р.п} \cdot K_{р.д}$$

Этот показатель дает обобщенную оценку использования рабочего времени в расчете на одного рабочего в результате целодневных и внутрисменных потерь рабочего времени по всем причинам.

**Показатели использования рабочих мест.** На предприятиях, которые работают в несколько смен, рассчитывается система показателей использования рабочих мест:

— коэффициент сменности;

- коэффициент использования сменного режима;
- коэффициент использования рабочих мест в наиболее многочисленную смену (коэффициент непрерывности);
- интегральный показатель использования рабочих мест.

Коэффициент сменности показывает, сколько смен в течение суток в среднем могло бы работать предприятие при условии равномерного распределения рабочих по сменам. Он определяется по формуле:

$$K_{см} = \frac{\text{Число отработанных человеко-дней во всех сменах за отчетный период}}{\text{Число отработанных человеко-дней в наиболее многочисленной смене за отчетный период}}$$

При заполнении форм статистического наблюдения Госкомстат рекомендует вычислять коэффициент сменности по данным не за период, а на определенную дату (например, на последний день отчетного периода). Число рабочих, работавших в наиболее многочисленной смене, определяют путем суммирования числа рабочих в наиболее заполненных сменах по отдельным структурным подразделениям предприятия.

Коэффициент использования сменного режима характеризует, насколько полно используется сменный режим на предприятии:

$$K_{и.с.р} = \frac{K_{см}}{\text{Число смен работы предприятия}} \cdot 100\%$$

При равномерном распределении рабочих по сменам  $K_{и.с.р} = 100\%$ , чем более коэффициент использования сменного режима отклоняется от 100%, тем менее равномерно распределены рабочие по сменам.

На практике на предприятиях даже в наиболее заполненную смену, как правило, используются не все рабочие места. В этих случаях целесообразно определять коэффициент использования рабочих мест в наиболее многочисленную смену (коэффициент непрерывности).

Коэффициент непрерывности показывает, на сколько процентов используются рабочие места в наиболее многочисленной смене, и может быть рассчитан на определенную дату:

$$K_{и.р.м} = \frac{\text{Число рабочих в наиболее многочисленной смене}}{\text{Число рабочих мест}}$$

либо за отчетный период:

$$K_{и.р.м} = \frac{\text{Число человеко-дней, отработанных в наиболее многочисленной смене за отчетный период}}{\text{Число рабочих мест} \times \text{Число рабочих дней в периоде}}$$



Обобщающую характеристику использования рабочих мест на предприятии дает *интегральный показатель использования рабочих мест*. Рассчитывая его, определяют, какой процент составляет фактически отработанное время от времени, которое могло бы быть отработано при полной загрузке рабочих мест во всех сменах. Интегральный показатель использования рабочих мест рассчитывается двумя способами:

$$K_{инт} = K_{и.с.р} \cdot K_{и.р.м},$$

$$K_{инт} = \frac{\text{Фактически отработано человеко-дней за период}}{\text{Число рабочих мест} \times \text{Число смен работы предприятия} \times \text{Число рабочих дней в периоде}}$$

Отметим, что изучение использования рабочего времени, выявление его резервов на уровне предприятий имеет огромное практическое значение прежде всего для тех фирм и организаций, где издержки, связанные с использованием живого труда, составляют преобладающую или значительную часть затрат на производство. Вместе с тем в организации статистики рабочего времени в последние годы произошли негативные изменения. Данные современной статистической отчетности не позволяют выявить величину резервов рабочего времени и причины его недоиспользования. Всесторонний анализ рабочего времени сегодня может быть выполнен только по данным первичного учета на предприятии.

### 13.3.4. Статистика производительности труда

**Понятие производительности труда и методологические основы ее измерения.** Исходной формулой для определения производительности труда является отношение:

$$\text{Производительность труда} = \frac{\text{Продукция}}{\text{Затраты}}$$

При этом количество продукции и затраты могут быть оценены с помощью разных показателей. Так, в качестве показателей продукции используются:

— стоимостный объем произведенной, отгруженной, реализованной продукции; валовая, товарная продукция и другие аналогичные показатели (условно назовем их «полной» продукцией, поскольку они включают не только стоимость, вновь созданную в текущем периоде на данном предприятии, но и стоимость, созданную на других предприятиях и перенесенную на продукт в данном периоде);

— показатели, характеризующие часть продукции, созданную трудом работников данного предприятия, т. е. без учета затрат сырья, топлива и других элементов промежуточного потребления и износа

основных фондов (показатели «добавленной» продукции) — это валовая добавленная стоимость, чистая продукция и т. п.

Под затратами подразумеваются либо *затраты живого труда*, либо *полные затраты*, т. е. сумма затрат живого и овеществленного труда.

Возможные подходы к измерению производительности труда представлены на рис. 13.1.

Производительность труда в узком смысле	Производительность труда в широком смысле
$\frac{\text{Продукция полная}}{\text{Затраты живого труда}}$	$\frac{\text{Продукция полная}}{\text{Полные затраты труда}}$
$\frac{\text{Продукция добавленная}}{\text{Затраты живого труда}}$	$\frac{\text{Продукция добавленная}}{\text{Полные затраты труда}}$

Рис. 13.1. Способы измерения производительности труда

Под производительностью труда в узком смысле понимают выпуск продукции (полной или добавленной) на единицу затрат живого труда. Этот подход был исторически первым, поскольку на определенной стадии экономического развития, когда труд не вооружен мощнейшими орудиями труда, увеличение производства достигалось главным образом за счет дополнительного увеличения рабочей силы и усиления интенсивности ее использования. По мере накопления основного капитала и оборотных средств, увеличения доли овеществленного труда, очевидной взаимозаменяемости отдельных видов ресурсов живого и овеществленного труда (труд рабочих с успехом стали заменять автоматы, роботы) экономисты пришли к выводу о необходимости учета всех затрат производительности при анализе производительности. Дискуссии о целесообразности и возможности учета овеществленного труда велись в России еще с 20-х годов XX в. В 50-е и последующие годы большой вклад в теоретическую разработку методов измерения производительности труда в широком смысле внесли академики С. Г. Струмилин, В. С. Немчинов, профессор В. В. Новожилов и др. Ими был предложен учет «полной заводской стоимости» как суммы себестоимости и платежей за ресурсы (плата за фонды, проценты за кредит и др.), т. е. всего круга расходов предприятия на изготовление продукции. Однако эти рекомендации не были доведены до практических разработок. И до сегодняшнего дня производительность труда в отечественной практике экономического анализа традиционно рассматривалась как производительность труда в узком смысле слова, как эффективность только одного из производственных ресурсов — ресурсов живого труда.

Отметим, что в экономической теории принято считать, что труд, капитал и земля являются равноценными факторами (ресурсами) производства. Поэтому если сопоставляются результаты производства с одним из ресурсов, то говорят о *частных* показателях производительности (выпуск продукции на один отработанный или оплаченный человеко-час, выпуск на одного занятого, выпуск на единицу материальных затрат, выпуск на единицу основного капитала и т. д.). Отношения выпуска продукции ко всем (или нескольким) видам затрат составляют содержание *общих (многофакторных)* показателей производительности. При таком подходе понятия общей производительности и эффективности производства совпадают.

Действительно, между живым и овеществленным трудом нет принципиальной разницы, это деление условное, зависящее от времени и пространства. Участвующий в производстве на конкретном предприятии в виде средств производства овеществленный труд ранее был живым трудом. Продукт предыдущего самостоятельного производства выступает в форме затрат овеществленного труда в последующем производстве. Целесообразность расчета производительности труда с учетом полных затрат вызвана тем, что увеличить выработку на одного работника можно не только путем интенсификации и лучшей организации труда, но и путем наращивания технической оснащенности живого труда.

В настоящее время необходимость перехода к мировой практике вычисления общих и многофакторных показателей производительности труда не вызывает сомнений, что требует создания соответствующей информационной базы и методологического обеспечения подобных расчетов.

Множество предложений по оценке полных затрат можно свести к двум основным подходам: стоимостная и трудовая оценка. При этом трудовая оценка овеществленной части затрат труда заключается в пересчете стоимостных затрат в условную численность работников (затрат времени), необходимых для воспроизводства в течение определенного календарного времени имеющихся производственных ресурсов (основных и оборотных средств). Перевод стоимостных оценок в трудовые можно осуществить делением среднегодовой стоимости основных фондов и оборотных средств на показатель уровня производительности живого труда, характеризуемый выработкой одного работающего (или в единицу времени). Несмотря на большие аналитические возможности, заложенные в этом методе, он не получил распространения, что связано со множеством дополнительных расчетов и допущений и трудно интерпретируемыми условными величинами, получаемыми на выходе. Кроме того, подобные схемы измерения производительности труда не увязываются с показателями прибыли, а это является одним из критериев практической значимости любого экономического показателя.

Таким образом, на практике предпочтение отдается стоимостным моделям, позволяющим увязывать два основных индикатора эффективности — прибыль и производительность.

В общем виде *уровень производительности труда в широком смысле* (общий показатель производительности) может быть представлен в виде отношения:

$$ПТ = \frac{qP}{zc}$$

где  $q$  — продукция в натуральном выражении;  $p$  — цена единицы продукции;  $z$  — затраты живого и овеществленного труда в натуральной форме;  $c$  — цена единицы затрат.

В современных условиях нестабильной экономической ситуации, инфляции, ограниченной конкуренции, в силу монополизации товарного и сырьевых рынков высокие финансовые результаты зачастую объясняются не столько успехами фирмы, сколько удачно сложившейся конъюнктурой на рынке. Поэтому при измерении производительности на уровне предприятия важно выявить две группы факторов:

— факторы, которые отражают реальный уровень и динамику производительности труда и зависят от внутренних технологических и организационных успехов фирмы;

— факторы, отражающие определенные рыночные условия, т. е. уровень и динамику цен на сырье, материалы, энергию, рабочую силу и другие элементы затрат, с одной стороны, и цен на продукцию — с другой (инфляционная компонента).

Факторы, воздействующие на уровень производительности (эффективность затрат), представлены на рис. 13.2.

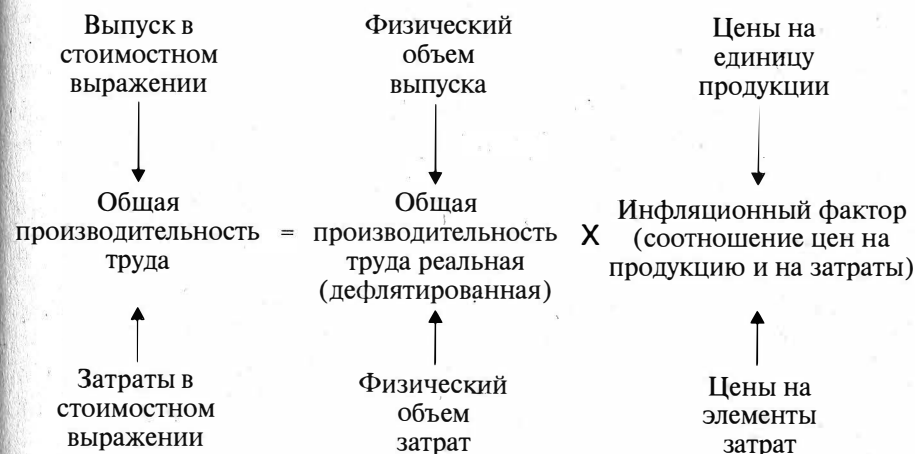


Рис. 13.2. Факторы изменения общей производительности труда

Влияние каждого из факторов во времени измеряется с помощью системы индексов:

$$I_{qp} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_0} = I_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} \times I_p = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}$$

$$I_{zc} = \frac{\sum z_1 c_1}{\sum z_0 c_0} = I_z = \frac{\sum z_1 c_0}{\sum z_0 c_0} \times I_c = \frac{\sum c_1 z_1}{\sum c_0 z_1}$$

$$I_{\text{ПТ}} = I_{\text{ПТ. РЕАЛ}} \times I_{\text{ОПЕРЕЖ. ЦЕН}}$$

где  $I_{qp}$  — индекс стоимости выпущенной продукции;  $I_q$  — индекс физического объема продукции;  $I_p$  — индекс цен на единицу продукции;  $I_{zc}$  — индекс стоимости затрат;  $I_z$  — индекс физического объема затрат;  $I_c$  — индекс цен на элементы затрат;  $I_{\text{ПТ}}$  — индекс производительности труда;  $I_{\text{ПТ. РЕАЛ}}$  — индекс реальной производительности труда;  $I_{\text{ОПЕРЕЖ. ЦЕН}}$  — индекс опережения цен на продукцию относительно цен на элементы затрат.

Данная индексная модель интересна тем, что она может быть использована для статистического анализа финансового положения предприятия, поскольку увязывается с показателем прибыли от реализации продукции. Ведь рост производительности на любом предприятии рассматривается не как самоцель, а как способ увеличения прибыли.

Общий прирост прибыли от реализации в абсолютном выражении определяется следующим образом:

$$\Delta\Pi = (\sum q_1 p_1 - \sum q_0 p_0) - (\sum z_1 c_1 - \sum z_0 c_0).$$

В том числе приросты прибыли, вызванные изменением реальной производительности труда и внешним ценовым воздействием, могут быть рассчитаны по следующим формулам:

$$\Delta\Pi_{(\text{ПТ})} = (\sum q_1 p_0 - \sum q_0 p_0) - (\sum z_1 c_0 - \sum z_0 c_0),$$

$$\Delta\Pi_{(\text{ЦЕН})} = (\sum q_1 p_1 - \sum q_1 p_0) - (\sum z_1 c_1 - \sum z_1 c_0).$$

Соотнеся соответствующие абсолютные приросты  $\Delta\Pi_{(\text{ПТ})}$  и  $\Delta\Pi_{(\text{ЦЕН})}$  со значением прибыли в базисном периоде, определяют прирост прибыли за счет каждого из факторов в относительном выражении.

Существование огромного числа методов, способов и показателей измерения производительности труда требует решения вопроса об их практической значимости. Мировая теория и практика выработала следующие наиболее общие критерии практической значимости того или иного показателя производительности труда:

- он должен быть удобен в практической деятельности, т. е. просто рассчитываться и легко интерпретироваться;
- он должен характеризовать степень достижения основных целей фирмы и отражать собственные успехи фирмы;
- он должен увязываться с показателем прибыли;
- он должен быть включен в систему управления, учитываться при выборе хозяйственных альтернатив, стимулировать работников к достижению наивысших результатов.

Несоответствие этим требованиям переводит расчет показателей производительности труда из практической сферы в чисто научную.

Отметим еще одно принципиальное отличие подхода к измерению производительности труда в отечественной и зарубежной практике. Традиционные для отечественной практики методы измерения производительности труда, которые будут рассмотрены в следующем разделе, разработаны и применяются лишь в производственной сфере и не охватывают сферу услуг. Но даже в производственной сфере производительность труда рассчитывается либо только для всех работников предприятия, объединения, отрасли, либо для категории рабочих. Производительность труда инженерно-технических работников, научных работников, экономистов, программистов, менеджеров, маркетологов, работников аппарата управления, т. е. так называемых «белых воротничков», не оценивается. Вместе с тем в последние годы доля этой категории работников в общем количестве занятых резко увеличилась, причем для многих современных, высокотехнологичных предприятий расходы на оплату труда рабочей силы, не воздействующей непосредственно на материальный продукт, становятся преобладающими. Для того чтобы знать резервы сокращения этих расходов, необходимо оценивать их эффективность. Американскому экономисту Друкеру принадлежат следующие высказывания: «Более высокий уровень производительности труда предприятия определяется в первую очередь не тем, как быстро совершают механические движения рабочие, а тем, насколько хорошо соотносятся работники умственного труда». «До конца этого века и далеко за его пределами конкурентная борьба будет выигрываться производительностью труда и «белых воротничков»».

Измерение производительности труда «белых воротничков» имеет свои особенности:

- «белые воротнички» выполняют чаще всего коллективные функции, что не позволяет говорить об индивидуальной производительности;
- существует трудность измерительной процедуры результата труда «белых воротничков». При оценке выпуска, услуги, которые являются результатами деятельности «белых воротничков», важно измерять не просто результат, а результат в виде услуги, что подразумевает качественное и своевременное удовлетворение потребностей конкретного потребителя услуги;

— меры производительности труда должны быть направлены не на минимизацию издержек на производство услуг, а на повышение качества, своевременности, полезности услуги;

— поскольку функции «белых воротничков» многообразны, критериями производительности труда являются всегда несколько показателей, и т. д.

Несмотря на неоднозначность и, как следствие, методологическую непроработанность подходов к измерению деятельности «белых воротничков», ряд зарубежных компаний успешно внедряют программы измерения и повышения производительности труда этой категории работников, используя для оценки эффективности труда как классическую формулу расчетов:

$$ПТ = \frac{\text{Выпуск предприятия} \\ \text{(или данной группы «белых воротничков»)}}{\text{Число «белых воротничков»} \\ \text{(отработанное ими время или расходы} \\ \text{на оплату труда «белых воротничков»)}}$$

так и более специфические методики (оценка эффективности выполнения некоторых конкретных операций, решения локальных задач, стоящих перед группой, полезности и качества разработок и др.).

На отечественных предприятиях пока сфера деятельности «белых воротничков» не попадает под измерительные процедуры, а следовательно, существенная часть ресурсов не анализируется с точки зрения эффективности и выявления резервов.

Другая назревшая методологическая проблема — измерение производительности труда в сфере услуг. По мере того как экономика становится все более услуго-интенсивной, производительность труда в этой сфере становится все более определяющей для роста экономики в целом.

С точки зрения оценки производительности труда все услуги можно распределить на три группы:

1) услуги, которые характеризуются единицами выпуска или простым способом стоимостной оценки (бытовые услуги, почтовые услуги, автосервис и др.). В данном случае процедуры измерения производительности труда должны быть аналогичны тем, которые применяются в производственной сфере;

2) услуги, для которых конечный результат плохо идентифицируется и трудно поддается стоимостной оценке (услуги образования, здравоохранения, юридические услуги, информационные и др.). В этих видах деятельности теоретические основы измерения производительности находятся в стадии разработок и экспертных предложений;

3) услуги, для которых производительность труда в общепринятом экономическом смысле рассчитываться не должна (сфера искусства, литературы, кино).

**Измерение производительности труда работников предприятия.** Традиционная для отечественной статистики система показателей производительности труда работников предприятия характеризует эффективность только живого труда, т. е. производительность труда в узком смысле.

Затраты труда работников предприятия могут быть выражены:

- количеством отработанных человеко-часов;
- количеством отработанных человеко-дней;
- среднесписочной численностью работников за месяц (квартал, год и другой календарный период).

В зависимости от единиц измерения затрат труда различают следующие показатели производительности:

— *средняя часовая выработка:*

$$v_{\text{час}} = \frac{\text{Продукция}}{\text{Отработано человеко-дней}};$$

— *средняя дневная выработка:*

$$v_{\text{дн}} = \frac{\text{Продукция}}{\text{Отработано человеко-дней}};$$

— *средняя месячная (квартальная, годовая) выработка:*

$$v_{\text{мес}} = \frac{\text{Продукция}}{\text{Среднесписочная численность работников} \\ \text{за месяц (квартал, год)}}$$

Средняя часовая и средняя дневная выработки рассчитываются на предприятии только для категории рабочих. При этом часовая выработка отражает результаты труда одного рабочего за час фактической работы, т. е. без учета внутрисменных потерь рабочего времени, а средняя дневная выработка характеризует объем продукции на одного рабочего в день фактической работы, т. е. без учета целодневных потерь рабочего времени.

Показатель средней месячной (квартальной, годовой) выработки определяется как для рабочих, так и для всех работников предприятия.

Между показателями часовой, дневной и месячной выработки одного рабочего предприятия существуют следующие взаимосвязи:

$$v_{\text{дн}} = v_{\text{час}} \cdot Ч_{\text{ф}};$$

$$v_{\text{мес}} = v_{\text{дн}} \cdot Д_{\text{ф}},$$

где  $Ч_{\text{ф}}$  — средняя фактическая продолжительность рабочего дня в часах;  $Д_{\text{ф}}$  — средняя фактическая продолжительность рабочего периода в днях.



Средняя фактическая продолжительность рабочего дня и рабочего периода определяется по данным баланса рабочего времени.

Зная среднюю месячную выработку одного рабочего  $v_{\text{мес}}$  и долю рабочих в общей численности работников предприятия ( $d$ ), среднюю месячную выработку на одного работника можно определить по формуле:

$$\frac{v_{\text{мес.}}}{\text{НА 1 РАБОТНИКА}} = v_{\text{мес.}} \cdot d.$$

Мультипликативная форма связи показателей выработки позволяет использовать для анализа динамики уровня производительности труда на предприятии индексную модель на основе метода цепных поставок.

Изменения производительности труда одного работника характеризует следующий индекс:

$$I_v = \frac{\sum v_{\text{час}_1} \cdot \text{Ч}_{\phi_1} \cdot \text{Д}_{\phi_1} \cdot d_1}{\sum v_{\text{час}_0} \cdot \text{Ч}_{\phi_0} \cdot \text{Д}_{\phi_0} \cdot d_0}$$

Как видно из формулы, на уровень и динамику выработки продукции на одного работника предприятия оказывают влияние четыре фактора:

- средняя часовая выработка одного рабочего;
- средняя фактическая продолжительность рабочего дня;
- средняя фактическая продолжительность рабочего периода;
- доля рабочих в общей численности работников предприятия.

Влияние каждого фактора в относительном выражении измеряют соответствующие аналитические индексы:

$$1) \quad I_{V(d)} = \frac{\sum v_{\text{час}_1} \cdot \text{Ч}_{\phi_0} \cdot \text{Д}_{\phi_0} \cdot d_1}{\sum v_{\text{час}_0} \cdot \text{Ч}_{\phi_0} \cdot \text{Д}_{\phi_0} \cdot d_0}$$

Индекс  $I_{V(d)}$  показывает, на сколько процентов изменилась производительность труда одного работника предприятия в результате изменений в структуре рабочей силы предприятия, т. е. увеличения (уменьшения) доли рабочих в общей численности работников.

$$2) \quad I_{V(\text{д})} = \frac{\sum v_{\text{час}_0} \cdot \text{Ч}_{\phi_1} \cdot \text{Д}_{\phi_1} \cdot d_1}{\sum v_{\text{час}_0} \cdot \text{Ч}_{\phi_0} \cdot \text{Д}_{\phi_0} \cdot d_1}$$

Индекс  $I_{V(\text{д})}$  показывает, на сколько процентов изменилась выработка на одного рабочего за счет изменения степени использования рабочего периода, т. е. увеличения (уменьшения) фактической продолжительности рабочего периода в днях.

$$3) \quad I_{V(\text{ч})} = \frac{\sum v_{\text{час}_1} \cdot \text{Ч}_{\phi_1} \cdot \text{Д}_{\phi_1} \cdot d_1}{\sum v_{\text{час}_0} \cdot \text{Ч}_{\phi_1} \cdot \text{Д}_{\phi_1} \cdot d_1}$$

Индекс  $I_{V(\text{ч})}$  отвечает на вопрос, на сколько процентов изменилась производительность труда на предприятии за счет изменения степени использования продолжительности рабочего дня, т. е. увеличения (уменьшения) фактической продолжительности рабочего дня в часах.

$$4) \quad I_{V(v_{\text{час}})} = \frac{\sum v_{\text{час}_1} \cdot \text{Ч}_{\phi_1} \cdot \text{Д}_{\phi_1} \cdot d_1}{\sum v_{\text{час}_0} \cdot \text{Ч}_{\phi_1} \cdot \text{Д}_{\phi_1} \cdot d_1}$$

Индекс  $I_{V(v_{\text{час}})}$  характеризует изменение производительности труда на предприятии за счет увеличения (уменьшения) часовой выработки одного рабочего.

Все индексы увязываются в систему:

$$I_v = I_{V(v_{\text{час}})} \cdot I_{V(\text{ч})} \cdot I_{V(\text{д})} \cdot I_{V(d)}$$

Разность числителя и знаменателя аналитического индекса показывает изменение выработки на одного работника предприятия за счет каждого из факторов в абсолютном выражении. Взаимосвязь между абсолютными приростами выражает следующее равенство:

$$\Delta v = \Delta v_{(v_{\text{час}})} \cdot \Delta v_{(\text{ч})} \cdot \Delta v_{(\text{д})} \cdot \Delta v_{(d)}$$

Связь между частными и общим показателями изменения производительности труда (как в мультипликативной, так и в аддитивной форме) обеспечивается лишь при определенной системе взвешивания и индексирования признаков.

Обратным показателем выработки является *трудоемкость* продукции ( $t$ ), характеризующая затраты труда на производство единицы продукции:

$$t = \frac{1}{v}$$

Выработку называют *прямым* показателем производительности труда, поскольку чем больше ее величина, тем выше производительность. Трудоемкость считается *обратным* показателем, поскольку с ростом трудоемкости выпускаемой продукции производительность труда уменьшается.

**Методы измерения уровня и динамики производительности.** В числителе любого показателя производительности находится объем выпущенной продукции. В зависимости от конкретных условий деятельности предприятия, уровня обобщения, наличия информационной базы и аналитических целей применяется один из трех способов измерения объема продукции: натуральный, стоимостный и трудовой. Измерители объема продукции дали название трем методам измерения производительности труда.

**Натуральный метод** предполагает учет продукции в натуральных или условно-натуральных единицах измерения. Сфера применения этого метода очень ограничена — предприятия, производства, участки, выпускающие однородную продукцию либо наладившие учет затрат труда по каждому виду выпускаемой продукции.

Анализ изменения уровня производительности труда, рассчитанного натуральным методом, производится с помощью индекса:

$$I_v = \frac{\sum q_1}{\sum T_1} : \frac{\sum q_0}{\sum T_0},$$

где  $q_1, q_0$  — выпуск продукции в натуральном выражении в отчетном и базисном периодах отдельными участками предприятия, производящими однородную продукцию;  $T_1, T_0$  — затраты труда в отчетном и базисном периодах.

Поскольку большинство предприятий выпускает разнородный ассортимент продукции, несоизмеримый в натуральном выражении, для определения обобщающих показателей объема продукции используют трудовые и стоимостные соизмерители.

Использование трудовых соизмерителей лежит в основе **трудового метода** измерения производительности труда. В качестве трудового соизмерителя чаще всего применяют нормативную величину единицы продукции ( $t_H$ ). В этом случае индекс производительности труда будет иметь вид:

$$I_v = \frac{\sum q_1 t_H}{\sum T_1} : \frac{\sum q_0 t_H}{\sum T_0}.$$

Каждая из дробей в формуле характеризует выработку в нормо-часах на единицу фактических затрат рабочего времени в базисном и отчетном периодах. Легко заметить, что, по существу, это — обратные показатели выполнения норм выработки.

Область применения трудового метода также ограничена — это отдельные участки, бригады, производства, где налажено нормирование труда.

А. И. Ротштейн, один из основоположников отечественной статистики промышленности, предложил использовать в качестве трудового соизмерителя продукции трудоемкость единицы продукции базисного периода, а индекс производительности труда рассчитывать по следующей формуле<sup>1</sup>:

$$I_v = \frac{\sum q_1 t_0}{\sum q_1 t_1}.$$

<sup>1</sup> Формула получена путем преобразования стандартной формулы индекса производительности труда с учетом того, что произведение  $q t = T$ .

Поскольку трудоемкость является мерилем производительности, этот способ измерения динамики производительности труда считается теоретически наиболее обоснованным.

Разность числителя и знаменателя данного индекса позволяет определить *абсолютную экономию* (дополнительные затраты) *рабочего времени* в связи с ростом (снижением) производительности труда:

$$\mathcal{E}_v = \sum q_1 t_0 - \sum q_1 t_1.$$

Использование трудового метода для оценки производительности труда возможно лишь там, где ведется учет затрат в разрезе отдельных видов продукции.

При **стоимостном методе** измерения уровня и динамики производительности труда объем произведенной продукции оценивается в денежном (стоимостном) выражении. Этот метод является универсальным, поскольку может быть применен на любом предприятии, а также на более высоких уровнях обобщения — на уровне отрасли, региона, экономики в целом.

Формула для расчета индекса производительности труда по стоимостному методу имеет следующий вид:

$$I_v = \frac{\sum q_1 p}{\sum T_1} : \frac{\sum q_0 p}{\sum T_0},$$

где  $p$  — сопоставимые цены.

Если известно изменение производительности труда по отдельным производственным единицам (цехам, участкам, предприятиям, отраслям), то рассчитать обобщающий показатель динамики производительности труда по совокупности производственных единиц в целом можно с помощью *среднего арифметического индекса производительности труда*, который называют по имени предложившего его академика *индексом С. Г. Струмилина*:

$$I_v = \frac{\sum i_v T_1}{\sum T_1},$$

где  $i_v$  — индивидуальные индексы производительности труда по отдельным производственным единицам.

Одно из направлений экономического анализа производительности труда — изучение динамики среднего уровня производительности труда с помощью системы индексов переменного, постоянного состава и структурных сдвигов.

$$I_{nep} = \frac{\sum v_1 T_1}{\sum T_1} : \frac{\sum v_0 T_0}{\sum T_0} = \frac{\sum v_1 d_1}{\sum v_0 d_0},$$

$$I_{\text{пост}} = \frac{\sum v_1 T_1}{\sum T_1} \cdot \frac{\sum v_0 T_1}{\sum T_1} = \frac{\sum v_1 d_1}{\sum v_0 d_1};$$

$$I_{\text{смп. сд}} = \frac{\sum v_0 T_1}{\sum T_1} \cdot \frac{\sum v_0 T_0}{\sum T_0} = \frac{\sum v_0 d_1}{\sum v_0 d_0},$$

где  $v_1, v_0$  — производительность труда по отдельным производственным единицам в текущем и базисном периодах;  $d_1, d_0$  — доля отдельных производственных единиц в общих затратах труда в текущем и базисном периодах.

Индексы постоянного состава и структурных сдвигов позволяют измерить раздельное влияние на динамику среднего уровня производительности следующих факторов:

1) изменения производительности труда по отдельным бригадам, участкам, предприятиям и другим производственным единицам;

2) структурных сдвигов в общих затратах труда по совокупности производственных единиц — увеличения (уменьшения) доли трудовых затрат производственных единиц с разным уровнем производительности.

Индекс переменного состава отражает одновременное действие двух факторов:

$$I_{\text{пер}} = I_{\text{пост}} \cdot I_{\text{смп. сд}}.$$

Для нахождения абсолютного изменения средней производительности в целом и за счет каждого из двух вышеназванных факторов рассчитывают разности числителей и знаменателей соответствующих индексов. Между абсолютными изменениями также имеет место взаимосвязь:

$$\Delta v = \Delta v_{(v)} + \Delta v_{(d)}.$$

Исходная формула для расчета уровня производительности труда работников предприятия (Производительность = Продукция / Затраты труда) позволяет представить объем продукции предприятия как результат действия двух факторов:

$$Q = T \cdot v.$$

На основе данной модели можно определить прирост продукции, полученной за счет:

а) изменения количества трудовых затрат:

$$\Delta Q_{(T)} = (T_1 - T_0) \cdot v_0;$$

б) изменения производительности труда:

$$\Delta Q_{(v)} = (v_1 - v_0) \cdot T_1.$$

Предположим, по предприятию имеются следующие данные (табл. 13.6).

Таблица 13.6

	Базисный период	Отчетный период
1. Стоимость произведенной продукции, млн. руб. ( $Q$ )	600	800
2. Отработано рабочими человеко-дней, тыс. ( $T$ )	400	440
3. Средняя дневная выработка (стр. 1 : стр. 2), руб./чел.-день ( $v$ )	1,50	1,82

Общий прирост продукции в отчетном периоде по сравнению с базисным составил:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_0 = 800 - 600 = 200 \text{ млн. руб.}$$

Изменение объема продукции объясняется увеличением затрат рабочего времени и ростом производительности труда. Рассчитаем прирост за счет каждого фактора.

$$\Delta Q_{(T)} = (T_1 - T_0) \cdot v_0 = (440 - 400) \cdot 1,5 = 60 \text{ млн. руб.};$$

$$\Delta Q_{(v)} = (v_1 - v_0) \cdot T_1 = (1,82 - 1,50) \cdot 440 = 140 \text{ млн. руб.}$$

Прирост за счет второго фактора можно найти и через взаимосвязь показателей. Поскольку

$$\Delta Q = \Delta Q_{(T)} + \Delta Q_{(v)},$$

то

$$\Delta Q_{(v)} = \Delta Q - \Delta Q_{(T)} = 200 - 60 = 140 \text{ млн. руб.}$$

Таким образом, в нашем примере основным фактором увеличения объема произведенной продукции был прирост производительности труда. За счет повышения производительности труда дополнительно произведено продукции на 140 млн. руб., что составляет 70% общего прироста продукции в отчетном периоде по сравнению с базисным:

$$\frac{\Delta Q_{(v)}}{\Delta Q} \cdot 100 = \frac{140}{200} \cdot 100 = 70\%.$$

### 13.3.5. Статистика оплаты труда

**Затраты на рабочую силу.** Статистика использует различные категории для характеристики оплаты труда наемных работников. Наиболее обобщенной является *стоимость труда*, или *затраты на рабочую силу*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> В экономической литературе используются различные термины-синонимы для обозначения этой категории: «затраты на содержание рабочей силы», «расходы на рабочую силу», «стоимость рабочей силы» и др.

Существуют два подхода к определению затрат на рабочую силу: с точки зрения конкретного предприятия (нанимателя, работодателя) и с точки зрения экономики в целом. В первом случае под *затратами на рабочую силу* понимаются издержки предприятия в связи с наймом и использованием рабочей силы. Однако государство также несет затраты по профессиональной подготовке, социальному и пенсионному обеспечению работников. Поэтому затраты на рабочую силу на уровне экономики в целом отличаются от совокупных затрат предприятий на рабочую силу. На практике учет общегосударственных затрат на рабочую силу затруднен, особенно если речь идет о распределении затрат между регионами, отраслями, предприятиями. Поэтому сбор данных о затратах на рабочую силу организован на основе концепции издержек работодателя, т. е. на уровне предприятия. Эта практика является общемировой. Вместе с тем для международных сопоставлений данные о расходах на рабочую силу на микроуровне должны дополняться информацией об участии государства в финансировании затрат на рабочую силу (в части программ социального обеспечения, пенсионных программ и т. д.).

Международные стандарты по изучению размеров и состава затрат на рабочую силу содержатся в Резолюции о статистике стоимости труда, принятой 11-й Международной конференцией статистиков труда в октябре 1966 г. Согласно этому документу статистическое понятие расходов на рабочую силу отражает издержки, которые несет работодатель в связи с наймом и содержанием рабочей силы, и включает 10 основных элементов расходов: вознаграждение за выполненную работу (прямая заработная плата и жалованье); выплаты за нерабочее время; премии и подарки; стоимость продуктов, напитков и других выплат натурой; расходы работодателя, связанные с предоставлением жилья сотрудникам; взносы работодателя на социальное обеспечение; его расходы на профподготовку; социальные нужды; прочие расходы и налоги, рассматриваемые в качестве расходов на рабочую силу. Этот перечень основных групп затрат соответствует Международной стандартной классификации стоимости труда. Национальные статистические инструкции могут несколько отличаться от международного стандарта по названиям разделов и отдельным элементам затрат.

Изучение затрат на рабочую силу осуществляется на основе специальных единовременных выборочных обследований, проводимых с интервалом, не превышающим по рекомендации МОТ 5 лет. В России установлен интервал два года. В качестве периода наблюдения выбран год, чтобы учесть как регулярные, так и нерегулярные выплаты. Данные таких обследований позволяют изучать затраты на рабочую силу в разрезе отдельных отраслей, секторов экономики, регионов, предприятий различных форм собственности, с разной численностью работников и различным уровнем рентабельности.

Обследование, проведенное Госкомстатом России в 1998 г. и охватившее 25 тыс. предприятий различных отраслей экономики (табл. 13.7), показало, что затраты на одного работника в месяц составляли 2094,4 руб. При этом затраты отличались по предприятиям различных форм собственности. Так, в государственных и муниципальных организациях они были ниже, чем в негосударственных (соответственно 1949,3 и 2160,6 руб.). Отраслевая дифференциация затрат на рабочую силу была еще более сильной. Самые высокие затраты на рабочую силу были отмечены в отраслях: финансы, кредит, страхование и пенсионное обеспечение – 2923,5 руб., транспорт – 2297 и строительство – 2260; самые низкие – в общественном питании и торговле – 1072,3 и 1583,1 руб. Затраты на предприятиях промышленности значительно различались по подотраслям. Так, максимальные затраты на рабочую силу, которые были зафиксированы в топливной промышленности (4074,8 руб.), превышали наиболее низкие – в легкой промышленности (969,8 руб.) – почти в 4,5 раза; средние затраты на работника промышленности в месяц составили 2114,1 руб. Обследование выявило четкую зависимость затрат на рабочую силу от размера предприятий: на более крупных предприятиях уровень затрат был значительно выше. Так, например, по организациям с численностью работников до 50 человек уровень затрат на одного рабочего в среднем по всем отраслям экономики составлял 1524,7 руб., с численностью работников от 500 до 1000 человек – 2030,8 руб., свыше 1000 человек – 2379,2 руб. Только в торговле и в учреждениях связи наибольший уровень затрат отмечался на средних по численности работников предприятиях (от 200 до 500 человек).

Подобная дифференциация затрат на рабочую силу в отраслях и на предприятиях объясняется различиями в их финансово-экономическом положении и, как следствие, неравными возможностями в установлении уровня и форм оплаты труда. Отраслевая дифференциация вместе с объективно существующими условиями воспроизводства рабочей силы, различиями в стоимости жизни обуславливают региональную дифференциацию затрат на рабочую силу. Наиболее высокий уровень затрат сложился в регионах с преобладанием добывающих отраслей промышленности, прежде всего топливных ресурсов (Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальневосточный). Низкий уровень затрат – в регионах с преимущественным развитием аграрного сектора и преобладанием отраслей обрабатывающей промышленности (Центрально-Черноземный, Волго-Вятский, Северо-Кавказский).

Особое значение имеет анализ структуры затрат на рабочую силу по элементам затрат. Согласно Классификации расходов на рабочую силу, используемой при обследовании Госкомстатом России, выделяются следующие группы затрат:

1. Оплата за отработанное время.
2. Оплата за неотработанное время.



3. Единовременные поощрительные выплаты.
4. Оплата питания, жилья, топлива, включаемая в заработную плату.
5. Расходы организации по обеспечению работников жильем.
6. Расходы организации на социальную защиту работников.
7. Расходы на профессиональное обучение.
8. Расходы на культурно-бытовое обслуживание.
9. Налоги и сборы, связанные с использованием рабочей силы.
10. Расходы на рабочую силу, не отнесенные к ранее приведенным классификационным группам.

В составе затрат выделяют затраты в денежной и натуральной форме, относящиеся к заработной плате (группы 1–4), и дополнительные расходы, произведенные предприятием в пользу своих работников (группы 5–10).

Таблица 13.7

Состав затрат организаций на рабочую силу в России в 1998 г.  
(итоги обследования 25 тыс. организаций)

Отрасли	Затраты на рабочую силу, руб. в среднем за месяц	В том числе, %						Налоги
		Заработная плата	Расходы по обеспечению работников жильем	Расходы на социальную защиту	Расходы на профессиональное обучение	Расходы на культурно-бытовое обслуживание	Прочие расходы	
Промышленность	2114,1	59,8	3,1	30,4	0,3	2,4	2,9	1,1
Транспорт	2297,0	64,8	1,2	28,8	0,4	0,9	3,1	0,8
Связь	2164,1	67,0	0,5	28,3	0,3	0,7	1,6	1,6
Строительство	2260,0	63,1	0,8	30,8	0,1	0,4	3,2	1,6
Оптовая и розничная торговля	1583,1	67,6	0,4	28,6	0,2	0,3	1,9	1,0
Общественное питание	1072,3	69,1	0,1	27,8	-	0,1	1,8	1,1
Жилищно-коммунальное хозяйство, бытовое обслуживание населения	1737,2	66,5	0,5	29,7	0,1	0,2	1,1	1,1
Финансы, кредит, страхование и пенсионное обеспечение	2923,5	66,4	0,3	29,3	0,7	0,3	1,8	1,2
Всего по обследованным отраслям экономики	2094,4	62,5	2,0	29,8	0,3	1,5	2,7	1,2

Как видно из табл. 13.7, заработная плата является основным элементом затрат на рабочую силу. На ее долю приходится от 59,8% всех затрат на рабочую силу в промышленности до 69,1% затрат в общественном питании, в среднем по всем отраслям – 62,5%. Затраты на заработную плату будут подробно рассмотрены ниже.

Помимо заработной платы, предприятия несут и другие расходы по содержанию наемных работников, в целом по экономике на их долю приходится 38,5%. Большую часть дополнительных затрат составляют расходы на социальное обеспечение – 29,8% всех затрат на рабочую силу.

Расходы организации на социальную защиту работников состоят из трех групп затрат:

начисленные страховые взносы в государственные социальные фонды: Фонд социального страхования, Пенсионный фонд, фонды обязательного медицинского страхования, Государственный фонд занятости, взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

отчисления в негосударственные фонды по всем видам социального страхования (взносы по договорам добровольного пенсионного, личного и имущественного страхования своих работников);

расходы, осуществляемые в целях социального обеспечения и являющиеся частью выплат социального характера (выходные пособия при прекращении трудового договора, единовременные пособия при выходе на пенсию, доплаты к пенсиям работающим пенсионерам, материальная помощь работникам, оплата путевок работникам и членам их семей, оплата услуг здравоохранения, оказываемых работникам предприятия, и др.).

Расходы по обеспечению работников жильем включают безвозмездные субсидии, предоставленные работникам на строительство, приобретение жилья; суммы, уплаченные за работников в порядке погашения заемных денежных средств, выданных на эти цели; текущие расходы на содержание жилищного фонда, находящегося на балансе предприятия (ведомственного жилого фонда); стоимость жилья, переданного в собственность работникам.

Расходы на профессиональное обучение включают текущие расходы на содержание учебных зданий и помещений, находящихся на балансе предприятия или финансируемых в порядке долевого участия; расходы на платное обучение работников в учебных заведениях, связанное с производственной необходимостью; другие расходы по подготовке и переподготовке кадров (оплата штатных преподавателей).

Расходы на культурно-бытовое обслуживание состоят из расходов по содержанию столовых, библиотек, клубов, дошкольных учреждений, спортивных сооружений, являющихся собственностью предприятия или финансируемых им в порядке долевого участия; арендной платы за помещения и других расходов, связанных с проведением вечеров отдыха, культурно-массовых мероприятий; оплаты путевок на

экскурсии, путешествия; расходов по обустройству садоводческих товариществ и др.

*Налоги и сборы, связанные с использованием рабочей силы*, включают плату за привлечение иностранной рабочей силы, региональные сборы на нужды образовательных учреждений, местные целевые сборы на содержание милиции, благоустройство территории.

К *расходам, не отнесенным к ранее приведенным классификационным группам*, относятся командировочные расходы, включая суточные, полевое довольствие, надбавки за вахтовый метод, стоимость выданной спецодежды, спецобуви, средств индивидуальной защиты, форменной одежды, обмундирования, стоимость проездных документов, оплата стоимости проезда работников и членов их семей к месту отдыха и обратно, расходы на обучение работников, не связанное с производственной необходимостью, и др.

**Заработная плата.** Основная часть затрат на рабочую силу приходится на заработную плату.

**Заработная плата как экономическая категория** представляет собой стоимость (цену) рабочей силы, т. е. стоимостное выражение объективно требуемого объема жизненных средств для воспроизводства рабочей силы и эффективного функционирования производства. Цена рабочей силы, выступающая в форме заработной платы, может отклоняться от стоимости затрат на воспроизводство рабочей силы под влиянием экономической конъюнктуры на рынке труда.

В статистической практике понятие «заработная плата» включает все виды заработков, прямо или косвенно связанные с количественными или качественными результатами труда наемных работников, выплачиваемые им через определенные промежутки времени: начисленные суммы оплаты труда в денежной и натуральной формах за отработанное и неотработанное время, компенсационные выплаты, связанные с режимом работы и условиями труда, стимулирующие доплаты и надбавки, премии, единовременные поощрительные выплаты, а также оплату питания, жилья, топлива, носящую систематический характер.

Не относятся к заработной плате пособия и выплаты за счет государственных внебюджетных фондов: пособия по временной нетрудоспособности по беременности и родам, при рождении ребенка, по уходу за ребенком, оплата санаторно-курортного лечения, страховых выплат по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, доходы по акциям и другие доходы от участия работников в собственности организаций, стоимость бесплатно выданных форменной одежды, спецодежды и др. (см. расходы, не учитываемые в фонде заработной платы и выплатах социального характера).

**Формы и системы оплаты труда** отличаются порядком начисления заработной платы в зависимости от результативности труда.

Различают повременную и сдельную форму оплаты труда.

**Повременная форма оплаты труда** предполагает, что величина заработка рабочего определяется на основе фактически отработанного времени и установленной тарифной ставки (оклада). Системы повременной оплаты труда включают простую повременную систему и повременно-премиальную. *Простая повременная система* подразделяется на почасовую, поденную, помесечную. Размер заработка определяется по следующим формулам:

— при почасовой оплате:

$$З = t_{\text{час}} \cdot T_{\text{час}};$$

— при поденной оплате:

$$З = t_{\text{дн}} \cdot T_{\text{дн}};$$

— при помесечной оплате:

$$З = t_{\text{м}} \cdot (T_{\text{дн}} : T_{\text{гр}}),$$

где  $t_{\text{час}}$ ,  $t_{\text{дн}}$ ,  $t_{\text{м}}$  — часовая, дневная тарифная ставка и месячный должностной оклад (ставка);  $T_{\text{час}}$ ,  $T_{\text{дн}}$  — фактически отработано часов либо дней;  $T_{\text{гр}}$  — число рабочих дней по графику.

*Повременно-премиальная система оплаты труда* представляет собой простую повременную систему, дополненную премированием за конкретные количественные и качественные показатели работы.

При **сдельной форме оплаты труда** заработная плата начисляется исходя из количества фактически изготовленной продукции (объема работ). Выделяют следующие системы сдельной оплаты:

— *прямая сдельная* — заработок исчисляется по установленным расценкам за каждую единицу качественно произведенной продукции;

— *сдельно-премиальная* — сверх прямых сдельных расценок выплачивается премия за выполнение и перевыполнение установленных показателей работы;

— *сдельно-прогрессивная* — оплата в пределах установленной нормы производится на основе одинарных расценок, а сверх нормы — по повышенным расценкам;

— *косвенная система* — применяется для оплаты труда вспомогательных рабочих, при этом их заработок ставится в прямую зависимость от результатов труда обслуживаемых ими рабочих;

— *аккордная система* — оплата производится за весь комплекс выполненных работ, а не за каждую произведенную операцию.

В последнее десятилетие получила распространение также *бестарифная система оплаты труда*, при которой индивидуальная заработная плата каждого работника представляет собой его долю в общем фонде заработной платы, определяемую коэффициентом трудового участия.

Оплата труда в бюджетной сфере основана на принципах организации оплаты труда работников исходя из *Единой тарифной сетки*.

Статистическое изучение заработной платы производится по следующим основным направлениям:

- определение размера и состава фонда заработной платы;
- определение среднего уровня заработной платы;
- анализ динамики заработной платы;
- изучение дифференциации заработной платы.

**Состав фонда заработной платы.** Фонд заработной платы в статистике труда – это сумма вознаграждений, предоставленных наемным работникам в соответствии с количеством и качеством их труда, а также компенсаций, связанных с условиями труда.

Состав фонда заработной платы определяется Инструкцией о составе фонда заработной платы и выплат социального характера при заполнении организациями форм федерального государственного статистического наблюдения, утвержденной постановлением Госкомстата России от 24 ноября 2000 г. № 116.

Согласно этой Инструкции в составе фонда заработной платы выделяют четыре группы выплат:

#### I. Оплата за отработанное время:

– заработная плата, начисленная за отработанное время или за выполненную работу по тарифным ставкам, окладам, сдельным расценкам, в процентах от выручки от продажи продукции (оказания услуг), в долях от прибыли;

– стоимость товаров или продуктов, выданных работникам в порядке натуральной оплаты труда;

– оплата специальных перерывов в работе в соответствии с законодательством;

– компенсационные выплаты, связанные с режимом работы и условиями труда: оплата сверхурочной работы и работы в выходные и праздничные дни, доплата за работу в ночное время, многосменный режим работы, за работу во вредных или опасных условиях, на тяжелых работах, выплаты по районным коэффициентам, надбавки за вахтовый метод работы и т. д.;

– стимулирующие доплаты и надбавки за профессиональное мастерство, совмещение профессий, допуск к государственной тайне, знание иностранного языка, ученые степени, квалификационный разряд и т. п.;

– вознаграждение за выслугу лет;

– премии и вознаграждения, носящие систематический характер;

– оплата труда работников несписочного состава и лиц, принятых на работу по совместительству.

#### II. Оплата за неотработанное время:

– оплата ежегодных и дополнительных отпусков;

– оплата льготных часов подростков, инвалидов I и II групп, женщин, работающих в сельской местности и районах Крайнего Севера;

– оплата учебных отпусков;

– оплата на период обучения работников, направленных на повышение квалификации;

– оплата, сохраняемая за работниками, привлекаемыми к выполнению государственных или общественных обязанностей, на уборку сельхозкультур;

– оплата простоев не по вине работника;

– оплата вынужденных прогулов;

– выплаты за неотработанное время работникам, вынужденно работавшим неполное время по инициативе администрации.

#### III. Единовременные поощрительные и другие выплаты:

– единовременные премии;

– денежная компенсация за неиспользованный отпуск;

– стоимость выдаваемых в качестве поощрения акций;

– единовременные выплаты в связи с праздничными и юбилейными датами, стоимость подарков и др.

#### IV. Оплата питания, жилья, топлива:

– стоимость бесплатно (в соответствии с законодательством) предоставленных питания, продуктов, жилья, коммунальных услуг или суммы компенсаций за непредоставление их бесплатно;

– оплата питания в денежной или натуральной форме в столовых, буфетах, в виде талонов;

– оплата предоставленного работникам топлива.

По данным выборочного обследования затрат на рабочую силу, в 1998 г. в среднем по всем отраслям экономики фонд заработной платы имел следующую структуру:

– 84,5% – оплата за отработанное время;

– 9,9% – оплата за неотработанное время;

– 4,6% – единовременные поощрительные выплаты;

– 1,0% – оплата стоимости питания, жилья, топлива.

Статистическое наблюдение по труду предусматривает отдельное выделение *выплат социального характера* – выплат, связанных с предоставленными работникам социальными льготами на лечение, отдых, проезд, трудоустройство и т. д. В частности, к выплатам социального характера относятся выходные пособия, единовременные пособия при выходе на пенсию, доплаты работающим пенсионерам, страховые платежи, уплачиваемые в пользу работников (кроме обязательного государственного личного страхования); расходы по оплате услуг здравоохранения, оказываемых работникам, оплата путевок на лечение и отдых работникам и членам их семей, компенсация педагогическим работникам за приобретение ими книг, оплата проездных документов, расходы на платное обучение работников и членов их семей и др.

Значительная часть расходов предприятия, связанная с затратами на рабочую силу, не учитывается в *фонде заработной платы и выплатах социального характера* – это единый социальный налог, взносы на обязательное личное страхование, взносы по договорам добровольного пенсионного страхования, пособия по временной нетрудоспособности при рождении ребенка, по уходу за ребенком, страховые вы-

платы по социальному страхованию от несчастных случаев и профессиональных заболеваний, доходы по акциям, дивиденды, проценты, выплаты по долевым паям, авторские вознаграждения, стоимость выданных спецодежды, обуви, средств индивидуальной защиты, форменной одежды, обмундирования, компенсация за использование личных автомобилей, командировочные расходы, представительские расходы и некоторые другие расходы.

**Анализ уровня, динамики и дифференциации заработной платы.** Преобразование в сфере оплаты труда, реформирование систем заработной платы в процессе перехода к рыночной экономике привели к возникновению целого ряда проблем: падение реальной заработной платы, перекосы в оплате труда по отраслям экономики и в разрезе профессионально-квалификационных групп, систематические задержки выплат начисленной заработной платы, ограничение сферы влияния государства на заработную плату и др. Соответственно возникла и необходимость перестройки статистики заработной платы, организации новых направлений и методов анализа заработной платы, а также изменения периодичности такого анализа.

Ежемесячный анализ изменения заработной платы может быть осуществлен на основе унифицированной формы статистической отчетности № П-4 «Сведения о численности, заработной плате и движении работников». В разделе I «Численность и начисленная заработная плата» содержатся сведения о средней численности, фонде начисленной заработной платы и выплатах социального характера в целом по предприятию и по отдельным категориям персонала: работникам списочного состава, внешним совместителям, работникам, выполнявшим работы по договорам гражданско-правового характера, и другим лицам несписочного состава. Для характеристики заработной платы рассчитывают *среднюю заработную плату* одного работника за различные единицы времени: среднечасовую, среднедневную, среднемесячную заработную плату. Расчеты могут быть выполнены по всему персоналу и по отдельным категориям персонала.

Уровни средней заработной платы работника списочного состава определяются по следующим формулам:

— *среднечасовая заработная плата:*

$$Z_{\text{час}} = \frac{\text{Фонд начисленной заработной платы работников списочного состава за месяц}}{\text{Фактически отработано человеко-дней за месяц работниками списочного состава}}$$

— *среднедневная заработная плата:*

$$Z_{\text{дн}} = \frac{\text{Фонд начисленной заработной платы работников списочного состава}}{\text{Фактически отработано человеко-дней за месяц работниками списочного состава}}$$

— *среднемесячная заработная плата:*

$$Z_{\text{мес}} = \frac{\text{Фонд начисленной заработной платы работников списочного состава}}{\text{Среднесписочная численность работников}}$$

Зависимость между средней заработной платой ( $Z$ ), среднесписочной численностью работников ( $T$ ) и фондом заработной платы ( $\Phi$ ) можно представить в виде следующей формулы:

$$\Phi = Z \cdot T,$$

т. е. изменение фонда заработной платы на предприятии происходит за счет изменения уровня оплаты труда работников либо под влиянием изменения численности работников. Оценить действие каждого из факторов в абсолютном выражении позволяют расчеты по формулам:

$$\Delta\Phi_{(Z)} = (Z_1 - Z_0) \cdot T_1,$$

$$\Delta\Phi_{(T)} = (T_1 - T_0) \cdot Z_0,$$

где  $\Delta\Phi_{(Z)}$ ,  $\Delta\Phi_{(T)}$  — абсолютный прирост (сокращение) фонда заработной платы за счет роста (уменьшения) средней заработной платы и среднесписочной численности работников;  $Z_1$ ,  $Z_0$  — средняя заработная плата работников предприятия в отчетном и базисном периодах;  $T_1$ ,  $T_0$  — среднесписочная численность работников предприятия в отчетном и базисном периодах.

Относительный прирост (сокращение) за счет каждого из факторов определяется по формулам:

$$\Delta\Phi_{(Z)} \% = I_{\Phi} - I_T,$$

$$\Delta\Phi_{(T)} \% = I_T - 1,$$

где  $\Delta\Phi_{(Z)}$ ,  $\Delta\Phi_{(T)} \%$  — прирост (сокращение) фонда заработной платы в процентах за счет изменения средней заработной платы и среднесписочной численности;  $I_{\Phi}$  — темп роста (индекс) фонда заработной платы на предприятии в отчетном периоде по сравнению с базисным;  $I_T$  — темп роста (индекс) среднесписочной численности работников.

При одностороннем действии каждого из факторов может быть рассчитана также доля прироста (уменьшения) фонда заработной платы, полученная за счет:

— увеличения (уменьшения) средней заработной платы:

$$d\Delta\Phi_{(Z)} = \frac{I_{\Phi} - I_T}{I_{\Phi} - 1};$$

— увеличения (уменьшения) среднесписочной численности работающих:



$$d\Delta\Phi_{(T)} = \frac{I_T - 1}{I_\phi - 1}$$

Для изучения уровня заработной платы в отраслевом и профессионально-квалификационном разрезе в отечественную практику статистического наблюдения были введены ежегодные *октябрьские обследования заработной платы*. Подобные обследования являются всемирными и осуществляются Международным бюро труда (МБТ) начиная с 1925 г. В настоящее время в октябрьском обследовании заработной платы и продолжительности рабочей недели по профессиям и ценам на продовольственные товары участвуют свыше 160 стран мира. Обследование охватывает 159 профессий и 49 отраслей экономической деятельности. Первое обследование в России, основанное на методологических принципах октябрьского обследования МБТ, охватившее 19 отраслей и 120 наиболее типичных профессий, было проведено в 1993 г., и с тех пор стало ежегодным.

В соответствии с международными стандартами ежегодное октябрьское обследование включает следующий перечень показателей в разрезе отдельных профессий и должностей: численность работников, полностью отработавших отчетный месяц; заработная плата, начисленная за отчетный месяц; тарифный заработок; число отработанных человеко-часов. Программа обследования позволяет не только получать данные об общей сумме заработка, но и выделять ее тарифную часть (тарифный заработок). В отличие от общего заработка, в тарифный заработок не включаются различные доплаты: районные коэффициенты, доплата за сверхурочные часы, за работу в праздничные и выходные дни, за совмещение профессий и др.

Данные октябрьских обследований широко используются при разработке политики в области заработной платы, решении вопросов индексации заработной платы отдельных профессиональных групп, регулировании доходов и социального обеспечения отдельных категорий населения.

Анализ дифференциации работников по уровню заработной платы проводится также на основе рядов распределения численности работников по размерам среднемесячной заработной платы (вер заработной платы), построенных по результатам ежегодных единовременных наблюдений по форме №1 «Сведения о распределении численности работников по размерам заработной платы». На основании рядов распределения рассчитываются следующие показатели дифференциации:

– децильный коэффициент дифференциации – отношение наименьшей среднемесячной заработной платы 10% наиболее высокооплачиваемых работников к наибольшей среднемесячной заработной плате 10% работников с самой низкой заработной платой;

– коэффициент фондов – отношение средней заработной платы 10% наиболее и 10% наименее оплачиваемых работников.

Дифференциация заработной платы рассматривается в отраслевом, региональном разрезе и по экономике в целом.

Динамика заработной платы изучается с помощью индексов (темпов роста) заработной платы. При этом отдельно анализируется динамика номинальной и реальной заработной платы.

*Номинальная заработная плата* характеризует сумму денег, начисленную работнику за выполненную работу, и определяется исходя из начисленного фонда заработной платы и соответствующей численности работников.

Учитывая тот факт, что в последнее время в ряде регионов и отраслей обострилась проблема своевременной выплаты заработной платы, следует различать начисленную, выплаченную и задержанную заработную плату. В текущую отчетность по труду введен показатель «просроченная задолженность по заработной плате» – это начисленные, но не выплаченные в установленный коллективным договором срок суммы.

*Реальная заработная плата* отражает покупательную способность номинальной заработной платы и рассчитывается исходя из номинальной заработной платы, уменьшенной на сумму налогов и обязательных платежей и деленной на индекс потребительских цен на товары и услуги.

Индекс реальной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{РЕАЛЬНОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ}} = \frac{I_{\text{НОМИНАЛЬНОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ}}}{I_{\text{ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ЦЕН НА ТОВАРЫ И УСЛУГИ}}}$$

Для изучения динамики среднего уровня заработной платы используется система индексов переменного, постоянного состава и структурных сдвигов.

Индекс переменного состава представляет собой соотношение средних уровней заработной платы в отчетном и базисном периодах:

$$I_{\text{ПЕРЕМ. СОСТ}} = \frac{\sum Z_1 T_1}{\sum T_1} \cdot \frac{\sum Z_0 T_0}{\sum T_0}$$

где  $Z_1, Z_0$  – средняя заработная плата отдельных категорий работников (по профессиям, видам деятельности, отраслям, предприятиям, формам собственности, структурным подразделениям предприятий и т. д.) в отчетном и базисном периодах;  $T_1, T_0$  – среднесписочная численность отдельных категорий персонала.

Изменение среднего уровня заработной платы происходит под влиянием двух факторов:

изменения средней заработной платы отдельных категорий работников;

структурных сдвигов в составе работников, т. е. изменения удельных весов категорий работников с разным уровнем средней заработной платы в общей численности работников.

Раздельное влияние каждого из этих двух факторов на динамику среднего уровня заработной платы отражают индексы постоянного состава и структурных сдвигов:

$$I_{\text{пост. сост.}} = \frac{\sum z_1 T_1}{\sum T_1} \cdot \frac{\sum z_0 T_1}{\sum T_1}$$

$$I_{\text{стр. сд.}} = \frac{\sum z_0 T_1}{\sum T_1} \cdot \frac{\sum z_0 T_0}{\sum T_0}$$

Все три индекса увязываются в систему:

$$I_{\text{перем. сост.}} = I_{\text{пост. сост.}} \cdot I_{\text{стр. сд.}}$$

### 13.6. Статистика трудовых конфликтов

Утверждение рыночных отношений в России радикально изменило отношения работников и работодателей в сфере регулирования трудовых отношений. Юридической базой создания новой системы регулирования трудовых отношений послужили принятые в 1991 г. Законы СССР «О порядке разрешения индивидуальных трудовых споров» и «О порядке разрешения коллективных трудовых споров (конфликтов)». В это же время начала формироваться и отечественная статистика трудовых конфликтов. Статистика трудовых конфликтов позволяет выявить причины и условия возникновения трудовых споров, их распространенность, продолжительность, оценить последствия с точки зрения потерь рабочего времени.

В настоящее время урегулирование трудовых споров обеспечивается правовой базой, включающей Федеральный закон «О порядке разрешения коллективных трудовых споров» от 23 ноября 1995 г., Закон РФ «О коллективных договорах и соглашениях» от 11 марта 1992 г., Федеральные законы «О профессиональных союзах, их правах и гарантиях деятельности» от 12 января 1996 г., «О Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений» от 1 мая 1999 г. и другие законодательные и нормативные акты. Решение коллективных трудовых споров возложено на службу по урегулированию коллективных трудовых споров и ее органы на местах. Для этого в структуре Министерства труда и социального развития РФ создан Департамент по урегулированию трудовых споров и развитию социального партнерства, в органах по труду субъектов Российской Федерации и местных органах по труду — специальные службы. В их функции входит регистрация трудовых споров, оказание методической помощи сторонам трудового конфликта, подготовка посредни-

ков и трудовых арбитров, изучение причин и условий трудовых споров, разработка предложений по их устранению. Успешное выполнение этих задач возможно лишь при наличии соответствующей информационной базы, которая формируется в соответствии с международными статистическими нормами, предусмотренными резолюцией 15-й Международной конференции статистиков труда (1993 г.) «О статистике забастовок, локаутов и других действий, вызванных трудовыми конфликтами».

*Коллективный трудовой спор (конфликт)* — это неурегулированные разногласия между работниками и работодателями по поводу установления и изменения условий труда (включая заработную плату), заключения, изменения и выполнения коллективных договоров (соглашений) по вопросам социально-трудовых отношений. Такой спор (конфликт) возникает в результате того, что не удалось достичь согласия сторон в процессе заключения коллективных договоров, тарифных соглашений или иных нормативно-правовых актов и в ходе их практического исполнения сторонами. Закон предусматривает строгий порядок выдвижения требований работниками. Моментом начала трудового спора является день, когда работодатель сообщает свое решение об отклонении всех или части требований работников или когда в установленный законом срок такого сообщения не поступает. Если велись коллективные переговоры, то начало трудового спора — дата составления протокола разногласий.

*Субъектами трудового спора (конфликта)* наряду с работниками и работодателями являются примирительная комиссия, посредники и трудовой арбитраж. *Примирительная комиссия* создается из представителей сторон работников и работодателей на равноправной основе. Ее решение принимается по соглашению сторон, оформляется протоколом, имеет обязательную силу и исполняется в порядке и сроки, установленные этим решением. Если обе стороны пришли к согласию, то коллективный спор завершается на данном этапе; если нет, то они переходят к следующему этапу — рассмотрению коллективного трудового спора с участием посредника или в трудовом арбитраже.

*Посредничество* — наиболее эффективная, но не обязательная процедура рассмотрения коллективного трудового спора (конфликта). Вопрос о целесообразности привлечения посредника решают стороны трудового спора. Пригласить посредника они могут самостоятельно или по рекомендации службы по урегулированию трудовых споров. *Посредник* — лицо нейтральное, он не наделен полномочиями выносить какое-либо решение, а лишь помогает достичь соглашения, предлагая сторонам альтернативы по процедуре и существу переговоров. Если с помощью посредника стороны не пришли к компромиссному решению, спор передается на рассмотрение в трудовой арбитраж, который является последним этапом его разрешения путем переговоров. *Трудовой арбитраж* — временно действующий орган из числа трех арбитров, формирующийся совместно сторонами конфликта и

службой по урегулированию трудовых споров (представители сторон не могут входить в состав трудового арбитража). Коллективный трудовой спор рассматривается в трудовом арбитраже и завершается подготовкой рекомендации по его урегулированию.

Трудовые конфликты, которые не решаются за столом переговоров, перерастают в так называемые *трудовые конфликты с остановкой работы* — забастовки и локауты.

**Забастовка** — временный добровольный отказ работников от выполнения трудовых обязанностей (полностью или частично) в целях разрешения трудового спора. Решение о забастовке принимается собранием трудового коллектива при условии присутствия на нем не менее 2/3 числа работников и если за него проголосовало не менее половины присутствующих. Работодатель должен быть предупрежден о начале забастовки не менее чем за 10 календарных дней. Российское законодательство в целях обеспечения обороны, безопасности страны, защиты здоровья, прав и законных интересов других лиц ограничивает права работников на забастовку в силовых структурах, в атомной энергетике, гражданской авиации и на железнодорожном транспорте.

**Локаут** — полное или частичное закрытие одного или нескольких мест работы либо попытка воспрепятствовать нормальной трудовой деятельности одним или несколькими работодателями с целью навязать требования или противостоять им, выразить недовольство либо поддержать требования или недовольство других работодателей.

При определении *числа трудовых конфликтов*, проходящих в форме забастовок или локаутов, придерживаются следующего критерия. Одной забастовкой (или локаутом) считается временное прекращение работы группой работников, связанное с одним трудовым конфликтом:

- а) работников одного предприятия в одно и то же время;
- б) работников нескольких предприятий в одно и то же время;
- в) работников одного или нескольких предприятий в разное время, если период между остановками работы не превышает двух месяцев.

Наряду с общим числом забастовок и локаутов статистика определяет:

- количество предприятий и организаций, вовлеченных в трудовой конфликт;
- число трудящихся, вовлеченных в трудовой конфликт;
- продолжительность трудовых конфликтов;
- потери рабочего времени в результате трудовых конфликтов.

В *число трудящихся, вовлеченных в забастовки или локауты*, включают каждого работника независимо от того, участвовал ли он в них в течение всей продолжительности акции или только часть времени. При этом занятые неполное рабочее время учитываются так же, как и работающие полное рабочее время. Лица, которые отсутствовали на своем рабочем месте во время забастовки (локаута) в связи с бо-

лезнью, отпуском и по другим причинам (с разрешения администрации или без него), исключаются из числа вовлеченных в трудовой конфликт на весь период отсутствия.

*Продолжительность трудовых конфликтов* оценивается в календарных днях и в рабочих днях. *Потери рабочего времени в человеко-днях* по каждому предприятию определяются умножением численности работников, вовлеченных в трудовой конфликт, на число рабочих дней. Потери рабочего времени в человеко-часах вычисляются исходя из нормальной продолжительности рабочего дня, установленной для данного предприятия.

В статистике трудовых конфликтов рассчитывается также ряд относительных показателей, позволяющих проанализировать интенсивность трудовых конфликтов:

- 1) среднее число участников забастовки;
- 2) число вовлеченных в конфликт работников в расчете на 1000 работников списочного состава;
- 3) средняя продолжительность одной забастовки;
- 4) среднее количество неотработанного времени на одну забастовку;
- 5) среднее количество неотработанного времени в расчете на одного работника, вовлеченного в трудовой конфликт;
- 6) потери рабочего времени в результате конфликтов на 1000 работников списочного состава.

Показатели 3–6, характеризующие средние потери рабочего времени, определяют в двух единицах измерения: в человеко-днях и человеко-часах.

Все данные по трудовым конфликтам разрабатываются в разрезе отдельных отраслей, регионов и экономики в целом.

В табл. 13.8 приведены данные по забастовкам в России за 1990–1999 гг.

Таблица 13.8

Забастовки по отраслям экономики

	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
<b>Число предприятий, на которых проходили забастовки</b>										
Промышленность	199	324	63	176	209	220	527	272	228	
Транспорт	10	44	68	13	8	11	34	38	24	
Строительство	10	16	14	45	8	25	28	84	34	
Образование	7	1177	4929	—	279	8555	7397	15 610	10 586	
Здравоохранение	6	173	943	1	—	5	229	712	143	
Прочие отрасли	28	21	256	29	10	40	64	291	147	
<b>Всего</b>	<b>260</b>	<b>1755</b>	<b>6273</b>	<b>264</b>	<b>514</b>	<b>8856</b>	<b>8278</b>	<b>17 007</b>	<b>11 162</b>	<b>7285</b>
<b>Численность участников, тыс. человек</b>										
Промышленность	85,2	159,4	37,5	109,6	115,0	144,4	365,6	184,3	122,7	

	1990 г.	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Транспорт	0,9	6,9	13,4	2,4	1,3	5,2	8,5	9,2	4,2	
Строительство	1,8	2,4	2,7	6,7	1,3	9,2	5,8	16,4	5,4	
Образование	2,4	58,1	222,1	—	36,1	319,9	251,3	531,8	361,0	
Здравоохранение	1,6	9,2	77,1	0,0	—	0,5	24,9	95,2	23,0	
Прочие отрасли	7,6	1,7	4,8	1,5	1,6	10,2	7,9	40,3	14,6	
Всего	99,5	237,7	357,6	120,2	155,3	489,4	663,9	887,3	530,8	238,4
<b>Потери рабочего времени, тыс. чел.-дней</b>										
Промышленность	119,5	1989,0	324,0	160,2	577,0	630,9	2230,8	1735,4	725,7	
Транспорт	1,0	49,2	45,6	13,7	3,0	35,2	56,4	94,7	35,4	
Строительство	7,2	29,8	3,9	56,2	5,3	42,7	26,1	88,4	20,3	
Образование	13,2	187,2	1217,5	—	165,0	611,7	1488,6	3504,8	1890,4	
Здравоохранение	7,6	48,6	292,9	0,1		2,3	162,8	372,4	62,2	
Прочие отрасли	59,2	10,4	8,8	6,6	4,8	44,2	44,7	204,7	147,4	
Всего	207,7	2314,2	1893,3	236,8	755,1	1367,0	4009,4	6000,5	2881,5	1827,2

В развитии забастовочного движения в 90-х годах выделяют несколько периодов. Первый период — с 1990 по 1992 г. — характеризовался ежегодным увеличением забастовок и числа участвующих в них работников практически во всех отраслях экономики. Пик забастовок в этот период в промышленности пришелся на 1991 г., в бюджетной сфере — на 1992 г. Главными причинами забастовок были либерализация цен, безработица и резкое снижение доходов. В 1993 — 1994 гг. количество забастовок резко уменьшилось, причем в бюджетной сфере их не было вообще. Однако это не свидетельствовало об уменьшении социальной напряженности. От забастовок, которые не дали ожидаемых результатов, профсоюзы перешли к давлению на органы региональной исполнительной власти, используя другие формы протеста: митинги, пикетирование зданий администраций и др. С 1995 г. начался новый подъем забастовочного движения в стране. В 1996 г. в забастовках в промышленности участвовало 527 предприятий и 365,6 тыс. человек. В 1997 г. был зарегистрирован пик забастовочного движения в бюджетной сфере: в двух отраслях — образовании и здравоохранении — забастовочным движением было охвачено 16322 предприятия и 627 тыс. участников. Основное требование, которое выдвигали работники: своевременная выплата зарплаты.

Достигнув пикового уровня в 1997 г., в последующие годы волна забастовок стала спадать. Вместе с тем в протестном движении появились новые черты: наряду с экономическими требованиями выдвигались политические лозунги, использовались новые формы протеста (например, «рельсовая война», объявленная шахтерами, нанесшая

большой урон экономике), отраслевые конфликты перерастали в региональные и всероссийские акции протеста. Трудовые коллективы стали выступать против сложившегося в ходе приватизации распределения собственности, характера экономических и трудовых отношений на предприятиях, выдвигали требования деприватизации и расширения участия трудовых коллективов в управлении производством.

В 1999 г. число забастовок сократилось почти на 35%, потери рабочего времени — на 37%. При этом 98% всех забастовок пришлось на сферу образования, большинство из которых состоялось во время Всероссийской акции протеста учителей (27—29 января 1999 г.). В результате принятых мер по погашению долгов и повышению заработной платы работникам бюджетной сферы число забастовок в этой сфере в 2000 г. сократилось.

В последние годы наряду с трудовыми конфликтами, спровоцированными традиционными причинами (низкая заработная плата и ее задержка, неоправданное сокращение рабочих мест без соответствующей социальной защиты высвобождаемых работников, нарушение норм охраны труда и др.), участились трудовые конфликты, вызванные сменой собственника, недовольством работников политикой иностранных инвесторов.

Отметим, что сегодняшняя организация государственной статистики трудовых конфликтов нацелена на получение количественных параметров забастовочного движения и потерь рабочего времени. Однако этой информации недостаточно для принятия действенных упреждающих мер по их предотвращению.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные источники информации статистики труда.
2. Какая категория объединяет занятых и безработных:
  - а) трудовые ресурсы;
  - б) население в экономически активном возрасте;
  - в) экономически активное население;
  - г) трудоспособное население?
3. Какие показатели характеризуют уровень занятости и уровень безработицы?
4. Как в статистике оцениваются масштабы неполной занятости?
5. Какие критерии определения численности безработных учитываются при выборочных обследованиях по проблемам занятости?
6. Как рассчитывается коэффициент напряженности на рынке труда?
7. Что такое критическая зона рынка труда? Какие субзоны выделяются в ее составе?
8. Какие категории выделяются в составе работников предприятия в зависимости от характера выполняемых ими функций?
9. В чем отличие средней и среднесписочной численности работников предприятия? Как вычисляется каждый из этих показателей?
10. Укажите, какие показатели рассчитываются для характеристики движения персонала предприятия.
11. Что относят к потерям рабочего времени?
12. Как определяется максимально возможный фонд рабочего времени?
13. С помощью каких показателей характеризуется использование рабочего времени на предприятии?



14. Назовите элементы, входящие в состав фонда заработной платы.
15. Из чего складываются затраты предприятия на рабочую силу?
16. Как учесть фактор инфляции при анализе уровня заработной платы?
17. Как измерить влияние изменения в структуре занятых на динамику средней заработной платы?
18. Какие показатели производительности труда можно рассчитать на уровне предприятия?
19. Покажите взаимосвязь между часовой, дневной и месячной выработкой.
20. Как измеряется динамика производительности труда?
21. Назовите основные показатели статистики трудовых конфликтов.
22. Какие показатели вычисляются в статистике для оценки потерь рабочего времени в результате трудовых конфликтов?

## Глава 14

### Статистика доходов и расходов населения

#### 14.1. Статистика структуры и уровня доходов населения

**Статистическое изучение доходов и расходов населения** включает: определение объема, состава (структуры) и динамики доходов и расходов населения; характеристику дифференциации населения по доходам; изучение влияния доходов на потребление; анализ и моделирование распределения населения по доходам; характеристику уровня бедности населения и домохозяйств; изучение региональных различий в уровне доходов, их структуре, дифференциации по доходам.

Совокупные доходы домохозяйства включают доходы от работы (первой, второй и пр.) как в денежной, так и в натуральной форме; трансферты, в которые входят пенсии, стипендии, алименты и пособия по безработице, все виды пособий, получаемых населением в денежном и натуральном выражении; прочие доходы, включая продукцию личного подсобного хозяйства, подарки и помощь близких, доход от сдачи в наем, наследство и т. д.

Основной вид доходов — денежные доходы. Состав денежных доходов и расходов населения изучается на базе двух основных источников информации: баланса денежных доходов и расходов населения и выборочного обследования бюджетов домохозяйств.

*Баланс денежных доходов и расходов* населения строится ежеквартально Центробанком и его региональными конторами на базе финансовой отчетности и включает следующие основные статьи.

Денежные доходы населения:

- оплата труда;
- доходы наемных работников предприятий и организаций, кроме оплаты труда;
- социальные трансферты;
- доходы населения от собственности;
- поступления от продажи продуктов сельского хозяйства;
- поступления из финансовой системы;
- доходы населения от продажи иностранной валюты;
- прочие поступления;
- деньги, полученные по переводам (за вычетом переведенных и внесенных сумм)

Всего денежных доходов.

Превышение расходов над доходами.

Денежные расходы и сбережения:

- покупка товаров и оплата услуг;
- обязательные платежи и добровольные взносы;

- прирост сбережений во вкладах и ценных бумагах;
- покупка жилых помещений;
- расходы населения на приобретение иностранной валюты;
- деньги, отосланные по переводам (за вычетом полученных сумм).

Всего денежных расходов и сбережений. Превышение доходов над расходами.

На основе баланса денежных доходов и расходов вычисляются следующие статистические показатели, характеризующие денежные доходы населения:

номинальные (совокупные) доходы: сумма всех денежных доходов, полученных населением;

располагаемые денежные доходы: номинальные доходы за вычетом обязательных платежей и добровольных взносов;

реальные денежные доходы населения: располагаемые доходы, деленные на индекс потребительских цен (ИПЦ).

Вторым источником, как уже отмечалось, является *выборочное обследование бюджетов домашних хозяйств*. Это текущее выборочное наблюдение, охватывающее примерно 45 тыс. домохозяйств, которые ведут регулярные записи о своих доходах и расходах. Выборочное бюджетное обследование организуется Госкомстатом России.

По данным выборочного бюджетного обследования денежные доходы подразделяются на оплату труда, доход от предпринимательства, пенсии, стипендии, пособия, проценты и выигрыши по вкладам, дивиденды по ценным бумагам, поступления от страхования, всех видов продаж, от родственников, алименты.

На основе данных бюджетного обследования рассчитываются следующие показатели:

- денежный доход домохозяйства: объем денежных средств, которыми располагает домохозяйство для обеспечения своих расходов и создания сбережений (без привлечения ранее накопленных средств, ссуд и кредитов);

- денежная оценка натуральных поступлений продуктов питания (вычисленная по средним ценам покупки) и представленных в натуральном выражении дотаций и льгот (в денежной оценке);

- валовой доход домохозяйства: сумма денежных доходов и стоимость натуральных поступлений;

- располагаемые ресурсы домохозяйства: сумма валовых доходов, накопленных средств, полученных ссуд, кредитов, т. е. сумма денежных средств, которыми располагает домохозяйство для покрытия своих расходов и создания сбережений.

Среднедушевые денежные доходы в Российской Федерации постоянно растут, однако межрегиональные различия не уменьшаются, а возрастают. Так, в 1999 г. среднедушевые денежные доходы в месяц составляли в целом по России 1594,6 руб. Всего в 17 субъектах Российской Федерации доходы были выше средних. Среди них на

первом месте по уровню доходов г. Москва – 6859,1 руб., затем Тюменская область – 3266,0 руб., Республика Саха – 2842,6 руб. Низкий уровень доходов в таких субъектах Российской Федерации, как Псковская область – 888 руб., Ивановская область – 710,7, Тверская область – 819,6, Республика Марий Эл – 696,1, Чувашская Республика – 763,9 руб., а также в республиках Северо-Кавказского и Уральского регионов.

Структура доходов не остается постоянной. В период перехода к рынку появились новые источники доходов – доход от предпринимательской деятельности, доходы от собственности. Растет доля трансфертов, пособий, льгот, доходов, которые занимают значительное место в формировании бюджетов средне- и низкодходных домохозяйств. В большей мере это связано с реформированием сферы услуг – с ростом стоимости услуг трансферта, жилищно-коммунального обслуживания, с пенсионной реформой.

Оплата труда продолжает составлять основную долю денежных доходов населения, хотя ее доля в доходах постепенно снижается. Оплата труда является к тому же наиболее дифференцирующим фактором для регионов России: ее уровень по субъектам Российской Федерации различается примерно в 5 раз. Региональные особенности проявляются в структуре денежных доходов населения (табл. 14.1).

Таблица 14.1

Структура денежных доходов населения по некоторым субъектам Российской Федерации<sup>1</sup>

(%)

Субъекты	Оплата труда		Денежные доходы от предпринимательской деятельности		Социальные трансферты		Доходы от собственности		Другие доходы	
	1998 г.	1999 г.	1998 г.	1999 г.	1998 г.	1999 г.	1998 г.	1999 г.	1998 г.	1999 г.
Российская Федерация	37,8	36,3	14,2	13,2	13,6	13,7	5,5	7,2	28,9	29,6
Мурманская область	44,3	43,5	15,5	11,6	11,9	10,7	3,6	3,4	24,7	30,8
Новгородская область	32,8	33,3	17,0	16,7	16,2	15,2	2,6	3,0	31,4	31,8
Санкт-Петербург	41,8	40,8	8,8	6,7	14,1	12,0	7,8	10,1	27,5	30,4
Москва	17,6	17,6	15,9	12,0	6,3	7,5	11,7	16,0	48,5	46,9
Нижегородская область	45,8	49,2	12,4	9,9	19,2	17,6	5,7	6,2	16,9	17,1

<sup>1</sup> Социальное положение и уровень жизни населения России. Статистический сборник. М.: Госкомстат России, 2000. С. 125–127.

Субъекты	Оплата труда		Денежные доходы от предпринимательской деятельности		Социальные трансферты		Доходы от собственности		Другие доходы	
	1998 г.	1999 г.	1998 г.	1999 г.	1998 г.	1999 г.	1998 г.	1999 г.	1998 г.	1999 г.
Самарская область	37,5	32,8	15,8	17,1	12,3	9,3	4,0	4,8	30,4	36,0
Ростовская область	29,8	26,5	24,8	21,0	15,7	16,3	3,4	3,5	26,7	32,7
Свердловская область	48,4	46,3	11,4	10,9	15,0	15,6	4,9	6,8	20,3	20,4
Тюменская область	59,4	56,5	7,5	6,3	8,2	6,6	3,2	4,2	21,7	26,4
Республика Саха	52,5	50,0	13,4	12,9	12,5	9,9	1,9	2,6	19,8	24,6
Калининградская область	44,5	42,2	7,4	8,5	18,7	16,3	3,7	4,1	25,7	28,9

В регионах, где удастся обеспечить продвижение экономических и социальных реформ, где экономика диверсифицирована как по отраслям, так и по организационно-правовым формам, доля оплаты за работу по найму снижается, доходы от предпринимательской деятельности и от собственности становятся достаточно значимы. Снижение доходов от предпринимательской деятельности в 1999 г. по сравнению с 1998 г. в Москве, Санкт-Петербурге и ряде других субъектов Федерации объясняется нестабильностью экономической ситуации, прежде всего финансовым кризисом в августе 1998 г., а также высоким уровнем налогообложения и сокращением доходов. Чем более моноотраслевой является экономика региона, чем слабее в ней развиты рынки, тем выше зависимость доходов от оплаты труда и малозначимы другие источники доходов.

Таким образом, данные табл. 14.1 свидетельствуют о существенных различиях в структуре денежных доходов в субъектах Российской Федерации и об их зависимости от экономической ситуации.

## 14.2. Статистика расходов населения

В условиях перехода к рыночной экономике информация о доходах менее достоверна, нежели информация о расходах. Это связано с распространением вторичной занятости, наличием неучитываемых доходов от теневой экономической деятельности, разрывом во времени между осуществлением деятельности и ее оплатой, распространённостью натуральных поступлений продуктов питания, наличием льгот, предоставляемых населению. На это указывает превышение среднедушевых денежных расходов населения над доходами в ряде городов

Российской Федерации – Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге и др. Поэтому в оценке уровня жизни предпочтение отдается изучению расходов.

Источниками изучения расходов, как и доходов населения, являются баланс денежных доходов и расходов населения и данные выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств.

Расходы домохозяйств подразделяются на:

– потребительские расходы: покупка продуктов питания, непродовольственных товаров и оплата услуг;

– расходы, связанные с потреблением: налоги, сборы, платежи, взносы, погашение кредита, возврат ссуды или долга, расходы на покупку недвижимости, сбережения;

– расходы на ведение личного подсобного хозяйства: затраты на покупку земельного участка, подсобных материалов, кормов для животных и др.;

– затраты на ведение предпринимательской деятельности.

Структура денежных расходов населения в период перехода к рынку существенно изменилась (табл. 14.2).

Таблица 14.2

### Денежные расходы и сбережения населения<sup>1</sup>

(%)

	1992 г.	1999 г.
Покупка товаров и оплата услуг	72,9	79,0
Оплата обязательных платежей и разнообразных взносов	8,2	6,4
Накопление сбережений во вкладах и ценных бумагах	4,8	4,4
Покупка валюты	0,5	8,2
Всего денежных расходов	86,4	98,0
Прирост денег на руках у населения	13,6	2,0

Возрастает доля расходов на покупку товаров и услуг; недоверие к банковской системе проявляется в заметном увеличении такой статьи расходов, как покупка валюты.

На основе бюджетного обследования рассчитываются следующие показатели:

объем и структура *потребительских расходов*: расходы на приобретение продуктов питания, питание вне дома, покупка алкогольных напитков, покупка непродовольственных товаров, оплата услуг.

В составе потребительских расходов не учитываются покупка ювелирных изделий, оплата материалов и работ по строительству и капитальному ремонту жилых или подсобных помещений;

<sup>1</sup> Россия в цифрах. М.: Госкомстат России, 2000. С. 103.

*расходы на конечное потребление:* потребительские расходы, стоимость натуральных поступлений продуктов питания и предоставленных в натуральном выражении дотаций и льгот.

В статистическом изучении денежных расходов населения важное значение имеет изучение дифференциации населения по расходам, составу расходов в группах населения с разным уровнем доходов, разным социальным, демографическим составом. Учитывая разнообразие природных и экономических условий на территории России, актуальной задачей остается исследование региональных особенностей объема и структуры расходов населения.

Данные о доходах и расходах населения публикуются в официальных статистических изданиях Госкомстата России — в ежегодниках «Россия в цифрах» (полный и краткий), сборниках «Социальное положение и уровень жизни населения России», «Регионы России» (в 2-х томах).

В среднем сумма расходов на конечное потребление на одного члена домашнего хозяйства в месяц по территориальным образованиям в России в 1999 г. колебалась от 2433,2 руб. в Ямало-Ненецком автономном округе до 432,9 руб. в Пермском автономном округе и до 221,3 руб. в Республике Ингушетия.

Важной задачей статистики является исследование *структуры потребления*, которая обуславливается структурой потребительских расходов. В целом по Российской Федерации в 1999 г. она складывалась следующим образом: 59% составляли покупки продуктов питания, 1,7% — питание вне дома, 2,5% тратилось на покупку алкогольных напитков, 30,8% — на покупку непродовольственных товаров, 13,0% — на оплату услуг.

Структура потребления существенно различается по социальным группам населения с разным уровнем дохода. Самое необеспеченное население (с доходами ниже прожиточного минимума) практически все тратит на питание. По мере возрастания доходов абсолютные расходы на питание увеличиваются, но в отношении ко всем расходам домохозяйства они снижаются. Эта закономерность впервые была сформулирована в середине XIX в. немецким ученым Э. Энгелем и получила название Закона Энгеля.

Были найдены и другие эмпирические законы потребления. Так, Закон Швабе гласит: чем беднее семья, тем бóльшая доля расходов тратится на жилище; Закон Райта — чем выше доход, тем выше уровень сбережений и их доля в общей сумме расходов и сбережений.

По мере возрастания доходов доля расходов на непродовольственные товары изменяется незначительно и резко возрастает доля расходов на услуги. Для оценки структурных различий в потребительских расходах населения можно использовать интегральный коэффициент структурных различий К. Гатева (см. гл. 3).

Основным фактором, оказывающим наибольшее влияние на потребление населением товаров и услуг, является доход. При повыше-

нии дохода потребление растет, но с меньшей скоростью. Мерой реагирования потребления на изменение дохода выступает *эластичность потребления*.

Коэффициент эластичности потребления ( $\mathcal{E}$ ) показывает, на сколько процентов в среднем изменится величина потребления ( $y$ ) с изменением дохода ( $x$ ) на 1%.

Рассчитываются теоретические (на основе определенной формы связи между доходами и потреблением) и эмпирические коэффициенты эластичности.

При линейной форме связи между изменением дохода и потреблением:

$$\mathcal{E} = a_1 \cdot \frac{\bar{x}}{\bar{y}}$$

при степенной:

$$\mathcal{E} = a_1;$$

при параболической:

$$\mathcal{E} = \frac{(a_1 + 2a_2x) \cdot \bar{x}}{\bar{y}}$$

при гиперболической:

$$\mathcal{E} = \frac{a_1}{a_0x + a_1}$$

Эмпирический коэффициент эластичности потребления от изменения доходов вычисляется по формуле А. Маршалла:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{y}{x} = \frac{\Delta y}{y} \cdot \frac{\Delta x}{x},$$

где  $x$  и  $y$  — начальные доход и потребление;  $\Delta x$  и  $\Delta y$  — их приращения за период или при переходе от одной группы населения к другой.

### 14.3. Измерение неравенства населения

Развитие рыночных отношений способствует дифференциации населения по денежным доходам и расходам. Статистика изучает этот процесс на основе данных бюджетного обследования и специальной системы показателей, которые используются правительством Российской Федерации для принятия решений о минимальном размере пенсии, заработной платы и других параметрах социальной политики.

Для изучения дифференциации населения по денежным доходам (расходам) используется следующая система показателей:



— показатели, основанные на соотношении структурных характеристик распределения населения по среднедушевым доходам: децильный, квинтильный и квартильный коэффициенты дифференциации, коэффициент фондов, коэффициент социальной стратификации и др.;

— показатели, основанные на всем распределении населения по доходам: коэффициент и кривая Лоренца, коэффициент Джини и др.;

— перегруппировки населения по децильным группам или по группам с одинаковой покупательной способностью (кратным величине прожиточного минимума).

Рассмотрим порядок расчета перечисленных показателей на следующем примере распределения населения по среднедушевым доходам на основе данных за 1999 г. по одному из субъектов Российской Федерации (табл. 14.3).

Таблица 14.3

Распределение населения по доходу

Среднедушевой доход в месяц, руб.	1999 г.	Накопленная частота (cumF)
Число обследуемых	100,0	
В том числе со среднедушевым доходом в месяц:		
До 400,0	5,4	5,4
400,1–600,0	11,7	17,7
600,1–800,0	14,3	31,4
800,1–1000,0	13,7	45,1
1000,1–1200,0	11,7	56,8
1200,1–1600,0	17,0	73,8
1600,1–2000,0	10,3	84,1
Свыше 2000,0	15,9	100,0

Децилем называется структурная переменная, которая делит распределение на десять равных частей по 10% единиц или объема совокупности в каждой части. Децилей — девять, децильных групп — десять. Децильный коэффициент дифференциации доходов равен отношению крайних децилей распределения:  $D_9 : D_1$ .

В общем виде децили определяются по следующей формуле:

$$D_k = X_0 + Ld \cdot ((K \cdot F - cumFd - 1) / Fd),$$

где  $D_k$  — дециль  $k$ -го порядка;  $X_0$  — нижняя граница интервала  $k$ -го дециля;  $Ld$  — величина интервала  $k$ -го дециля;  $K$  — кумулятивная доля дециля (для первого —  $K = 0,1$ ; для девятого —  $K = 0,9$ );  $cumFd - 1$  — накопленная частота в интервале, предшествующем интервалу  $k$ -го дециля;  $Fd$  — частота в интервале  $k$ -го дециля.

Для нахождения дециля необходимо определить интервал, в котором он располагается.

С этой целью вычисляется накопленная частота ( $cumF$ ), по которой первый дециль располагается в интервале от 400,1 до 600,0 руб., девятый дециль — в последнем интервале (свыше 2000 руб.).

Максимальный доход для 10% населения с низкими доходами равен:

$$D_1 = 400,1 + 200 \cdot ((0,1 \cdot 100 - 5,4) / 11,7) = 479 \text{ руб.}$$

Минимальный доход для 10% населения с высокими доходами равен:

$$D_9 = 2000,1 + 400 \cdot ((0,9 \cdot 100 - 84,1) / 15,9) = 2148 \text{ руб.}$$

Децильный коэффициент дифференциации равен:

$$Kd = D_9 / D_1 = 2148 / 479 = 4,5 \text{ раза.}$$

Таким образом, минимальный доход 10% богатых превышает максимальный доход 10% бедных в 4,5 раза.

Более точным показателем дифференциации выступает коэффициент фондов, определяемый как отношение среднего дохода 10% богатых к среднему доходу 10% бедных:

$$K_f = \frac{\bar{Y}_{10}}{\bar{Y}_1}$$

В России коэффициент фондов в IV квартале 1998 г. составлял 13,4 раза.

Оба коэффициента вычисляются на основе данных по крайним группам населения. Более корректными считаются показатели дифференциации, основанные на всем распределении населения по доходам. К таким показателям относятся коэффициент и кривая Лоренца и коэффициент Джини. Рассмотрим порядок их построения (табл. 14.4).

Таблица 14.4<sup>1</sup>

Среднедушевой доход в месяц, руб.	$Fp$	$cumFp$	$Xi$	$Xi \cdot F = D$	$Fd$	$cumFd$	$Fp \cdot Fd$	$Fp \cdot cumFd$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число обследуемых	1,0			1200,0	1,000		0,1409	0,4308
В том числе со среднедушевым доходом в месяц:								
До 400,0	0,054	0,054	300	16,2	0,014	0,014	0,0007	0,0007
400,1–600,0	0,117	0,171	500	58,5	0,049	0,063	0,0057	0,0074

<sup>1</sup> Таблица составлена к. э. н. О. Н. Кашиной.

Среднедушевой доход в месяц, руб.	$F_p$	$\text{cum}F_p$	$X_i$	$X_i \cdot F = D$	$F_d$	$\text{cum}F_d$	$F_p \cdot F_d$	$F_p \cdot \text{cum}F_d$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
600,1–800,0	0,143	0,314	700	100,1	0,083	0,146	0,0119	0,0209
800,1–1000,0	0,137	0,451	900	123,3	0,103	0,249	0,0141	0,0341
1000,1–1200,0	0,117	0,586	1100	128,7	0,107	0,356	0,0125	0,0416
1200,1–1600,0	0,170	0,738	1400	238,0	0,198	0,554	0,0337	0,0942
1600,1–2000,0	0,103	0,841	1800	185,4	0,154	0,708	0,0159	0,0729
Свыше 2000,0	0,159	1,000	2200	349,8	0,292	1,000	0,0464	0,1590

Коэффициент Лоренца равен:

$$L = \sum |F_d - F_p| / 2 = (|0,014 - 0,054| + |0,049 - 0,117| + |0,083 - 0,143| + \dots + |0,292 - 0,159|) = 0,212.$$

$0 \leq L \leq 1$ . Чем ближе коэффициент Лоренца к единице, тем выше дифференциация населения. Значение коэффициента, близкое к нулю, означает равномерность распределения населения по доходам.

Чаще используется коэффициент Джини.

Коэффициент Джини составляет:

$$G = 1 - 2 \sum F_p \cdot \text{cum}F_d + \sum F_p \cdot F_d = 1 - 2 \cdot 0,4308 + 0,1409 = 0,2793$$

В России коэффициент Джини составлял в 1991 г. 0,260, в 1998 г. – 0,379.

Равномерность распределения населения по доходам также характеризует кривая Лоренца (рис. 14.1).

Для проведения перегруппировки населения по децильным группам необходимо определить значения каждого дециля, которые выступают границами интервалов. В каждой группе располагается по 10% населения.

Перегруппировка населения по покупательной способности проводится следующим образом:

$$\text{cum}F = (ПМ - X_0) \cdot F_{pm} / L_{pm} + \text{cum}F_{pm} - 1,$$

где  $ПМ$  – величина прожиточного минимума;  $X_0$  – нижняя граница интервала, в котором находится прожиточный минимум;  $F_{pm}$  – частота в интервале прожиточного минимума;  $L_{pm}$  – величина интервала, в котором расположен прожиточный минимум;  $(\text{cum}F_{pm} - 1)$  – накопленная частота в интервале, предшествующем интервалу прожиточного минимума.

При условии, что величина прожиточного минимума составила 980 руб., получим:

$$\text{cum}F = (980 - 800) \cdot 0,137/200 + 0,314 = 0,4373.$$

Таким образом, 43,7% населения региона имеют доходы ниже величины прожиточного минимума.

Ниже двух прожиточных минимумов имеет доходы следующая часть населения:

$$\text{cum}F = (2 \cdot 980 - 1600) \cdot 0,103/400 + 0,738 = 0,8307.$$

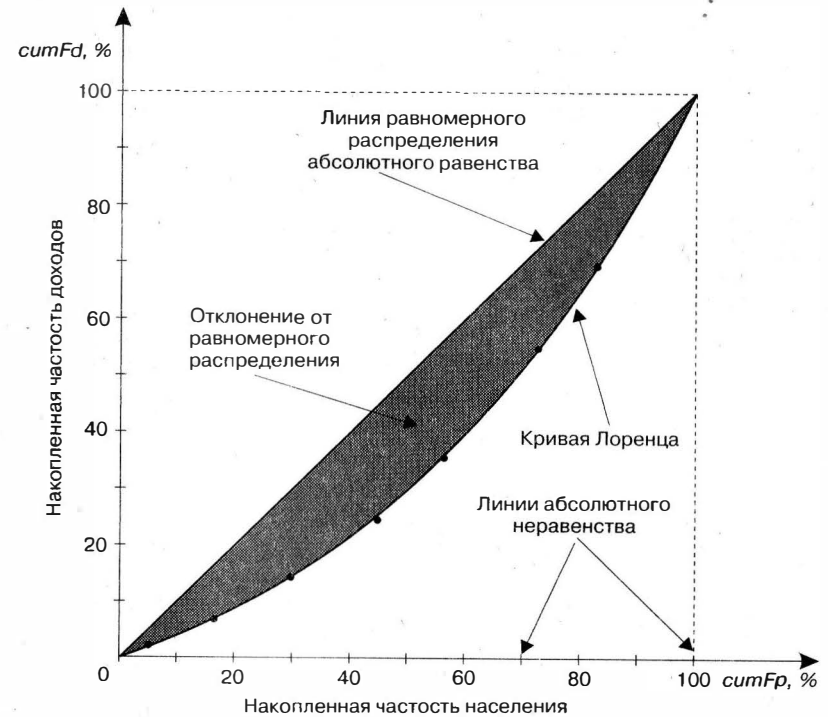


Рис. 14.1. Кривая Лоренца (построена по данным гр. 3 и 7 табл. 14.4)

В результате получаем группировку населения по покупательной способности (табл. 14.5).

Таблица 14.5

Группировка населения по прожиточному минимуму

Денежный доход	$F$	$\text{cum}F$
Менее 1 ПМ	0,4373	0,4373
1 – 2ПМ	0,8307	0,3934
2 ПМ и более	1,0000	0,1693
Итого	1,0000	

До 1998 г. в России доходы менее одного прожиточного минимума имели 28% населения.

Прожиточный минимум — это пороговое значение доходов, при котором (или ниже которого) должна оказываться социальная помощь населению. Это предельная линия бедности. Федеральным законом «О прожиточном уровне в Российской Федерации» от 24 октября 1997 г. предусмотрено, что основой для установления минимального размера оплаты труда признается величина прожиточного минимума, которая определяется ежеквартально. Однако положения этого Закона будут вводиться поэтапно. В 1999 г. в нашей стране был принят прожиточный минимум, принимающий в расчет стоимость всей потребительской корзины, включая непродовольственные товары и услуги. Прожиточный минимум установлен для следующих категорий населения: для трудоспособного населения, пенсионеров и детей.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Какие выделяются статьи доходов и расходов?
2. Что служит источником данных при изучении уровня и структуры доходов и расходов населения?
3. Каковы современные тенденции в изменении доходов россиян?
4. Каков среднедушевой месячный уровень доходов и расходов в вашем регионе? Чему равен региональный прожиточный минимум?
5. Что такое децили распределения и как они используются при измерении дифференциации населения?
6. В каких пределах изменяются коэффициенты Лоренца и Джини? С какой целью они используются?
7. Для чего рассчитываются показатели дифференциации населения?
8. Как определяется официальная черта бедности?

## Глава 15

### СТАТИСТИКА ЦЕН

#### 15.1. Сущность цены в условиях рыночной экономики и задачи статистики

В рыночной экономике цена является наиболее важной категорией. Изучением цены и ценообразования, процессов их изменения занимаются как макро- и микроэкономика, так и отраслевые экономики. Наиболее детально исследует цены и систему цен микроэкономика, которую в связи с этим часто называют «теорией цены».

В органах государственной статистики действует служба статистики цен, которая обеспечивает получение всесторонней и объективной информации о ценах на товары и услуги, выявляет закономерности и тенденции их изменения. Публикуемые в статистических сборниках, научных работах, средствах массовой информации показатели цен (уровни цен, индексы цен, темпы роста и т. д.) представляют интерес не только для органов государственного управления и бизнесменов, но и для населения. Показатели статистики цен позволяют оценить состояние рыночной экономики, влияние изменения цен на уровень жизни населения и деловую активность.

Различные виды цен на товары и услуги, действующие в сфере экономических отношений, образуют единую систему цен, которые можно классифицировать по следующим признакам:

- по характеру обслуживаемого оборота выделяют оптовые, розничные, закупочные цены, сметную стоимость, цены и тарифы на услуги населению;
- по способу установления различают постоянные, текущие, подвижные, скользящие цены;
- в зависимости от государственного воздействия, регулирования и степени конкурентности на рынке цены подразделяют на свободные или рыночные, регулируемые, паритетные, фиксированные;
- с учетом фактора времени выделяют постоянные, сезонные, ступенчатые цены;
- по способу получения информации об уровне цен их делят на справочные, прейскурантные и расчетные;
- в зависимости от вида рынка выделяют аукционные цены, биржевые котировки, цены торгов;
- по условиям поставки и продажи различают цены-нетто, цены-брутто, «франко», мировые цены.

Следует учитывать, что цены, по которым обычно совершаются покупки, могут отличаться от цен, публикуемых в печати, вследствие широкого применения скидок. Скидки представляют собой суммы

денег, выделяемых продавцом товара или услуг различным покупателям с целью ускорения продвижения товара на рынке и расширения рынка сбыта.

Различают следующие основные виды скидок: бонусная, дилерская, специальная скидка, экспортные скидки и скидки за возврат.

Статистика изучает прежде всего цены с учетом сферы товарного обращения — оптовые, розничные цены, цены на тарифы и услуги, сметную стоимость и закупочные цены.

*Оптовые цены* — это цены, по которым предприятия реализуют произведенную продукцию промышленно-технического и потребительского назначения другим предприятиям или сбытовым организациям. В условиях рынка оптимизировать товародвижение позволяют посреднические оптовые фирмы или организации.

*Розничные цены* — это цены, по которым товары реализуются конечному потребителю (населению).

*Цены на тарифы и услуги* населению являются особым видом розничной цены. Сюда входят пассажирские тарифы, цена на бытовые услуги, здравоохранение и т. д.

*Сметная стоимость* — это цена, по которой оплачивается продукция строительства.

*Закупочные цены* — это цены, по которым государство покупает продукцию у сельскохозяйственных производителей, а также цены реализации этой продукции промышленным предприятиям или фирмам для последующей переработки.

В рыночной экономике основным видом цен являются свободные цены, при исследовании которых учитываются такие факторы, как спрос и предложение, полные и предельные издержки, конкуренция, ценовая эластичность спроса и др.

Цена является основным стоимостным соизмерителем при обмене товаров на деньги и важнейшим показателем конъюнктуры рынка, фактором его сбалансированности. Под воздействием цены формируется соотношение спроса и предложения, производства и потребления, территориальное размещение производства и т. д. Цена выступает как фактор налогообложения, образования прибыли, уровня реальных доходов населения, уровня инфляции, инвестиционной политики и др.

Переход экономики России на рыночные основы хозяйствования обусловил необходимость проведения реформы цен, которая началась в апреле 1991 г. Эта реформа привела к тому, что уже с 1 января 1992 г. практически все цены, за исключением цен на стратегические товары, были отпущены правительством «на свободу».

Однако либерализация цен, означавшая право продавца назначать свою цену, привела к существенному росту цен, особенно потребительских, в 1992–1995 гг. В этот же период наблюдались ежегодные высокие темпы роста цен во всех секторах экономики.

За десятилетний период рыночных преобразований российской статистикой накоплен определенный опыт исследований рыночных цен. Совершенствование рыночных отношений требует тщательного анализа закономерностей и тенденций изменения цен на товары и услуги.

Задачи статистики цен включают:

- 1) наблюдение за ценами и их изменениями;
- 2) изучение на основе стоимостных показателей конъюнктуры рынка;
- 3) исследование динамики цен отдельных товарных рынков;
- 4) анализ цены как фактора уровня жизни населения и индикатора инфляционных процессов;
- 5) изучение цены при анализе макроэкономических показателей Системы национальных счетов и в международной статистике.

## 15.2. Статистическое наблюдение за ценами

Органами государственной статистики проводится сбор информации об уровне цен на товары и услуги. Если до конца 80-х годов в основе статистического наблюдения лежал строго документированный и сплошной учет цен, то начиная с 1989 г. государственная статистика перешла на выборочную систему регистрации цен по совокупности товаров-представителей. Этот метод несплошного наблюдения за уровнем цен согласуется с международной практикой, которая оправдала себя даже в условиях нестабильности рыночной экономики.

Формирование выборочной совокупности товаров-представителей осуществляется модифицированным методом основного массива, т. е. посредством отбора наиболее типичных товаров, пользующихся массовым спросом, в сочетании с выборкой периодически повторяющихся моментов наблюдения за ценами.

Формирование выборочной совокупности товаров-представителей включает следующие этапы:

- а) отбор базовых предприятий;
- б) отбор товаров-представителей;
- в) выборку моментов регистрации цен и тарифов.

В зависимости от целей сбора ценовой информации (расчет индексов цен производителей, потребительских цен и др.) каждый этап выборки имеет свои особенности. Вместе с тем для обеспечения репрезентативности выборочного наблюдения за ценами должен соблюдаться единый методологический подход — регистрировать цены на одних и тех же предприятиях, на одних и тех же товарах (услугах) одинакового качества, в один и тот же момент времени.

*Базовое предприятие* — это предприятие торговли, промышленности, строительства, и т. д., которое оказалось отобранным в условиях принятого метода отбора.

*Товар-представитель* — конкретный товар (марка, артикул) или малая товарная группа, основой которой является общность потребительского



назначения. Товарами-представителями должны быть наиболее типичные товары, пользующиеся массовым спросом. Обычно критерием их отбора является либо доля данного товара в общем объеме реализации, либо возможность регулярного получения сведений о ценах.

*Моменты регистрации* цен различаются по отдельным товарам и услугам и устанавливаются с учетом интенсивности изменения уровня цен в течение месяца. Основным принцип при формировании выборки моментов наблюдения цен состоит в том, чтобы цены регистрировались на данный товар в один и тот же момент времени каждого месяца.

Существующая система наблюдения за ценами включает также использование экспертных оценок, методов малой выборки, обследование контрактов-договоров, использование материалов финансовых и налоговых органов, информацию маркетинговых служб и т. д.

### 15.3. Система показателей статистики цен

Система показателей статистики цен представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих показателей, характеризующих различные стороны экономической конъюнктуры рынка и ценовой динамики. Показатели статистики цен используются для изучения ценовых процессов и при расчете большинства стоимостных показателей отраслевого и макроэкономического уровней.

Изучение рыночной конъюнктуры начинается с анализа средних цен и их уровней. Различают индивидуальный и средний уровень цен.

*Индивидуальный уровень цен* — абсолютная величина цены в денежном выражении за единицу конкретного товара на рынке.

*Средний уровень цен* — обобщающий показатель уровня цен, исчисляемый по однородным группам товаров во времени и пространстве.

Для расчета средних цен используются разные виды средних величин.

1. Средняя арифметическая взвешенная:

$$\bar{p} = \frac{\sum pq}{\sum q}$$

где  $p$  — цена единицы товара;  $q$  — количество товара.

Она применяется в том случае, когда в качестве весов используются показатели количества товаров в натуральном выражении.

2. Средняя гармоническая взвешенная:

$$\bar{p} = \frac{\sum pq}{\sum \frac{pq}{p}}$$

где  $pq$  — товарооборот в денежном выражении.

Применяется в том случае, если в качестве весов используются данные о продаже товаров (товарообороте).

3. Средняя хронологическая простая:

$$\bar{p} = \frac{\frac{1}{2}(p_1 + p_n) + (p_2 + p_3 + \dots + p_{n-1})}{n-1}$$

где  $n$  — число месяцев (дней) в периоде.

Применяется в том случае, если моменты регистрации равно удалены друг от друга.

4. Средняя хронологическая взвешенная:

$$\bar{p} = \frac{\sum \bar{p}_i t_i}{\sum t_i}$$

где  $\bar{p}_i$  — средняя цена за период;  $t_i$  — число месяцев (дней) в периоде.

Применяется в том случае, если даты регистрации цен распределены неравномерно.

В качестве обобщающего показателя уровня цен можно рассматривать стоимость набора из 25 основных продуктов питания, который является одной из характеристик «цены жизни» и регулярно рассчитывается государственной статистикой.

При определении средней цены товара по территориям в качестве весов можно использовать показатель численности населения.

Показатели уровня цен являются основой для расчета показателей соотношения цен на важнейшие виды продукции производственно-технического назначения, товаров народного потребления и платных услуг, оказанных населению. Динамика показателей соотношения цен позволяет оценить состояние конъюнктуры отдельных товарных рынков.

Приведем в качестве примера соотношение цен на некоторые виды продовольственных товаров с ценой на говядину по Российской Федерации за 1991–1997 гг.<sup>1</sup>

Таблица 15.1

(%)

	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.
Говядина	100	100	100	100	100	100	100
Свинина	92,5	117,4	121,4	126,9	120,0	118,9	120,7
Рыба мороженая, не- деликатесная	14,9	58,5	49,5	70,9	66,4	66,5	62,8
Масло растительное	35,3	85,6	62,0	102,3	83,4	59,5	60,7

<sup>1</sup> Цены в России. М.: Госкомстат РФ, 1998. С. 84.

	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.
Молоко цельное	4,1	10,0	14,3	23,6	22,4	22,5	23,0
Сахар-песок	15,8	61,4	34,3	43,2	35,8	26,0	27,4
Хлеб	6,4	19,5	21,2	32,3	38,3	40,0	36,0

Данные табл. 15.1 показывают, что за 1991–1997 гг. более быстрыми темпами росли цены на рыбу мороженую, растительное масло, хлеб. Сравнительной нестабильностью отличались цены на сахар-песок.

Показатель уровня цены может быть рассчитан в виде относительной величины, выражающей покупательную способность денежного дохода потребителей как отношение цены товара ( $p$ ) или стоимости набора из 25 основных продуктов питания ( $pq$ ) к величине денежного дохода населения ( $D$ ) (всего или отдельных социальных групп в целом по стране или по отдельным регионам).

Таблица 15.2

Соотношение денежных доходов населения и стоимости набора из 25 основных продуктов питания по некоторым регионам Российской Федерации (на конец года)<sup>1</sup>

	1993 г.		1994 г.		1995 г.		1996 г.		1997 г.	
	Стоимость набора, тыс. руб.	Удельный вес в доходах, %	Стоимость набора, тыс. руб.	Удельный вес в доходах, %	Стоимость набора, тыс. руб.	Удельный вес в доходах, %	Стоимость набора, тыс. руб.	Удельный вес в доходах, %	Стоимость набора, тыс. руб.	Удельный вес в доходах, %
Российская Федерация	25,8	21	90,8	23	197,8	28	219,8	22	233,3	19
г. Москва	28,5	12	115,2	9	240,2	8	248,3	6	276,0	7
г. Санкт-Петербург	25,1	21	90,7	21	192,2	20	210,4	18	230,0	19
Мурманская область	32,7	17	133,1	24	259,9	25	274,1	31	299,3	16
Тверская область	21,1	24	81,6	26	173,9	39	185,6	34	203,1	30
Тамбовская область	22,9	27	83,3	26	153,5	37	191,8	33	204,3	28
Краснодарский край	23,0	23	77,2	25	171,1	30	201,6	31	221,6	25
Новосибирская область	32,8	38	90,1	36	193,6	35	237,6	31	244,3	25
Амурская область	42,1	30	97,6	23	242,2	31	284,1	36	309,3	29

В табл. 15.2 включены лишь 8 регионов России, но и эти данные дают дифференцированную характеристику уровня цен (высокий либо низкий) на основные продукты питания, а также уровня денежных доходов.

<sup>1</sup> Цены в России. М.: Госкомстат РФ, 1998. С. 97–99.

Из табл. 15.3 видно, что относительный уровень цен имеет значительную дифференциацию. Более быстрый рост цен по сравнению с денежными доходами населения в наибольшей мере характерен для платных услуг.

Оценка уровня цен предполагает изучение состава и структуры цены, связи структурных элементов. Пропорции между элементами цены подчиняются рыночным закономерностям, находятся под регулирующим воздействием государства в виде налоговой политики и административного регулирования уровня цен.

Таблица 15.3

Покупательная способность среднедушевого денежного дохода населения на некоторые товары и услуги<sup>1</sup>

	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.
<b>Продукты питания</b>						
Говядина (кроме бескостного мяса), кг	45	41	58	49	56	61
Рыба мороженая (без деликатесной), кг	104	99	84	77	82	89
Молоко цельное, л	514	390	355	235	257	304
<b>Непродовольственные товары, шт.</b>						
Костюм мужской из шерстяных или полушерстяных тканей	1,3	1,8	2,5	1,8	1,6	1,6
Ботинки, полуботинки кожаные мужские, пар	1,9	2,4	3,9	4,0	3,7	3,7
<b>Платные услуги населению (один вид услуг)</b>						
Химическая чистка, кг	...	26	21	23	19	19
Городской автобус, поездок	...	511	2283	1185	849	785
Квартирная плата в домах муниципального жилого фонда, м <sup>2</sup> общей площади	...	24 821	5053	2559	2126	1839

Удельный вес отдельных элементов в составе цены может быть выражен в процентах или в долях единицы. Обычно показатели структуры цен исчисляются по различным видам продукции для таких видов цен, как оптовая, розничная, закупочная, сметная стоимость, цены и тарифы на услуги населению.

Соотношение и число структурных элементов конкретной цены зависят от конъюнктуры рынка, вида товара, типа торговых посредников и т. д.

Наиболее важное значение имеет анализ оптовых и розничных цен. Значительная часть продукции промышленности реализуется по оптовым ценам предприятий, в которых составными элементами являются издержки производства, транспортные затраты, издержки хра-

<sup>1</sup> Цены в России. М.: Госкомстат РФ, 1998. С. 95–96.

нения, налоги и др. Основную долю в структуре оптовой цены образуют производственные затраты — сырье, материалы, топливо, энергия, амортизация, зарплата. Структура этих затрат различается по отраслям промышленности, что отражает особенности и условия производства.

На основе оптовых цен производителей продукции формируются розничные цены за счет добавления к оптовой цене торговых наценок оптовой и розничной торговли, которые должны компенсировать расходы предприятий торговли на издержки обращения и обеспечить им прибыль.

Для оценки интенсивности изменения структуры цены за счет отдельных элементов можно использовать интегральный коэффициент К. Гатева:

$$K_v = \sqrt{\frac{\sum (V_1 - V_0)^2}{\sum V_1^2 + \sum V_0^2}}$$

или индекс Салаи:

$$I_v = \sqrt{\frac{1}{n} \sum \left( \frac{V_1 - V_0}{V_1 + V_0} \right)^2},$$

где  $V_1$  и  $V_0$  — относительные показатели структуры цены изучаемых товаров или одного товара за два смежных периода;  $n$  — число структурных элементов цены.

Оба показателя изменяются в пределах от 0 до 1. Чем ближе показатели к нулю, тем менее существенны различия в структуре цены и наоборот.

**Пример.** Имеются условные данные о структуре розничной цены товара А за два изучаемых периода (табл. 15.4).

Таблица 15.4

Элементы цены	Базисный год		Отчетный год		$\frac{V_1}{V_0}$	$(V_1 - V_0)^2$	$V_1^2$	$V_0^2$	$\left( \frac{V_1 - V_0}{V_1 + V_0} \right)^2$
	руб.	$V_0$	руб.	$V_1$					
Себестоимость	5,00	0,35	6,20	0,34	0,971	0,0001	0,1156	0,1225	0,00021
Прибыль предприятия	1,50	0,10	1,55	0,08	0,800	0,0002	0,0064	0,0100	0,01234
Акциз	2,00	0,14	2,10	0,11	0,786	0,0009	0,0121	0,0196	0,01440
НДС	1,80	0,13	2,85	0,16	1,231	0,0009	0,0256	0,0169	0,01070
Наценка посредника	1,00	0,07	1,32	0,07	1,000	0,0000	0,0049	0,0049	0,00000
Торговая наценка	3,00	0,21	4,33	0,24	1,143	0,0009	0,0576	0,0441	0,00444
Итого	14,30	1,00	18,35	1,00	—	0,003	0,2222	0,2180	0,04209

$$K_v = \sqrt{\frac{0,003}{0,2222 + 0,2180}} = 0,0825;$$

$$I_v = \sqrt{\frac{0,04209}{6}} = 0,0837.$$

Полученные значения показателей свидетельствуют о несущественном изменении структуры розничной цены в течение года, а следовательно, можно говорить об относительной стабильности конъюнктуры рынка данного товара.

Расчет показателей изменения структуры цены можно проводить по отдельным товарам или товарным группам за более длительные периоды времени, между рынками однородных товаров различных регионов.

Система показателей статистики цен характеризует не только уровни цен, но и их динамику. Изучение комплексной ценовой информации на основе динамических рядов дает возможность построить трендовые и эконометрические модели, изучить сезонные колебания уровней цен и т. д.

Для исследования изменения цен, их динамики широко применяются индексы, которые в настоящее время являются основными показателями в системе обобщающих показателей статистики цен.

#### 15.4. Индексы цен в социально-экономическом анализе

Индексам цен принадлежит главная роль при изучении изменений цен во времени и в пространстве. Известно, что попытки простейшего измерения динамики цен на различные товары имели место еще в XVIII в. Наиболее ранним обобщающим показателем изменения цен считают показатель  $\frac{\sum p_1}{\sum p_0}$ , предложенный в 1738 г. французским экономистом Дюто. Этот показатель характеризовал отношение суммы цен ( $p$ ) различных товаров в отчетном периоде к сумме цен тех же товаров в базисном периоде. Так же без учета количества товаров рассчитывал динамику цен итальянский экономист Карли в 1764 г.:

$$I_p = \frac{\sum i_p}{n} = \frac{\sum \frac{p_1}{p_0}}{n},$$

где  $i_p$  — индексы цен по отдельным товарам.

Во второй половине XIX в. в практику расчетов индексов цен была введена агрегатная форма, в которой изменение цен увязывалось с конкретной массой товаров. Формула первого взвешенного агрегатного индекса цен, известная как *индекс Ласпейреса* (названный

по фамилии немецкого экономиста Э. Ласпейреса), была предложена в 1864 г.:

$$I_{pL} = \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0},$$

где  $q_0$  — количество товара в базисном периоде;  $p_1$  и  $p_0$  — цена единицы товара соответственно в отчетном и базисном периодах.

Таким аналитическим индексом пользуется Бюро статистики труда США для построения индекса оптовых цен. Базисной ценой ( $p_0$ ) в этом случае является скользящая средняя за три последних года, предшествующих анализируемому. Взвешивание осуществляется по физическому объему продукции базисного периода ( $q_0$ ).

Другой вид взвешенного агрегатного индекса был предложен немецким экономистом Г. Пааше в 1874 г. *Индекс Пааше* имеет вид:

$$I_{pP} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1},$$

где  $q_1$  — количество товара в отчетном периоде.

Индекс цен Пааше представляет собой сравнение агрегированных цен, взвешенных по физическим объемам текущего периода, а индекс цен Ласпейреса — сравнение агрегированных цен, взвешенных по физическим объемам базисного периода.

Индексы цен Ласпейреса и Пааше в связи с различиями в структуре весов дают неодинаковые результаты, разница в которых может достигать в случае долгосрочных и международных сопоставлений нескольких процентов. Это связано с тем, что обе формулы не отвечают тесту обратимости факторов и частично требованиям теста обратимости во времени.

Американским ученым И. Фишером, разработавшим тесты правильности построения индексов, была предложена формула средней геометрической из индексов Пааше и Ласпейреса. Она получила название «идеального» индекса цен или *индекса Фишера*:

$$I_p = \sqrt{\frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} \cdot \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}}.$$

При использовании индекса Фишера удовлетворяется одно из требований теории индексов — независимость индекса от выбора базы сравнения.

Этот индекс использовался до 1927 г. в расчетах Конъюнктурного института народного комиссариата финансов и ЦСУ СССР для исчисления индексов покупательных и продажных цен разного уровня в государственной, кооперативной и частной торговле. Индекс Фишера многократно подвергался критике в отечественной литературе за его «формальный характер» и широкого применения в современной ста-

тистической практике в нашей стране не нашел. Однако во многих странах его продолжают применять.

Кроме рассмотренных выше индексов цен в статистике применяются, хотя значительно реже, и другие.

*Индекс цен Эджворта-Маршалла:*

$$I_p = \frac{\sum p_1 (q_0 + q_1)}{\sum p_0 (q_0 + q_1)}$$

показывает динамику цен в условиях среднего объема продаж отчетного и базисного периодов.

К сожалению, весами здесь выступает условный товарооборот, не имеющий прямого экономического смысла. Кроме того, возникают трудности в получении оперативной информации, как и при расчете индекса Пааше.

Формула индекса Эджворта-Маршалла может быть использована для другого индекса — индекса пространственно-территориальных сопоставлений цен:

$$I_p = \frac{\sum p_{A_i} (q_{A_i} + q_{B_i})}{\sum p_{B_i} (q_{A_i} + q_{B_i})}.$$

В системе индексов цен, помимо рассмотренных выше агрегатных форм индексов, широкое применение получили индивидуальные индексы цен и индексы средних цен.

*Индивидуальный индекс цен* характеризует динамику цены конкретного товара (услуги).

$$i_p = \frac{p_t}{p_0} \text{ (базисный индекс),}$$

$$i_p = \frac{p_t}{p_{t-1}} \text{ (цепной индекс),}$$

где  $p_t$  — цена на товар в текущем периоде;  $p_{t-1}$  — цена на товар в предыдущем периоде;  $p_0$  — цена товара в периоде, принятом за базу сравнения.

Согласно свойству круговой сходимости величина базисного индекса цен определяется как произведение цепных индексов. Например,  $i_{p5/0} = i_{p1/0} \cdot i_{p2/1} \cdot i_{p3/2} \cdot i_{p4/3} \cdot i_{p5/4}$ .

Индивидуальные индексы цен применяются при изучении динамики цен разнородной совокупности товаров и услуг. Они используются в различных модификациях агрегатных формул сводных индексов. Так, например, индексы Ласпейреса и Пааше можно записать в виде соответствующих формул среднегармонической и среднеарифметической.



$$I_{pL} = \frac{\sum i_p p_0 q_0}{\sum p_0 q_0}$$

$$I_{pP} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum \frac{p_1 q_1}{i_p}}$$

В этих формулах индивидуальные индексы цен позволяют выявить роль отдельных товаров в формировании сводного индекса цен. При исчислении цепных и базисных индексов цен в статистической практике часто используется модифицированная формула Ласпейреса с рекурсивной системой расчета стоимостных весов. Она имеет следующий вид:

$$I_{pL} = \frac{\sum \left( \frac{p_t^i}{p_{t-1}^i} \cdot p_{t-1}^i q_0^i \right)}{\sum p_0^i q_0^i}$$

где  $p_{t-1}^i q_0^i = p_0 q_0 \cdot \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \dots \cdot \frac{p_t}{p_{t-1}}$ ;  $t$  – текущий период;  $t-1$  – предшествующий период;  $0$  – базисный период.

Модификация состоит в том, что изменение цен исчисляется на основе последовательных наблюдений цены, т. е. в каждый период времени базовые веса умножаются на последнее значение индекса цен. Такой подход обеспечивает постоянную натуральную основу весов при изменении ее стоимостной оценки в соответствии с изменением цен по группам товаров.

Кроме того, эта формула является более универсальной по сравнению со стандартной формулой Ласпейреса, поскольку в ней используется непрерывная цепь вычислений, что облегчает задачу замены товаров при нестабильном состоянии производства и реализации.

Таблица 15.5

Динамика цен по трем товарам – представителям одной из групп продукции мяскокомбината

Товары-представители	Стоимость продукции, тыс. руб. ( $p_0 q_0$ )	Индивидуальные индексы цен, в % ( $i_p$ )			Стоимость продукции, тыс. руб.		
		Январь к декабрю	Февраль к январю	Март к февралю	Январь в ценах декабря	Февраль в ценах января	Март в ценах февраля
А	1	2	3	4	5 = 2 × 1	6 = 3 × 5	7 = 4 × 6
Колбасы варенные	860	135,2	136,1	128,0	1163	1583	2026

Товары-представители	Стоимость продукции, тыс. руб. ( $p_0 q_0$ )	Индивидуальные индексы цен, в % ( $i_p$ )			Стоимость продукции, тыс. руб.		
		Январь к декабрю	Февраль к январю	Март к февралю	Январь в ценах декабря	Февраль в ценах января	Март в ценах февраля
А	1	2	3	4	5 = 2 × 1	6 = 3 × 5	7 = 4 × 6
Колбасы полукопченые	575	115,0	120,2	123,3	661	795	980
Пельмени	245	108,3	105,3	102,0	265	279	285
Итого	1680	124,3	127,2	123,9	2089	2657	3291

Рассчитаем сводные индексы цен.

Цепные индексы цен:

а) январь к декабрю предыдущего года:

$$I_{p1/0} = \frac{\sum i_{p1/0} p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} = \frac{2089}{1680} = 124,3\%$$

б) февраль к январю:

$$I_{p2/1} = \frac{\sum i_{p2/1} \cdot i_{p1/0} p_0 q_0}{\sum i_{p1/0} p_0 q_0} = \frac{\sum i_{p2/0} p_0 q_0}{\sum i_{p1/0} p_0 q_0} = \frac{2657}{2089} = 127,2\%$$

в) март к февралю:

$$I_{p3/2} = \frac{\sum i_{p3/2} \cdot i_{p2/1} \cdot i_{p1/0} p_0 q_0}{\sum i_{p2/1} \cdot i_{p1/0} p_0 q_0} = \frac{\sum i_{p3/0} p_0 q_0}{\sum i_{p2/0} p_0 q_0} = \frac{3291}{2657} = 123,9\%$$

т. е. цены выросли в марте по отношению к февралю на 23,9%.

Базисные индексы цен:

а) январь к декабрю предыдущего года:

$$I_{p1/0} = 124,3\%$$

б) февраль к декабрю:

$$I_{p2/0} = \frac{\sum i_{p2/1} \cdot i_{p1/0} p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} = \frac{\sum i_{p2/0} p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} = \frac{2657}{1680} = 158,1\%$$

ИЛИ

$$I_{p2/0} = i_{p1/0} \cdot i_{p2/1} = 1,243 \cdot 127,2 = 158,1\%$$

в) март к декабрю:

$$I_{p3/0} = \frac{\sum i_{p3/2} \cdot i_{p2/1} \cdot i_{p1/0} p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} = \frac{\sum i_{p3/0} p_0 q_0}{\sum p_0 q_0} = \frac{3291}{1680} = 195,9\%$$

или

$$I_{p3/0} = i_{p1/0} \cdot i_{p2/1} \cdot i_{p3/2} = 1,243 \cdot 1,272 \cdot 1,239 = 195,9\%$$

или

$$I_{p3/0} = i_{p2/0} \cdot i_{p3/2} = 1,581 \cdot 1,239 = 195,9\%$$

Таким образом, рекурсивная система расчета индексов цен сводится к использованию в качестве весов для индексов цен текущего месяца к предыдущему весов базисного периода в ценах предыдущего месяца.

По такой же методике определяются индексы цен каждого периода (месяца, квартала) текущего года по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года. Это позволяет частично устранить влияние сезонных колебаний на динамику цен.

Одной из задач статистики является расчет средних цен по группам товаров (услуг) и анализ их изменения.

Средние цены определяются как среднеарифметические взвешенные величины из уровней цен отдельных регионов.

В анализе изменения цен наряду с динамическими рядами средних цен, позволяющими изучать соотношение цен на отдельные товары и услуги, используют индексы.

Средние цены по группам товаров (услуг) формируются под влиянием многих ассортиментных, а также территориальных сдвигов, сезонных колебаний и др. Таким образом, изменение средних цен на товары отличается по своему экономическому содержанию от индексов цен, исчисленных по отдельным товарам-представителям, прежде всего тем, что учитывает не только изменение конкретных цен на отдельные товары, но и структурные сдвиги.

Важнейшими факторами, влияющими на структурные сдвиги, являются следующие: появление новых товаров, исчезновение старых, изменение доли отдельных товаров с различным уровнем цен, территориальные сдвиги в размещении товаров с региональной дифференциацией цен, сезонные колебания цен и т. д. В связи с этим средние цены не всегда могут быть использованы для характеристики динамики цен.

Индексный анализ динамики средних цен на однородную продукцию заключается в построении индексов переменного состава, постоянного состава и структурных сдвигов:

$$I_{p_{перем.с}} = \frac{\bar{p}_1}{\bar{p}_0} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0};$$

$$I_{p_{пост.с}} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1};$$

$$I_{p_{структ}} = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0}.$$

Между указанными индексами существует следующая взаимосвязь

$$I_{p_{перем.с}} = I_{p_{пост.с}} \cdot I_{p_{структ}}.$$

Индексы средних цен целесообразно исчислять также при изучении изменения цен одного товара, товарных групп по различным территориям и субрынкам. В этом случае структурный индекс отразит влияние изменения качества товара, перераспределения товарной массы, изменения структуры продаж и денежных расходов населения.

**Пример.** Имеются следующие данные о продаже картофеля на двух субрынках (табл. 15.6).

Таблица 15.6

Субrynки	I квартал		II квартал		Структура продаж, %	
	Объем продаж, тыс. кг ( $q_0$ )	Цена 1 кг, руб. ( $p_0$ )	Объем продаж, тыс. кг ( $q_1$ )	Цена 1 кг, руб. ( $p_1$ )	$\frac{q_0}{\sum q_0}$	$\frac{q_1}{\sum q_1}$
А	24	2,0	18	2,2	66,7	36,0
Б	12	2,5	32	2,2	33,3	64,0
Итого	36	—	50	—	100,0	100,0

Рассчитаем средние цены продажи картофеля по кварталам:

$$\bar{p}_0 = \frac{2 \cdot 24 + 2,5 \cdot 12}{36} = \frac{78}{36} = 2,17 \text{ руб.},$$

$$\bar{p}_1 = \frac{2,2 \cdot 18 + 2,2 \cdot 32}{50} = \frac{110}{20} = 2,2 \text{ руб.},$$

$$I_{p_{перем.с}} = \frac{2,2}{2,17} = 1,0138,$$

т. е. средние цены продажи картофеля увеличились на 1,38%.

$$I_{p_{пост.с}} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} = \frac{110}{2 \cdot 18 + 2,5 \cdot 32} = \frac{110}{116} = 0,9482 \text{ (-5,18\%)},$$

$$I_{p_{структ}} = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0} = \frac{116}{50} \cdot 2,17 = 1,0691 \text{ (+6,91\%)}.$$

Если бы изменение цен не сопровождалось структурным перераспределением продаж, то средняя цена реализации картофеля снизилась бы на 5,18%, а только изменение структуры продаж вызвало бы рост средней цены на 6,91%. Одновременное воздействие двух факторов увеличило среднюю цену продаж картофеля на 1,38%.

## 15.5. Индекс потребительских цен

Темпы повышения или снижения уровня жизни населения, обусловленные изменениями зарплаты, пенсий и других денежных доходов, можно правильно оценивать лишь с учетом изменения *индекса потребительских цен* (ИПЦ). С января 1992 г. динамика потребительских цен существенно изменилась, ускорились инфляционные процессы, что в свою очередь потребовало применения новых методов наблюдения и анализа цен на товары и услуги. Поэтому с этого же года по всей территории России осуществляется сбор ценовой информации на потребительском рынке для расчета ИПЦ — важнейшего показателя социально-экономического развития страны. На основе ИПЦ правительство корректирует внутреннюю политику в области финансов, денежного обращения, индексирует доходы различных социальных групп населения, оценивает уровень инфляции на потребительском рынке и др.

Наряду с информацией о ценах для расчета ИПЦ используется информация о доходах и расходах населения, получаемая статистической бюджетных обследований домохозяйств.

Сбор ценовой информации проводится на предприятиях торговли и сферы услуг всех видов собственности и форм организации торговли, а также в местах реализации товаров (услуг) физическим лицам.

Набор товаров и услуг, по которым регистрируются цены, состоит из трех групп, охватывающих 382 вида товаров и услуг: продовольственные товары (100), непродовольственные товары (201) и платные услуги (81). Отметим, что за десятилетний опыт наблюдения за ценами этот набор увеличился почти на 100 позиций. Набор формируется по принципу важности товаров-представителей и устойчивости наличия в продаже с целью обеспечения сопоставимости ценовой информации. Регистрируются цены фактической реализации с учетом НДС, акцизов и других косвенных налогов.

Учет цен и тарифов проводится по выборочному кругу городов и других населенных пунктов, отобранных с учетом их представительности в отражении социально-экономического и географического положения и степени насыщенности товарами потребительского рынка. Наблюдение за ценами осуществляется на потребительском рынке только городских поселений. Это связано с тем, что регистрация цен в сельской местности нецелесообразна, так как требует значительного увеличения материальных и трудовых затрат и сопряжена с большими трудностями. Кроме того, как показывают расчеты, динамика потребительских цен на селе мало чем отличается от динамики цен в городе.

По указанному выше набору товаров и услуг цены регистрируются еженедельно лишь в крупных городах, а по всем отобранным населенным пунктам — ежемесячно с 23-го по 25-е число. Кроме того, из всего набора товаров и услуг выделяют набор из 25 видов важней-

ших продуктов питания. Цены на эти продукты еженедельно регистрируются в Москве и Санкт-Петербурге, столицах республик в составе Российской Федерации, областных, краевых городах и центрах автономных округов.

Госкомстат рассчитывает несколько ИПЦ — сводный ИПЦ по полному фиксированному набору потребительских товаров и услуг и по этому же набору без товаров необязательного пользования (ювелирные изделия, легковые автомобили и др.); ИПЦ для отдельных социально-экономических групп населения с различным уровнем доходов (10 децильных групп семей); индекс стоимости прожиточного минимума на региональном и федеральном уровнях; сводные индексы цен в целом по группам продовольственных, непродовольственных товаров и платных услуг.

Порядок расчета ИПЦ выглядит так. Сначала определяют индивидуальные индексы цен товара (услуги) по городу или району:

$$i_p = \frac{\bar{p}_1}{\bar{p}_0},$$

где  $\bar{p}_1$  и  $\bar{p}_0$  — средние сопоставимые цены отчетного и предыдущего периода (месяца), рассчитанные по конкретному товару (услуге) по формуле простой средней арифметической:

$$\bar{p} = \frac{\sum p}{n} = \frac{\text{Сумма зарегистрированных цен в разных торговых точках}}{\text{Число зарегистрированных торговых точек}}$$

Сопоставимой считается цена, зарегистрированная в одном и том же предприятии торговли (сферы услуг) на один и тот же или аналогичный по качеству товар (услугу).

На основе индивидуальных индексов цен по городам, участвующим в наблюдении, и территориальных весов определяются агрегатные индексы цен отдельных товаров, товарных групп и услуг в целом по региону, экономическому району, Российской Федерации. В качестве территориальных весов используется удельный вес численности населения обследуемой территории в общей численности населения России на начало года.

Далее, исходя из агрегатных индексов по товарам и услугам в целом по региону, экономическому району, Российской Федерации и доли расходов на их приобретение в потребительских расходах населения, определяются сводные индексы цен в целом по группам продовольственных, непродовольственных товаров и услуг, а также ИПЦ по региону, экономическому району, Российской Федерации в целом.

В качестве формулы для расчета сводного ИПЦ используется модифицированная формула Ласпейреса:

$$I_{p_{n/0}} = \frac{\sum \frac{p_{n_j}}{p_{0_j}} p_{0_j} q_{0_j}}{\sum p_{0_j} q_{0_j}}$$

где  $p_{0_j}$  — цена товара  $j$  в базисном периоде;  $p_{n_j}$  — цена товара  $j$  в периоде  $n$ ;  $q_{0_j}$  — количество товара  $j$  в базисном периоде;  $p_{0_j} q_{0_j}$  — расходы на товар  $j$  в базисном периоде.

Расчет ИПЦ осуществляется ежемесячно к предыдущему месяцу, к соответствующему месяцу предыдущего года, к декабрю предыдущего года, а также нарастающим итогом с начала года к соответствующему периоду предыдущего года. Для получения ИПЦ за длительные периоды с сохранением характеристик данных товаров (за квартал, полугодие, период с начала года) используется цепной метод.

Таким образом, ИПЦ рассчитывается путем последовательного агрегирования данных. Сначала определяют потоварные индексы, охватывающие все виды торговли, затем — индексы по товарным группам, потом строится сводный ИПЦ.

Одним из недостатков ИПЦ по формуле Ласпейреса является базисная структура потребительских расходов семей, выступающая весами индекса. В условиях нестабильной экономики структура таких расходов неизбежно меняется в течение года (табл. 15.7). Поэтому среднегодовые веса обычно корректируются с целью максимального приближения базисной потребительской корзины к условиям текущего периода.

Таблица 15.7

Структура потребительских расходов населения<sup>1</sup>

(% к итогу)

	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.
Потребительские расходы — всего							
В том числе на покупку: продуктов питания	38,4	47,6	46,3	46,8	52,0	50,2	46,2
алкогольных напитков	4,2	4,0	3,1	2,9	2,5	2,5	2,8
непродовольственных товаров	47,7	40,6	42,4	40,2	31,8	31,3	36,2
на оплату услуг	9,7	7,8	8,2	10,1	13,7	16,0	14,8

Покажем расчет ИПЦ по упрощенной схеме на примере товарной группы «мясо и мясопродукты». Допустим, что в результате наблюдения имеется информация о средних сопоставимых ценах на то-

вар «мясо птицы» по 5 административным районам крупного города (табл. 15.8).

Таблица 15.8

Расчет средневзвешенной розничной цены и индексов цен на товар «мясо птицы»

Районы	Доля населения ( $d_i$ )	Цена за 1 кг, руб.				Индивидуальные индексы цен			
		Декабрь предыдущего года ( $p_0$ )	Текущий год			$i_{p1/0}$	$i_{p2/1}$	$i_{p3/2}$	$i_{p3/0}$
			Январь ( $p_1$ )	Февраль ( $p_2$ )	Март ( $p_3$ )				
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,155	45,2	45,0	45,4	45,8	0,996	1,009	1,009	1,014
2	0,233	45,0	45,2	45,6	46,0	1,004	1,009	1,009	1,022
3	0,174	45,5	45,3	45,8	45,9	0,996	1,011	1,002	1,009
4	0,168	46,0	46,1	46,2	46,3	1,002	1,002	1,002	1,006
5	0,270	45,1	45,5	45,6	46,0	1,009	1,002	1,009	1,020
Итого по городу	1,000	45,3	45,4	45,7	45,8	1,002	1,007	1,002	1,011

Среднее изменение цен на мясо птицы в целом по городу можно определить посредством расчета средневзвешенных индексов. Например, индекс цен за январь — декабрь составил:

$$i_{p_{1/0}} = \sum i_{p_i} \cdot d_i = 0,996 \cdot 0,155 + 1,004 \cdot 0,233 + 0,996 \cdot 0,174 + 1,002 \cdot 0,168 + 1,009 \cdot 0,270 = 1,002, \text{ или } 100,2\%.$$

К этому же результату можно прийти, сопоставляя средневзвешенные цены по городу в целом. Они рассчитаны в итоговой строке гр. 2–5 табл. 15.8 по формуле  $\bar{p}_i = \sum p_i d_i$ :

$$i_{p_{1/0}} = \frac{45,4}{45,3} = 1,002.$$

Допустим, что и по другим товарам группы «мясо и мясопродукты» были получены по городу следующие результаты индексов цен: говядина — 1,042 (2,5%); баранина — 1,062 (1,8%); свинина — 1,035 (12,0%); мясные полуфабрикаты — 1,060 (1,1%); пельмени — 1,022 (2,0%); субпродукты — 1,015 (2,0%). В скобках указан удельный вес в потребительских расходах населения, который в целом по группе «мясо и мясопродукты» в базисном году составлял 27,2% всех расходов населения на приобретение продовольственных, непродовольственных товаров и услуг (на мясо птицы — 5,8%).

Отсюда сводный ИПЦ на мясо и мясопродукты, например, в январе — декабре составит:

<sup>1</sup> Цены в России. М.: Госкомстат, 1998. С. 106.



$$I_p = (1,002 \cdot 5,8 + 1,042 \cdot 2,5 + 1,062 \cdot 1,8 + 1,035 \cdot 12,0 + 1,060 \cdot 1,1 + 1,022 \cdot 2,0 + 1,015 \cdot 2,0) / 27,2 = 27,9882 / 27,2 = 102,9\%$$

т. е. цены в январе выросли по сравнению с декабрем в среднем на 2,9%.

Индексы цен в последней графе табл. 15.8 можно получить, используя цепной метод.

В системе ИПЦ ежемесячно исчисляется индекс стоимости прожиточного минимума, или, как его называют, индекс стоимости жизни. Стоимость прожиточного (физиологического) минимума представляет собой стоимость набора 25 важнейших продуктов питания, который соответствует минимальным размерам потребления по нормам Института питания АМН РФ. Выбор перечня товаров потребительской корзины прожиточного минимума связан также с тем, что входящие в набор продукты питания довольно постоянно имеются в продаже по всей территории России. В свою очередь, это условие позволяет обоснованно анализировать динамику стоимости прожиточного минимума.

Региональный анализ динамики стоимости жизни параллельно с динамикой уровней денежных доходов дает возможность характеризовать не только состояние потребительского рынка, но также и уровень жизни населения.

## 15.6. Система индексов цен производителей

Наблюдение за ценами на рынке производителей различных видов продукции позволяет изучать динамику цен и тарифов предприятий промышленности, сельского хозяйства, строительства и грузового транспорта, связи и др. Динамика изучается на основе исчисления индексов цен производителей, которые являются взаимосвязанными и образуют систему индексов. Система индексов цен производителей используется для сравнительного анализа изменения цен на предприятиях отдельных отраслей, при переоценке основных фондов, при пересмотре ставок арендной платы, для дефлятирования ВВП, для оценки инфляции на товарных рынках и др.

Индексы цен производителей промышленной продукции строятся также с использованием выборочного метода в несколько этапов. Вначале отбираются базовые предприятия и товары-представители, по которым осуществляется наблюдение за изменением цен. Отбираются предприятия, наиболее типичные для данной отрасли промышленности, с учетом различных форм собственности и размера предприятий.

Вначале совокупность товаров-представителей формируется на федеральном уровне, а затем уточняется ее состав региональными статистическими органами. Обычно в качестве критерия представительности

служит удельный вес отобранных видов товаров в объеме товарной продукции или добавленной стоимости (около 50%).

Следующим наиболее сложным этапом построения индекса цен является определение порядка регистрации цен. Информацию о ценах в случае отсутствия ее в формах отчетности получают в результате специально организованного наблюдения. Регистрируют фактические цены на произведенную и отгружаемую продукцию в текущем месяце на российский рынок без косвенных налогов, не входящих в оптовую цену. Особую трудность представляет обеспечение сопоставимости регистрируемых цен вследствие обновления ассортимента выпускаемой продукции, сезонности производства и др. Вместе с тем постоянство товаров-представителей, потребителей и условий сделки является главным условием достоверности рассчитываемых индексов цен.

Индексы цен производителей исчисляются на основе цепного метода, наиболее приемлемого для нестабильной экономики России. В качестве базисной цены принимается цена за декабрь предыдущего года.

По отобранным для наблюдения товарам рассчитываются индивидуальные индексы цен текущего периода по отношению к предыдущему месяцу и к декабрю предыдущего года:

$$i_{p_{t/t-1}} = \frac{p_t}{p_{t-1}}; \quad i_{p_{t/0}} = \frac{p_t}{p_0} = \frac{p_t}{p_{t-1}} \cdot \frac{p_{t-1}}{p_0},$$

т. е.  $i_{p_{t/0}} = i_{p_{t/t-1}} \cdot i_{p_{t-1/0}}$  (цепной метод).

На базе этих индивидуальных индексов определяются сводные индексы цен по укрупненным товарным группам, подотраслям и отраслям промышленности.

В условиях нестабильной структуры производства базисного и текущего периодов используется модифицированная формула Ласпейреса с рекурсивной системой расчета стоимостных весов:

а) к предыдущему месяцу:

$$I_{p_{t/t-1}} = \frac{\sum_k i_{p_{t/0}} \cdot w_0}{\sum_k i_{p_{t-1/0}} \cdot w_0},$$

где  $w_0$  — стоимость продукции в базисном периоде, т. е.  $w_0 = p_0 q_0$ ;  $i_p$  — индекс цен по отдельной отрасли;  $k$  — число отраслей;

б) к декабрю предыдущего года:

$$I_{p_{t/0}} = I_{p_{t-1/0}} \cdot I_{p_{t/t-1}}.$$

В качестве базисных весов по видам продукции и товарным группам используются данные о стоимости этих видов продукции за базисный год в среднегодовых ценах. При расчете индекса по укрупненным группам товаров, подотраслям и отраслям промышленности

в целом базисными весами выступает стоимостной объем продукции в действующих ценах за год, принятый за базисный.

Расчет индексов цен к соответствующему месяцу предыдущего года в соответствии с изложенной методикой производится по формуле:

$$I_{IT|IT-1} = \frac{I_{dT-1|dT-2} \cdot I_{IT|dT-1}^n}{I_{IT-1|dT-2}^n},$$

где  $I_{IT|IT-1}$  — индекс цен отчетного месяца текущего года ( $T$ ) к соответствующему месяцу предыдущего года ( $T-1$ );  $I_{dT-1|dT-2}$  — индекс цен декабря предыдущего года к декабрю года, предшествующего предыдущему;  $I_{IT|dT-1}^n$  — индекс цен отчетного месяца текущего года к декабрю предыдущего года;  $I_{IT-1|dT-2}^n$  — индекс цен соответствующего месяца предыдущего года к декабрю года, предшествующего предыдущему;  $n$  — месяцы года.

**Пример.** Имеются данные за 3 года о динамике индексов цен на готовую продукцию одной из отраслей промышленности (табл. 15.9).

Таблица 15.9

(% к предыдущему месяцу)

Годы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1998	101,3	101,2	101,6	102,1	102,0	103,0	102,8	101,7	101,0	101,5	101,6	101,3
1999	102,0	102,1	101,8	102,4	101,6	102,0	101,8	102,5	101,9	100,3	100,4	101,0
2000	101,0	101,3	101,6	102,1	102,0	103,0	102,5	101,7	100,6	100,5	100,8	101,4

Перемножая по каждому году цепные индексы по всем месяцам, получим общее изменение цен на готовую продукцию в целом за год.

$$I_{\text{декабрь } 98 / \text{декабрь } 97} = 1,013 \cdot 1,012 \cdot 1,016 \cdot 1,021 \cdot 1,020 \cdot 1,030 \cdot 1,028 \cdot 1,017 \times \\ \times 1,010 \cdot 1,015 \cdot 1,016 \cdot 1,013 = 1,232.$$

Аналогичным способом получаем:

$$I_{\text{декабрь } 99 / \text{декабрь } 98} = 1,217, \quad I_{\text{декабрь } 2000 / \text{декабрь } 99} = 1,201.$$

Допустим, нужно рассчитать индекс цен в мае 2000 г. к маю 1999 г. Нам необходимы следующие агрегаты:

$$I_{\text{декабрь } 99 / \text{декабрь } 98} = 1,217; \\ I_{\text{май } 2000 / \text{декабрь } 99} = 1,010 \cdot 1,013 \cdot 1,016 \cdot 1,021 \cdot 1,020 = 1,082;$$

$$I_{\text{май } 99 / \text{декабрь } 98} = 1,020 \cdot 1,021 \cdot 1,018 \cdot 1,024 \cdot 1,016 = 1,103.$$

Отсюда

$$I_{\text{май } 2000 / \text{май } 99} = \frac{1,217 \cdot 1,082}{1,103} = 1,194,$$

т. е. цены выросли на 19,4%.

Следует иметь в виду, что подобный расчет индексов цен отчетного месяца к соответствующему месяцу предыдущего года по агрегированным уровням возможен при выполнении следующих условий:

а) отсутствие структурных сдвигов внутри товарной группы, подотрасли, отрасли в сравниваемых годах;

б) отсутствие погрешностей в расчетах индексов цен за предыдущие периоды, так как в противном случае не обеспечивается равенство произведений месячных индексов и индекса «декабрь к декабрю».

Невыполнение этих условий приводит к тому, что полученный результат индекса к соответствующему месяцу предыдущего года не будет соответствовать действительности.

Одним из методов определения правильности агрегированных индексов по товарным группам, рассчитываемых цепным методом, является непосредственное сопоставление цен отдельных видов товаров, входящих в товарную группу, за отчетный месяц к соответствующему месяцу предыдущего года.

Существенную роль в формировании оптовых цен производителей промышленной продукции играют покупные материально-технические ресурсы. Поэтому региональная статистика исчисляет индексы цен **приобретения промышленными организациями сырья и материалов** для основного производства. Для этой цели проводится выборочное наблюдение за ценами на основные виды приобретаемых материально-технических ресурсов, в которые включены топливо, электроэнергия и основные структуроопределяющие виды сырья, материалов, комплектующих, используемые на текущее потребление.

Регистрируемые цены приобретения, помимо цены производителей, включают транспортные, сбытовые расходы, НДС, акциз, прочие налоги. На их основе по каждому виду ресурсов рассчитываются средние цены приобретения и соответствующие индивидуальные индексы цен приобретения ( $i_p = p_1 / p_0$ ).

Для расчета групповых и сводных индексов цен используется формула средней арифметической, где весами выступает стоимость приобретенных видов материально-технических ресурсов в базисном периоде ( $p_0 q_0$ ).

$$I_p = \frac{\sum i_p p_0 q_0}{\sum p_0 q_0}$$

В качестве базисного периода может быть выбран предшествующий отчетному месяцу текущего года, декабрь предшествующего года.

В сельском хозяйстве рассчитываются индексы цен на продукцию, реализуемую и приобретаемую сельскохозяйственными предприятиями.

Для расчета индекса цен реализации сельскохозяйственной продукции используются средние фактические цены реализации, которые складываются из свободных закупочных цен, определяемых сельскохозяйственными производителями по договоренности с потребителями. В состав фактической цены реализации не должны включаться транспортно-экспедиционные расходы, расходы на погрузку и разгрузку продукции, а также НДС. При этом в составе регистрируемых цен должны быть учтены надбавки и скидки за качество реализованной продукции.

Регистрация цен производится ежемесячно по всем каналам реализации: заготовительным организациям, населению с транспортными средствами, на рынке и др. Доля отдельных каналов в общем объеме реализации (структура реализации) в значительной мере определяет уровень средней фактической цены, которая рассчитывается посредством деления выручки от реализации продукции на количество реализованной продукции.

Цены регистрируются по выборочной совокупности товаров-представителей и предприятий сельскохозяйственного производства, которая формируется Госкомстатом РФ на базе регистра сельскохозяйственных предприятий с учетом особенностей каждого региона (специализация производства, почвенно-климатические условия и др.).

Исчисляют индивидуальные, агрегатные (сводные), базисные и цепные индексы цен на реализованную сельскохозяйственную продукцию.

Индивидуальный индекс цен отражает изменение цены реализации отдельного вида продукции в отчетном периоде по сравнению с базисным:

$$i = \frac{P_1}{P_0}$$

Агрегатный индекс цен реализации сельскохозяйственной продукции исчисляется по группам однородной продукции (продукции растениеводства, животноводства и сельскохозяйственной продукции в целом). Он отражает изменение стоимости реализованной продукции вследствие изменения цен на нее. Для расчета используется модифицированная формула Ласпейреса с рекурсивной системой расчетов, т. е., как и в промышленности, применяется структура весов базисного периода.

Индексы цен реализации сельскохозяйственной продукции рассчитываются по отношению к предшествующему месяцу и к декабрю предшествующего года. Кроме того, исчисляются индексы, характери-

зующие изменение цен текущего периода данного года по сравнению с соответствующим периодом предыдущего года. В последнем случае частично элиминируется влияние на индекс цен фактора сезонности, которое может выражаться как через сезонные колебания цен, так и в несопоставимости перечней сельскохозяйственной продукции двух сравниваемых периодов смежных лет.

Наряду с индексом цен на реализованную продукцию Госкомстат РФ исчисляет индексы цен на приобретенные сельскохозяйственными предприятиями промышленную продукцию и услуги. Удорожание промышленной продукции и услуг вызывает рост издержек сельскохозяйственного производства. Оценивая величину прироста издержек, сельское хозяйство может защитить свои экономические интересы либо путем адекватного повышения цен реализации, либо обоснованием величины финансовых потерь из-за нарушения ценового паритета, которые должны компенсироваться государством. Сравнение динамики цен реализации и цен на приобретаемые промышленные товары и услуги позволяет анализировать тенденции в соблюдении этого паритета.

Поэтому органы статистики проводят единовременные выборочные обследования хозяйств для наблюдения за ценами на приобретенные сельскохозяйственными предприятиями промышленную продукцию и услуги.

Таблица 15.10

Паритетное соотношение цен реализации сельскохозяйственной продукции к ценам фактического приобретения промышленной продукции и оказанных услуг сельскохозяйственными предприятиями Вологодской области<sup>1</sup>

(%)

Показатели	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Индекс цен реализации сельскохозяйственной продукции	880,0	330,6	300,3	129,6	118,3	114,0	219,7
Индекс цен на промышленную продукцию и услуги, реализованные сельскому хозяйству	791,3	443,8	359,5	171,4	102,8	100,3	178,1
Паритетное соотношение цен	111,2	74,5	83,5	75,6	115,1	113,7	124,4

В Вологодской области наблюдается ценовая диспропорция в обмене между промышленностью и сельским хозяйством (табл. 15.10), при этом прирост цен на реализованную сельскохозяйственную продукцию в 1997–1999 гг. был выше увеличения цен приобретения. Это положительно сказалось на финансовых результатах сельскохозяйственных предприятий, в результате чего увеличилось число прибыльных хозяйств с 38 ед. в 1997 г. до 225 ед. в 1999 г.

<sup>1</sup> По данным Комитета по статистике Вологодской области.

Цены на промышленную продукцию, приобретенную по различным каналам (через снабженческие предприятия и организации, по прямым связям, по бартеру и др.), складываются из расходов на покупку и транспортировку продукции, включая все накладные расходы, без НДС. Средняя цена приобретения исчисляется на единицу продукции, принятой к оплате.

Средние расценки на услуги определяются путем деления фактической стоимости услуг на их объем. Перечень услуг постоянно уточняется в связи с внедрением новых видов услуг (услуги по капитальному, текущему и техническому обслуживанию сельскохозяйственной техники и автомобилей; услуги подрядных организаций по строительству производственных и непроизводственных объектов; услуги агрохимической службы; услуги по перевозке грузов транспортом сторонних организаций и т. д.).

Индивидуальные индексы цен приобретенной продукции и услуг представляют собой отношение цены конкретного товара, расценки на услуги в отчетном к соответствующей цене (расценке) в базисном периоде.

Сводные индексы цен рассчитываются в целом по товарной группе, региону и т. п. по формуле:

$$I_{\bar{p}} = \frac{\sum \bar{p}_1 q_1}{\sum \bar{p}_0 q_1},$$

где  $\bar{p}_1$ ,  $\bar{p}_0$  — средняя цена приобретения единицы промышленной продукции и услуг в отчетном и базисном периодах;  $q_1$  — количество приобретенной промышленной продукции и услуг в отчетном периоде.

Разность сумм числителя и знаменателя в агрегатной формуле сводного индекса цен отражает увеличение (снижение) расходов сельскохозяйственных производителей на приобретение промышленной продукции и услуг в связи с изменением цен на них в отчетном периоде по сравнению с базисным.

В составе приобретаемых промышленных продуктов и услуг одни ресурсы формируют основные фонды сельхозпредприятий (например, различные виды сельскохозяйственной техники), другие — оборотные фонды (минеральные удобрения, горюче-смазочные материалы и др.). Поэтому наряду со сводным индексом цен на приобретенную промышленную продукцию и услуги рекомендуется рассчитывать два частных индекса цен. Один из них должен отразить удорожание ресурсов основных производственных фондов, а другой — удорожание ресурсов и услуг для текущего потребления (оборотные фонды).

В капитальном строительстве индекс цен отражает изменение инвестиций в строительство объектов различных отраслей экономики и рассчитывается как агрегированный показатель из индексов цен на строительные работы, машины и оборудование и прочие

капитальные работы и затраты, взвешенные по доле этих элементов в общем объеме инвестиций в основной капитал.

В общем виде индекс цен вычисляется по формуле:

$$I_{p\text{ кс}} = I_{p\text{ смр}} \cdot d_{\text{смр}} + I_{p\text{ об}} \cdot d_{\text{об}} + I_{p\text{ пр}} \cdot d_{\text{пр}},$$

где  $I_{p\text{ кс}}$  — индекс цен в капитальном строительстве;  $I_{p\text{ смр}}$ ,  $I_{p\text{ об}}$ ,  $I_{p\text{ пр}}$  — индексы цен на строительные работы, машины и оборудование, прочие капитальные работы и затраты;  $d_{\text{смр}}$ ,  $d_{\text{об}}$ ,  $d_{\text{пр}}$  — соответствующие доли (удельные веса) элементов технологической структуры инвестиций в основной капитал в их общем объеме.

Каждый из индексов цен по отдельным элементам технологической структуры исчисляется по различной методике.

Расчет индекса цен на строительные работы производится на базе данных отчетности о ценах на материалы, изделия и конструкции, приобретенных в базовых подрядных организациях по всей территории России, а также на базе технологических моделей, разработанных по отраслям экономики с учетом территориальных особенностей строительства.

Технологическая модель представляет собой агрегированный набор ресурсов, характеризующий затраты на производство строительных работ при возведении комплекса объектов соответствующей отрасли. Технологическая модель состоит из двух блоков: а) ресурсного, содержащего агрегированные проектные объемы в натуральном выражении материалов, изделий, конструкций и нормативную величину затрат труда работников, занятых на строительных работах; б) стоимостного, включающего как величину стоимости на единицу объема ресурсов (цена ресурса), так и его полный объем.

В технологической модели содержатся величины прямых затрат, накладных расходов, прибыли, средств на оплату труда и других составляющих цены на единицу строительства.

Технологические модели разрабатываются по 28 отраслям и по экономике в целом. Индексы цен на строительные работы рассчитываются в отраслевом и региональном разрезе. Сводный индекс определяется с использованием отраслевых индексов цен по формуле:

$$I_{p\text{ смр}} = \sum I_{p\text{ смр } k} \cdot d_k,$$

где  $I_{p\text{ смр}}$  — сводный индекс цен на СМР для региона или экономики в целом;  $I_{p\text{ смр } k}$  — индекс цен на СМР  $k$ -й отрасли;  $d_k$  — доля СМР  $k$ -й отрасли в общем объеме СМР по региону и экономике в целом.

Индексы цен на машины и оборудование инвестиционного назначения исчисляются на основании ежемесячных индексов цен производителей оборудования, используемого в строительстве, а также тарифов на грузовые перевозки, снабженческо-сбытовых расходов и став-



ки налога на добавленную стоимость. Расчет этих индексов осуществляется поэтапно.

Вначале рассчитывается индекс цен производителей по основным группам оборудования ( $I_{p об_i}$ ). Для этого по каждой отрасли-потребителю формируются технологически однородные группы машин и оборудования, по которым имеются сводные индексы цен производителей, отражающие специфику отрасли.

Затем на основании стоимости машин и оборудования определяется доля  $i$ -й группы оборудования в общей стоимости приобретенных  $j$ -й отрасли машин и оборудования ( $d_i$ ).

Отсюда для каждой  $j$ -й отрасли, использующей машины и оборудование, определяется сводный индекс цен на машины и оборудование инвестиционного назначения ( $I_{p об_j}$ ):

$$I_{p об_j} = \sum I_{p об_i} \cdot d_i.$$

В целом по экономике индекс цен на машины и оборудование рассчитывается как средневзвешенная величина индексов по отраслям, где в качестве весов выступают доли отдельных отраслей в инвестициях на оборудование. При этом отраслевые индексы корректируются на изменение цен и тарифов на грузовые перевозки, снабженческо-сбытовых расходов и НДС. Для такой корректировки используются индексы цен и тарифов и доли соответствующих издержек в стоимости оборудования у потребителя.

Индексы цен на прочие капитальные работы и затраты определяются из индексов цен на основные составляющие: проектно-изыскательские работы, работы по эксплуатационному и глубокому разведочному бурению на нефть и газ и другие затраты (более 20 статей). Все виды прочих капитальных работ и затрат агрегируются с учетом их информативности в шесть укрупненных групп, и по каждой из них определяется доля группы в суммарной стоимости прочих работ и затрат ( $d_i$ ) по результатам единовременных обследований объектов-представителей. Сводные индексы цен на прочие капитальные работы и затраты ( $I_{p пр}$ ) на отраслевом и федеральном уровнях рассчитываются следующим образом:

$$I_{p пр} = \sum I_{p пр_i} \cdot d_i,$$

где  $I_{p пр_i}$  — индекс цен в  $i$ -й группе.

Отраслевые индексы цен в капитальном строительстве, исчисленные по отдельным элементам технологической структуры, являются основой для определения сводного индекса цен в капитальном строительстве в целом по экономике. Он рассчитывается как средневзвешенный из отраслевых индексов, и в качестве весов используются доли капитальных вложений отдельных отраслей в общем объеме капитальных вложений в экономику страны.

На транспорте исчисляются индексы тарифов на перевозку грузов отдельными видами транспорта (железнодорожным, трубопроводным, морским, внутренним водным, автомобильным, воздушным) и сводный индекс тарифов на грузовые перевозки всеми видами транспорта.

Индексы тарифов на грузовые перевозки характеризуют изменение за отчетный период фактически действующих тарифов на грузовые перевозки без изменения за этот период структуры перевезенных грузов по различным признакам: по виду и размеру отправки груза, скорости доставки, расстоянию перевозки, типу перевозки и т. д.

Сводный индекс тарифов на грузовые перевозки всеми видами транспорта определяется как средневзвешенный по модифицированной формуле Ласпейреса:

$$I_p = \frac{\sum_{j=1}^n i_{pj} p_{0j} q_{0j}}{\sum_{j=1}^n p_{0j} q_{0j}},$$

где  $i_{pj}$  — индивидуальные индексы тарифов на перевозку тонны грузов конкретным видом сообщения (груза) данного вида транспорта;  $p_{0j} q_{0j}$  — доход конкретного вида сообщения данного вида транспорта от перевозок грузов предыдущего года в тарифах за предыдущий месяц, млн. руб.;  $n$  — количество видов сообщения.

Рассчитываемые индексы тарифов используются для оценки темпов изменения транспортных тарифов на грузовые перевозки по видам транспорта и для исчисления темпов изменения ВВП в сопоставимых ценах.

По каждому виду транспорта регистрируются тарифы услуг-представителей. За услугу-представитель принимается перевозка одной тонны массового груза определенным видом транспорта на фиксированное расстояние (кроме автомобильного транспорта и заграничного плавания морского транспорта).

Регистрация транспортных тарифов осуществляется в выборочной совокупности транспортных организаций в разрезе видов сообщения (грузов) на критический момент наблюдения (22-е число) текущего и предыдущего месяцев на основе соответствующей отчетности.

Индексы транспортных тарифов на перевозку грузов рассчитываются за отчетный месяц к предыдущему месяцу текущего года, за месяцы отчетного года к декабрю предыдущего года, за отчетный месяц к соответствующему месяцу предыдущего года, а также нарастающим итогом с начала отчетного года к соответствующему периоду предыдущего года.

**Пример.** Рассмотрим расчет сводного индекса тарифов по некоторым видам транспорта на условных данных (табл. 15.11).

Таблица 15.11

Расчет сводного индекса тарифов по некоторым видам транспорта

Наименование вида транспорта, сообщения (груза)	Тариф услуги-представителя, руб.		Индекс тарифов, %	Доходы от перевозки грузов в базисном периоде по тарифам, млн. руб.	
	предыдущий месяц (p <sub>0</sub> )	отчетный месяц (p <sub>1</sub> )		предыдущего месяца (p <sub>0 q<sub>0</sub>)</sub>	текущего месяца (p <sub>1 q<sub>0</sub>)</sub>
Железнодорожный транспорт – все сообщения	X	X	126,2	4200	5301
В том числе:					
в целом международное и междугородное сообщение (прямое сообщение)	20	25	125,0	1200	1500
внутригородское сообщение (местное сообщение)	15	19	126,7	3000	3801
Трубопроводный транспорт – все грузы	X	X	120,6	61 000	73 551,5
В том числе:					
нефть	10	11	110,0	15 500	17 050
нефтепродукты	12	14	116,7	25 000	29 175
газ	6	8	133,3	20 500	27 326,5
Автомобильный транспорт – все сообщения	X	X	119,1	4 500	5 358,2
В том числе:					
международное сообщение	30	32	106,7	600	640,2
междугородное сообщение	28	29	103,6	1100	1 139,6
внутригородское и пригородное сообщения	18	23	127,8	2 800	35 78,4
Всего по трем видам транспорта	X	X	120,8	69 700	84 210,7

$$I_p^{\text{сводный}} = \frac{1,262 \cdot 4200 + 1,206 \cdot 61\,000 + 1,191 \cdot 4500}{69\,700} = \frac{84\,210,7}{69\,700} = 120,8\%$$

т. е. за месяц перевозки подорожали на 20,8%.

Изменение тарифов на грузовые перевозки в значительной мере связано с изменением цен на бензин и дизельное топливо. Поэтому анализ динамики тарифов на грузовые перевозки целесообразно проводить параллельно с изучением динамики цен на основные виды топлива.

В целях реализации постановления правительства России «О мерах по ограничению роста цен (тарифов) на продукцию (услуги) естествен-

ных монополий» от 9 апреля 1996 г. по отдельным регионам и Российской Федерации в целом исчисляется **индекс тарифов на услуги связи для юридических лиц**. Он характеризует изменение тарифов на услуги связи для бюджетных и коммерческих предприятий, как оказанные по свободным тарифам, так и регулируемые на федеральном и региональном уровнях.

Наблюдение осуществляется по 13 услугам-представителям, по которым регистрируется тариф, установленный в отчетном периоде (почтовая, городская телефонная, междугородная телефонная, документальная электросвязь, телеграфная, проводное радиовещание и др.).

При расчете сводных индексов тарифов агрегирование осуществляется с использованием данных о доходах от услуг связи за предыдущий год (табл. 15.12).

Таблица 15.12

Индексы тарифов на услуги связи для юридических лиц за 1996–1999 гг. по Санкт-Петербургу

(% к предыдущему месяцу)

	Всего за год <sup>1</sup>	В том числе по месяцам											
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й	12-й
1996 г.	129,0	117,7	100,0	100,0	98,4	100,0	100,0	100,5	100,0	108,6	101,6	100,3	100,2
1997 г.	102,4	100,3	100,0	100,0	100,0	100,3	100,6	100,0	100,0	100,0	101,1	100,7	100,0
1998 г.	114,9	108,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	106,3	100,0	100,0
1999 г.	119,1	100,3	100,2	100,3	112,2	100,0	104,5	100,7	100,0	100,0	100,1	100,0	100,0

Как видно из табл. 15.12, тарифы на услуги связи для юридических лиц более стабильны по сравнению с ИПЦ или индексами цен производителей, хотя также имеют тенденцию к росту.

Система индексов цен и тарифов, рассмотренных выше, является основной в системе показателей статистики цен. Наряду с ними в социально-экономической статистике исчисляются и другие индексы: индексы цен во внешней торговле, индексы цен на первичном и вторичном рынке жилья, индексы биржевых котировок ценных бумаг и т. д. Эти индексы являются предметом соответствующих отраслей статистики.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие задачи решают индексы цен?
2. В чем состоит общеметодологический подход при несплошном наблюдении за ценами?
3. Каков аналитический смысл индексов цен в потребительском секторе и в производственном секторе?
4. В чем заключается модификация формулы индекса цен Ласпейреса? Почему российская статистика отдает предпочтение этой формуле индекса цен?

<sup>1</sup> Декабрь отчетного года в % к декабрю предыдущего года.

## СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИНФЛЯЦИИ

## 16.1. Сущность инфляции и инфляционных процессов

**Инфляция** (от лат. *inflatio* — вздутие) является неотъемлемой категорией любой экономики, использующей бумажно-денежное обращение. Для инфляции характерно переполнение сферы денежного обращения в результате чрезмерного выпуска бумажных денег по сравнению с действительной потребностью в деньгах. В результате инфляционных процессов происходит обесценение денег, проявляющееся в повышении цен на товары и услуги, падении уровня реальной заработной платы, неудовлетворенности платежеспособного спроса населения.

Инфляция существенно подрывает нормальное функционирование денежной системы, создает финансовое напряжение в стране и в конечном итоге приводит к натурализации процессов обмена.

Инфляционные процессы могут происходить и при неизменном количестве бумажных денег вследствие сокращения товарной массы в обращении.

Существуют различные взгляды по поводу природы инфляции, которые обычно сводят к двум основным концепциям: монетаристской и немонетаристской.

Идейные корни *монетаризма* уходят в классическую доктрину взаимосвязи между уровнем цен на товары и услуги и стоимостью денег (экономист Д. Юм), которая составляет основу количественной теории денег.

Монетаризм основывает свою концепцию на так называемом уравнении обмена, предложенном американским ученым И. Фишером:

$$MV = PQ,$$

где  $M$  — предложение денег;  $V$  — скорость обращения денег в течение года;  $P$  — уровень цен, или, точнее, средняя цена, по которой продается каждая единица физического объема производства;  $Q$  — физический объем производства товаров и услуг.

Левая часть уравнения ( $MV$ ) представляет собой общее количество расходов покупателей на приобретение объема произведенных благ, тогда как правая ( $PQ$ ) — общую выручку продавцов этих благ.

Согласно монетаристской теории инфляции при возникновении кризисных явлений в экономике это равенство нарушается ( $MV > PQ$ ). Происходит обесценение денег, что свидетельствует о наличии инфляции. Иными словами, причина инфляции заключается в более быстром увеличении денежной массы по сравнению с ростом объема товарной массы.

Милтон Фридмен, лауреат Нобелевской премии по экономике 1976 г., лидер современного монетаризма, положил начало эмпирическим и теоретическим исследованиям, в которых показал, что деньги играют очень важную роль в определении уровня цен. В работе «Инфляция: причины и следствия» (1963) М. Фридмен увязывает динамику денежного фактора инфляции также с номинальным ВВП, а не только с ценами, как предлагал И. Фишер. Товарная и денежная массы в условиях рынка стремятся к равновесию, поэтому рост средних цен товарной массы определяется темпами изменения ее физического объема, массы денег в обращении и скорости их оборота. В современной теории монетаризма утверждается существование в целом жесткой положительной зависимости между величиной и скоростью изменения денежной массы и уровнем цен и рыночной конъюнктурой.

Монетаристы также утверждают, что скорость обращения денег является стабильной в том смысле, что ее колебания невелики и она не изменяется в ответ на изменение денежного предложения. Следовательно, изменения денежного предложения оказывают предсказуемое воздействие на уровень номинального ВВП ( $PQ$ ). Иначе говоря, увеличение  $M$  приведет к увеличению  $P$  или  $Q$  либо к увеличению как  $P$ , так и  $Q$  в определенной комбинации; уменьшение  $M$  даст противоположный результат.

Другая концепция инфляции — *немонетаристская* — отводит деньгам второстепенную роль (кейнсианская теория, теория рациональных ожиданий, экономики предложения и др.). Так, например, кейнсианцы считают, что изменение денежного предложения воздействует на процентную ставку, влияя тем самым на уровень инвестиций. Изменения в инвестициях влияют на номинальный ВВП ( $PQ$ ) посредством изменения реального объема производства ( $Q$ ) через эффект мультипликатора, если экономика работает не на полную мощность. Если экономика работает в условиях высокого уровня занятости, изменения в инвестициях воздействуют на номинальный ВВП через изменение цен ( $P$ ), т. е. посредством инфляции. Кейнсианская концепция не считает денежный фактор определяющим в возникновении инфляционных процессов. Кроме того, по мнению кейнсианцев, скорость обращения денег изменчива и непредсказуема.

Необходимо отметить, что в настоящее время монетаризм уже не является полным антиподом кейнсианской концепции развития экономики. Существует некий кейнсианско-неоклассический синтез — самостоятельная теоретическая модель, аккумулирующая элементы обеих экономических теорий.

Теория рациональных ожиданий объясняет инфляцию рациональным поведением людей, когда рыночные субъекты собирают и осмысливают информацию при формировании ожиданий относительно вещей, представляющих для них денежный интерес. Если, например, потребители узнают о том, что ожидается рост цен на продовольствие в результате сокращения импорта, то они запасаются продоволь-

ственными товарами в преддверии скачка цен. Таким образом, ожидания вызывают расширение рыночного спроса, который, в свою очередь, обуславливает рост цен и приводит в действие инфляционные процессы на рынках других товаров.

Не умаляя значения денежного фактора, среди причин, вызывающих инфляцию, следует назвать: снижение объема производства товаров и услуг, диспропорции между спросом и предложением, между отдельными отраслями и секторами экономики, непродуманную и несвоевременную кредитно-денежную политику, наличие бюджетного дефицита и др.

Экономическая теория выделяет два вида инфляции — подавленную (скрытую) и открытую (очевидную).

**Подавленная инфляция** наиболее характерна для экономики с регулируемыми ценами. При увеличении совокупного спроса на товары и услуги правительство пытается предотвратить рост цен и номинальных доходов путем прямого административного вмешательства в действие рыночных механизмов. Обычно это происходит в форме фиксации цен, установления пределов повышения цен и заработной платы и т. п. Подавленная инфляция проявляется в увеличении денежной наличности, дефиците товаров, услуг, производственных ресурсов, ухудшении качества продукции, развитии бартерных сделок, теневого сектора экономики.

Этот вид инфляции был характерен, например, для российской экономики в период перестройки до 1992 г., а также для советской экономики с ее командно-административными методами управления вследствие поддержания государством товарных цен ниже их рыночного равновесия.

По оценке Центра экономической конъюнктуры при Правительстве РФ, индекс потребительских цен по отношению к 1970 г. составлял: в 1975 г. — 102%, в 1980 г. — 113, в 1985 г. — 121, в 1990 г. — 138%. За этот же период индекс цен производителей был соответственно: в нефтедобывающей промышленности — 100,3; 104,3; 232,6; 239,8%; в угольной промышленности — 102,2; 102,2; 147,3; 155,6%<sup>1</sup>.

**Открытая инфляция** имеет место в случае, когда правительство не прибегает к прямому контролю за ценами и заработной платой. Товарного дефицита в широких масштабах, как правило, не возникает. При этом избыточный рост денежной массы приводит к повышению цен и номинальных доходов. Отрицательные последствия открытой инфляции не столь очевидны, как подавленной. С одной стороны, повышение цен на товары и услуги неблагоприятно сказывается на покупателе, а с другой — такое повышение улучшает положение продавца.

<sup>1</sup> Цены в России. М.: Госкомстат. 1998. С. 108—110.

Открытая инфляция может проявляться в таких формах, как инфляция спроса, инфляция, обусловленная ростом издержек производства (инфляция предложения), структурная инфляция.

**Инфляция спроса** возникает при появлении избыточного спроса. Совокупный спрос в этом случае начинает превышать возможности производства, что приводит к завышенным ценам на товарных рынках.

**Инфляция предложения** проявляется в одновременном снижении объема производства товаров и услуг и повышении общего уровня цен. Теория инфляции объясняет уменьшение предложения товаров и услуг повышением издержек на единицу продукции, которое в свою очередь сокращает прибыль и объем производимой продукции предприятий в масштабе всей экономики (при этом совокупный спрос не является избыточным).

Рост издержек производства обычно связывают с увеличением номинальной заработной платы, цен на сырье и энергоносители. Инфляция, вызванная этими причинами, является разновидностью инфляции предложения.

Практически трудно провести различие между инфляцией спроса и инфляцией, обусловленной ростом издержек производства. В инфляционном процессе обе формы инфляции формируются под параллельным воздействием соответствующих факторов. Вместе с тем многие экономисты считают, что инфляция предложения и инфляция спроса отличаются друг от друга в одном важном отношении. Инфляция предложения автоматически себя ограничивает, так как вызывает уменьшение объемов производства, а это уменьшение, в свою очередь, сдерживает дополнительное увеличение издержек, т. е. инфляция самоизлечивается.

Инфляция спроса продолжается до тех пор, пока существуют чрезмерные общие расходы, проявляющиеся в первую очередь в дефицитности бюджета. В этом случае правительство обязано ликвидировать чрезмерные расходы посредством сокращения собственных расходов, а также повышением налогов, ограничивая тем самым расходы частного сектора экономики.

**Структурная инфляция** вызывается нарушением сбалансированности отраслевой структуры экономики, нарушением координации и эластичности между отдельными рынками товаров и услуг. Обычно эта форма инфляции обнаруживается в периоды коренной перестройки экономики, которые, как правило, достаточно длительны. Поэтому данная форма инфляции считается наиболее трудноустраняемой.

Независимо от природы инфляции, ее вида и форм проявления инфляция всегда имеет в конечном итоге негативные последствия, выражающиеся в снижении реальных доходов и сбережений населения, падении реальных объемов производства, увеличении безработицы (стагфляция) и т. д.

Масштабы и тяжесть таких последствий зависят от темпов развития инфляционных процессов. По этому признаку инфляцию подраз-



деляют на ползучую, галолирующую и гиперинфляцию. Ползучая инфляция имеет невысокие темпы (10–20% в год); галолирующая инфляция выражается в скачкообразных темпах (от 10–20 до 200–300% в год); гиперинфляция характеризуется чрезвычайно высокими темпами (свыше 1000% в год).

Сокращение уровня инфляции или вообще ее прекращение означает дезинфляцию.

Для большинства экономически развитых стран в настоящее время темпы развития инфляции колеблются от 3 до 9% в год, т. е. характерной для них является умеренная или ползучая инфляция.

Одна из особенностей инфляционных процессов состоит в том, что в связи с циклическим развитием рыночной экономики умеренная инфляция постепенно или мгновенно может перейти в более жесткие разновидности галолирующей инфляции и далее в гиперинфляцию. Одной из причин такой метаморфозы является кумулятивная инфляционная спираль заработной платы и цен. Рост стоимости жизни и соответствующая стабилизационная политика государства приводит к тому, что повышение зарплаты и рост цен подкармливают друг друга, а следовательно, и инфляцию.

Гиперинфляция выражается в резком и неравномерном росте цен и постепенном разрушении нормальных экономических отношений. Деньги перестают выполнять свои функции в качестве меры стоимости и средства обмена. Производство и обмен начинают резко сокращаться, что в конечном итоге ускоряет кризис и продвижение к экономическому краху.

В XX в. гиперинфляцию и ее последствия испытало немало стран. В учебнике К. Р. Макконнелла и С. Л. Брю «Экономикс»<sup>1</sup> приводятся впечатляющие исторические примеры гиперинфляции.

Инфляция в Германии в 20-е годы. В 1922 г. уровень цен поднялся на 5470%. В 1923 г. положение ухудшилось: уровень цен вырос в 1 300 млрд. раз. Цены росли так быстро, что официанты несколько раз изменяли их в меню во время завтрака.

В Венгрии в августе 1946 г. 828 октиллионов (единица с 27 нулями) обесцененных форинтов были равны стоимости одного довоенного форинта. Американский доллар стоил  $3 \cdot 10^{22}$  форинтов.

В Японии в 1947 г. рыбаки и фермеры пользовались весами, чтобы взвешивать валюту и мелочь, а не утруждать себя пересчетами. С 1938 по 1948 г. цены в этой стране повысились в 116 раз.

Инфляционные процессы в самых различных формах существенно потрясли экономику России в последнее десятилетие XX в. Скрытая инфляция в ходе перестройки экономики с середины 80-х годов достигла своего апогея в 1992 г., когда рост цен в течение года на потребительском рынке составил 2610%, цены на продукцию промышленности увеличились за год в 33,8 раза, тарифы на транспорт-

ные грузовые перевозки — в 35,6 раза. В последующие годы темпы роста цен заметно снизились, хотя и оставались сравнительно высокими вплоть до конца столетия (табл. 16.1).

Таблица 16.1

Динамика цен в отдельных секторах экономики Российской Федерации

Сектора экономики	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
	декабрь к декабрю предыдущего года, раз				декабрь к декабрю предыдущего года, %				
Индекс потребительских цен	26,1	9,4	3,2	2,3	121,8	111,0	184,4	136,5	120,2
Индекс цен производителей промышленной продукции	33,8	10,0	3,3	2,7	125,6	107,5	123,2	167,3	131,6
Индекс цен реализации сельскохозяйственной продукции	9,4	8,1	3,0	3,3	143,5	109,1	141,9	191,4	122,2
Индекс цен в капитальном строительстве	16,1	11,6	3,2	2,5	137,2	105,0	112,1	146,0	135,9
Индекс тарифов на грузовые перевозки	35,6	18,5	3,5	2,7	122,1	100,9	116,7	118,2	151,5

Своеобразным толчком быстрого развития инфляции послужил распад СССР. Немаловажное значение для инфляционного процесса имела либерализация цен в январе 1992 г., хотя без нее проводить рыночные реформы было невозможно.

Основные принципы инфляционной спирали в России, конечно, связаны с производственным сектором экономики. В первую очередь к ним относятся: разрушение отраслевой структуры и сложившихся в советский период экономических связей, неравномерный рост цен на промежуточную продукцию, ценовая политика естественных монополий, приватизация предприятий ключевых отраслей экономики. Развитию инфляции способствовали также косвенные факторы — несовершенство налоговой политики, кризис неплатежей, вывоз капитала, опережающий рост реальных доходов банков и т. д.

Разработка антиинфляционной политики — одна из наиболее сложных задач не только для России, но и для других стран. Анализ различных экономических теорий и мирового опыта показывает, что существует более или менее стандартный набор общепринятых форм и методов государственного регулирования рынка и цен. При этом необходимо учитывать специфические условия каждой страны, отражающие многообразие конкретно-исторических факторов: экономических, правовых, политических, национальных и др. Но самое главное — необходимо иметь четкое представление о причинно-следственном механизме инфляционных процессов и тенденциях их развития. Для решения такого рода задач немаловажное значение имеет система статистических показателей инфляции.

<sup>1</sup> Макконнелл К. Р., Брю С. Л. Экономикс. М.: Инфра-М, 2001.

## 16.2. Система статистических показателей инфляции

Для наблюдения инфляционных процессов и выявления тенденций их развития используется информация из различных отраслей социально-экономической статистики — статистики цен, банковской статистики, статистики производства ВВП и др. На основе этой информации формируется система показателей инфляции в российской экономике.

Наиболее важными для оценки инфляции являются различные индексы цен, характеризующие динамику цен. Следует помнить, что рост уровней цен неравнозначен понятию «инфляционный рост цен». Для наиболее общей характеристики уровня инфляции в мировой практике используются два показателя: дефлятор валового национального продукта (ДВВП) и индекс потребительских цен (ИПЦ).

Поскольку в России основным макроэкономическим показателем является валовой внутренний продукт, постольку первый показатель называется *дефлятором ВВП* (ДВВП). Он оценивает степень инфляции всей совокупности благ, произведенных и потребленных в государстве. ДВВП учитывает изменение цен на товары, не только потребленные населением, но и используемые в государственных интересах, инвестициях, для экспорта и импорта.

Дефлятор ВВП в России определяется, как и в большинстве стран, по агрегатной формуле Пааше:

$$\text{ДВВП} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} = \frac{\text{Номинальный ВВП}}{\text{Реальный ВВП}},$$

где  $\sum p_1 q_1 = \text{ВВП}_1$  анализируемого периода;  $\sum p_0 q_1 = \text{ВВП}_1$  в ценах базисного периода.

В качестве базисного периода обычно выступает предыдущий год. Трудоемкость расчета дефлятора ВВП обусловлена во многом пересчетом составляющих ВВП текущего года в цены базисного года, определяемого методом конечного использования.

Дефлятор ВВП можно исчислить также и косвенным способом:

$$I_{\text{ДВВП}} = \frac{I_{\text{стоимость ВВП}}}{I_{\text{физического объема ВВП}}} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_0} \cdot \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}$$

Дефлятор ВВП является по существу индексом цен Пааше и, следовательно, может отражать влияние не только изменения цен, но и изменений в структуре ВВП.

В России дефлятор ВВП рассчитывается ежеквартально и за год по всей совокупности произведенных товаров и услуг с выделением производства товаров и производства услуг.

С известной условностью можно использовать для расчета дефлятора ВВП следующую формулу, основанную на уравнении обмена количественной теории денег:

$$\text{ДВВП} = \frac{I_M \cdot I_V}{I_Q},$$

где  $I_M$  — индекс изменения денежной массы;  $I_V$  — индекс изменения скорости обращения денег;  $I_Q$  — индекс изменения товарной массы.

В качестве показателя товарной массы можно использовать объем товарооборота и продажи услуг или ВВП, а денежную массу можно выразить через денежный агрегат М2, который представляет собой сумму агрегата М1 и срочных сберегательных депозитов.

В свою очередь:

$M1 = M0 +$  Ликвидные вклады и депозиты в других депозитных организациях.

Агрегат М0 — наличные деньги, или денежная база, т. е. наличные деньги в обращении вне банков.

Все эти показатели денежной массы рассчитываются банковской статистикой.

Скорость денежного обращения (количество оборотов денежной массы за период) может быть рассчитана как средняя величина посредством деления ВВП в текущих ценах на среднегодовую денежную массу.

**Пример.** Пусть имеются следующие условные данные (табл. 16.2).

Таблица 16.2

Показатели	Базисный период	Отчетный период	Индекс изменения
ВВП в текущих ценах, млрд. руб.	3052,5	4004,0	1,312
ВВП в ценах базисного периода, в постоянных ценах, млрд. руб.	3052,5	2050,0	0,672
Средний размер денежной массы, млрд. руб.	1850,0	2200	1,189
Средняя скорость обращения денег	1,65	1,82	1,103

$$\text{ДВВП} = \frac{1,189 \cdot 1,103}{0,672} = 1,953,$$

или

$$\text{ДВВП} = \frac{4004,0}{2050,0} = 1,953 \text{ (195,3\%)}$$

Следовательно, размер инфляции равен:  $(1,953 - 1) \cdot 100 = 95,3\%$ .

Условность расчета дефлятора ВВП на основе уравнения обмена Фишера состоит в том, что темпы изменения реального объема ВВП и скорости обращения денег, по мнению современных экономистов, не являются стабильными даже в течение года. Также не наблюдается тесной взаимосвязи между темпами роста денежной массы и цен.

Кроме того, возникают технические трудности расчета товарной массы (т. е. ВВП) за короткие промежутки времени. Это затрудняет проведение конъюнктурного анализа.

Вместе с тем вопреки критике монетаристское уравнение обмена используется при разработке кредитно-денежной политики для прогноза будущего темпа инфляции. Так, например, группа экономистов Федеральной резервной системы (США) предлагает использовать для прогноза инфляции следующее уравнение:

$$P^* = \frac{M2 \cdot V^*}{Q^*},$$

где  $M2 = M1 + \text{Бесчековые сберегательные счета} + \text{Мелкие (не более 100 тыс. долл.) срочные вклады}$ ;

$V^*$  — фактическая средняя скорость за последние 33 года;  
 $Q^*$  — прогнозное значение реального ВНП при условии, что максимальный инфляционный темп роста составляет 2,5% в год.

На основе дефлятора ВВП принято рассчитывать основной показатель уровня инфляции — *норму инфляции* (понятие, используемое экономической теорией). Обычно приводится следующая формула расчета нормы инфляции:

$$N = \frac{I_t - I_{t-1}}{I_{t-1}} \cdot 100,$$

где  $I_t$  и  $I_{t-1}$  — дефляторы ВВП смежных периодов.

Именно по величине этого показателя инфляцию подразделяют на ползучую, галопирующую и гиперинфляцию.

В этой связи следует обратить внимание на некорректность такого подхода к расчету уровня инфляции.

Во-первых, норма инфляции в таком виде теряет смысл как показатель инфляции, так как не увязывается с единой базой при изучении динамики инфляционных процессов. Например, ежегодно уровень цен увеличивался в среднем на товары и услуги в 3 раза, т. е.  $I_t = 300\%$  и  $I_{t-1} = 300\%$ . Норма инфляции составит ноль, что свидетельствует о дезинфляции, хотя наличие инфляции очевидно.

Во-вторых, норма инфляции как основа подразделения ее на подвиды должна характеризовать размер или уровень инфляции в данный период, который представляет собой не что иное, как цепной темп прироста общего уровня цен.

Отсюда формула расчета нормы инфляции должна быть следующей:

$$N = \frac{I_{t/0} - I_{(t-1)/0}}{I_{(t-1)/0}} = \left( \frac{I_{t/0}}{I_{(t-1)/0}} - 1 \right) \cdot 100 = (I_{t/(t-1)} - 1) \cdot 100,$$

где  $I_{t/0}$  и  $I_{(t-1)/0}$  — дефляторы ВВП текущего периода по отношению к периоду, принятому за базу (базисные индексы цен);  $I_{t/(t-1)}$  — дефлятор ВВП текущего периода к предыдущему (на основе базисных индексов цен).

Динамика дефлятора ВВП России характеризуется следующими данными (табл. 16.3).

Таблица 16.3

Показатели	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.
1. Дефлятор ВВП в % к предыдущему году	228,6	1590,0	988,1	407,7	278,2	144,1	116,5	111,5
2. Норма инфляции, %	—	595,5	-37,8	-58,7	-31,8	-30,2	-19,2	-4,3
3. Дефлятор ВВП к базисному году (1990 г.), в разгах	2,286	36,347	359,15	1464,2	4073,5	5870,0	6838,5	7624,9
4. Норма инфляции, %	128,6	1490,0	881,1	307,7	178,2	44,1	16,5	11,5

Норму инфляции, показанную во 2-й строке табл. 16.3, которая рассчитана на основе данных 1-й строки, бессмысленно интерпретировать.

Норма инфляции, показанная в 4-й строке табл. 16.3, вполне осмыслима, так как представляет собой ежегодный темп прироста, который можно получить за каждый год путем вычитания 100% из значения соответствующего дефлятора ВВП.

Оценки индексов-дефляторов, показанные в 3-й строке табл. 16.3, полученные цепным методом (например,  $2,286 \cdot 15,90 = 36,347$  и т. д.), не совсем правомерны. Они не отвечают требованиям теста кругового испытания, так как ежегодные агрегатные индексы-дефляторы ВВП не имеют постоянных весов (структура ВВП). Чем отдаленнее база сравнения, тем труднее обеспечить выполнение этого теста. Производство цепных индексов может отличаться от непосредственного результата сравнения удаленных периодов (например,  $I_{95/90} \neq I_{91/90} \cdot I_{92/91} \cdot I_{93/92} \cdot I_{94/93} \cdot I_{95/94}$ ).

Тем не менее уровень (норма) инфляции наиболее правильно измеряется на основе темпа прироста дефлятора ВВП, рассчитанного по формуле индекса цен Пааше.

Для характеристики инфляционных процессов на потребительском рынке товаров и услуг используется *индекс потребительских цен* (ИПЦ). На основе ИПЦ в статистике исчисляется индекс покупатель-

ной способности денежной единицы — как величина, обратная ИПЦ. Индекс покупательной способности денежной единицы показывает, во сколько раз обесценились деньги, т. е. характеризует инфляцию, и может исчисляться по отношению к денежной единице текущего и базисного периодов на федеральном и региональном уровнях.

В табл. 16.4 приведены ИПЦ на товары и услуги по Санкт-Петербургу за 1999 г. (в % к декабрю предыдущего года) и рассчитаны показатели уровня инфляции и покупательной способности рубля.

Таблица 16.4<sup>1</sup>

Показатели	Месяцы											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
ИПЦ	110,0	117,0	120,7	124,6	128,1	129,1	131,2	133,1	134,9	137,2	139,5	141,1
Уровень инфляции, %	10,0	6,3	3,2	3,2	2,8	0,8	1,6	1,4	1,3	1,7	1,7	1,1
Индекс покупательной способности рубля	0,909	0,855	0,828	0,802	0,781	0,774	0,762	0,751	0,741	0,728	0,717	0,709

Покупательная способность рубля на потребительском рынке города сократилась вследствие инфляции почти на треть (на 29,1%) при среднемесячном уровне инфляции 3,4% (41,1/12).

Темп инфляции, рассчитанный на основе индекса покупательной способности рубля, за 1999 г. составил:

$$T_{инф} = \frac{1 - 0,709}{0,709} = 41,04\%$$

(меньше 41,1% за счет округлений), т. е. это и есть уровень инфляции за год.

По мнению экспертов, одной из причин снижения покупательной способности рубля является инвалютизация России, начавшаяся с внедрением рыночных отношений. Поэтому при исчислении индекса покупательной способности рубля необходимо производить его корректировку на индекс официального курса рубля к доллару США с учетом доли денежного оборота в иностранной валюте в общем денежном обороте страны.

Допустим, что за анализируемый период ИПЦ составил 120%, а валютный курс рубля возрос с 28,00 руб. до 28,52 руб. за доллар США. Известно также, что доля денежного оборота в иностранной валюте на денежном рынке России составила за этот же период 16%.

Скорректированный индекс покупательной способности рубля определится следующим образом:

$$I_{н.с} = \frac{1}{ИПЦ} \cdot d_{\text{рубля в ден. обороте}} + I_{\text{курса рубля}} \cdot d_{\text{ин. валюты в ден. обороте}}$$

$$I_{н.с} = \frac{1}{1,20} \cdot 0,84 + \frac{28,00}{28,52} \cdot 0,16 = 0,70 + 0,157 = 0,857.$$

Следовательно, покупательная способность рубля с учетом валютного курса рубля снизилась на 14,3%.

Изменение валютного курса рубля (девальвация) является одновременно следствием и стимулом инфляционных процессов. Девальвация, с одной стороны, стабилизирует национальную валюту, а с другой — может усилить инфляцию, так как валютный курс в настоящее время определяется не на основе валютного паритета. Он формируется под воздействием спроса и предложения на валютных рынках России, поэтому называется плавающим.

Обвальное обесценение рубля наблюдалось в 1992 г. В преддверии либерализации цен курс рубля по отношению к доллару США на 1 января 1992 г. снизился в 196 раз по сравнению с курсом на 25 декабря 1991 г.

Следующий менее значительный обвал рубля произошел в 1998 г. в связи с финансовым кризисом. За период с августа по декабрь 1998 г. курс рубля уменьшился в 3,5 раза. В целом за 1992—2000 гг. степень девальвации рубля составила почти 250 раз.

В настоящее время ЦБ России осуществляет постоянный контроль и регулирование курса рубля на основных валютных рынках России, о чем свидетельствует сравнительная стабильность валютного курса рубля. Проведению политики по стабилизации рубля способствовало значительное пополнение валютных запасов ЦБ России за счет повышения мировых цен на нефть, а также сокращение денежной массы, рассчитанной по методологии денежного оборота с учетом депозитов в иностранной валюте. В январе 2001 г. денежная масса сократилась на 1,87%, в том числе сумма наличных денег вне банков уменьшилась на 9,3% (с 419 260 300 000 руб. до 380 126 900 000 руб.).

Показатели плавающего валютного курса рубля и уровня инфляции учитываются при разработке государственного бюджета.

Основой потребительских розничных цен на товары и услуги являются цены производителей. Поэтому индексы цен производителей используются для оценки инфляционных процессов в стадии их формирования. Опережающий рост цен производителей промышленной продукции по сравнению с изменением потребительских цен является одним из факторов, создающих условия для развития инфляции (табл. 16.5).

<sup>1</sup> Важнейшие социально-экономические показатели Санкт-Петербурга в 1999 г.



Таблица 16.5

Индексы потребительских цен и индексы цен производителей некоторых отраслей промышленности по Санкт-Петербургу за 1996 – 1999 гг. (декабрь соответствующего года в % к декабрю предыдущего года)

Годы	Промышленность – всего	В том числе			ИПЦ на товары и услуги
		Машиностроение	Легкая промышленность	Пищевая промышленность	
1996	124,6	124,8	116,1	124,7	125,2
1997	106,7	109,5	110,3	107,6	113,0
1998	144,2	152,3	166,7	154,3	178,0
1999	142,4	153,8	166,6	135,7	141,1

Заметный рост потребительских цен и цен в основных отраслях, обслуживающих потребительский рынок, связан в определенной мере с обвалом рубля в августе – сентябре 1998 г.

На потребительском рынке России доля импортных товаров, особенно бытовой техники и продовольствия, достаточно велика, что не могло не сказаться на росте розничных цен. Законы конкурентной борьбы привели также к росту цен производителей продовольственных товаров и предметов потребления. Кроме того, немало предприятий Санкт-Петербурга, работающих на потребительский рынок, имеют совместный капитал с иностранными предприятиями и используют в производстве импортное сырье.

В целом по России в 1999 г. цены производителей промышленной продукции выросли на 67,3%, а цены в потребительском секторе – на 36,5%, в 2000 г. – соответственно на 24,6 и 20,2%. Существенный рост цен у производителей потребительских товаров был во многом обусловлен значительным сокращением импорта товаров и удорожанием нефти и нефтепродуктов.

В качестве измерителя уровня инфляции предлагается также использовать индекс инфляции<sup>1</sup>:

$$I_{инф} = \frac{\text{Общая мощность инфляционного сдвига}}{\text{Сумма лично располагаемых доходов населения данного года}}$$

Расчет этого индекса технически сложен, так как в числителе под мощностью инфляционного сдвига в расходах населения на товары и услуги понимаются абсолютная стоимостная оценка снижения покупательной силы денег, избыточные сбережения и скрытый рост цен за счет снижения качества товаров.

Важное значение для оценки инфляционных процессов имеет сравнительный анализ динамики цен с динамикой ряда показателей: соотношения денежной и товарной массы, темпов роста денежной

эмиссии, темпов роста доходов, относительной дефицитности бюджета к ВВП и др.

Наиболее важное значение имеют показатели кредитно-денежной системы (денежные агрегаты), поскольку политика последней оказывает наиболее существенное влияние на динамику инфляции в переходный период российской экономики.

Руководящим принципом кредитно-денежной политики должно быть точное предсказание приближающейся инфляции, особенно в долгосрочной перспективе. Прогноз инфляционных процессов осуществляется на основе динамики рассмотренных выше показателей инфляции. Однако для выявления тенденций и закономерностей развития инфляции в нашей стране десятилетний опыт российской рыночной экономики явно недостаточен. Несомненно, мал и опыт исследований механизма инфляции. Неустойчивость экономического развития России создает известные трудности для прогнозирования инфляции, даже на краткосрочную перспективу.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Какой вид инфляции наблюдается в российской экономике в настоящий период?
2. Есть ли различия между уровнем и нормой инфляции?
3. Какие меры по преодолению инфляции используются в российской экономике?
4. Какой показатель наиболее точно характеризует интенсивность инфляционных процессов?

<sup>1</sup> Популярный экономико-статистический словарь-справочник. М.: Финансы и статистика, 1993. С. 54.

## МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СИСТЕМА НАЦИОНАЛЬНЫХ СЧЕТОВ

В средствах массовой информации, от политиков и ученых можно часто услышать такие выражения, как «рост ВВП», «стагнация располагаемого дохода домашних хозяйств», «снижение валового накопления основного капитала», «чистые долги сектора государственных учреждений» и т. д. Чтобы понять смысл этих высказываний, необходимо знать содержание упомянутых терминов и связи между ними.

С этой целью нужно познакомиться с основами Системы национальных счетов (СНС), понять логику построения этой системы нормализации экономической информации, при анализе которой применяются упомянутые и другие макроэкономические показатели.

**Система национальных счетов** — это макростатистическая модель, целью которой является представление, с одной стороны, глобальных, всеохватывающих, а с другой стороны, частных, детализированных количественных результатов происходящих в стране экономических процессов. СНС — это система показателей, характеризующих воспроизводственные процессы. Показатели СНС являются историческим продуктом, т. е. зависят одновременно как от теоретических обоснований, так и от практических возможностей и ограничений своего времени. Несмотря на желание оценить СНС как объективную картину отображения существующей экономической реальности сродни фотографии, не будем забывать, что и фотографии могут быть сделаны под разным углом зрения, при разном освещении и погодных условиях. Следовательно, СНС не может быть абсолютно объективной, поскольку основана на конструктивистском подходе: СНС представляет собой воссозданную экономическую реальность. Если макроэкономические показатели приобретают какой-либо смысл, это становится возможным благодаря тому, что они перестают быть только *полученными* данными, но являются *созданными* результатами. Вследствие этого СНС представляет собой не совокупность понятий, которые можно легко классифицировать по каким-либо критериям (производство, потребление, накопление и т. д.), а является сложной макростатистической системой организации информации, которая имеет свою историю возникновения и своих создателей.

В этой главе мы рассмотрим историю возникновения и развития СНС, потом остановимся на методологических основах СНС России и отражении производства товаров и услуг в СНС. Затем на основе

системы макроэкономических показателей познакомимся с процессами отражения в СНС первичного распределения и перераспределения доходов, а также с направлениями использования располагаемого дохода экономики. В заключение рассматриваются методы определения и направления использования валового внутреннего продукта — обобщающего показателя экономики.

### 17.1. СНС — инструмент наблюдения за рыночной экономикой

Международная статистическая практика знает две системы макроэкономических расчетов:

- баланс народного хозяйства (БНХ);
- Систему национальных счетов (СНС).

Каждая система макрорасчетов соответствовала определенной эпохе экономического развития, отвечала определенным целям и содержала свой набор показателей.

**Баланс народного хозяйства** — система, соответствующая условиям нерыночного хозяйствования (социалистической экономики), она основана на делении всей экономики на две сферы — сферу материального производства и непроеизводственную сферу, а внутри материального производства — на производство средств производства (I подразделение) и производство предметов потребления (II подразделение). Поскольку в условиях нерыночной (планово-административной) экономики примат отдавался материальной сфере производства, то и основные макроэкономические показатели данной системы расчетов объединяли в себе продукты деятельности именно этой сферы экономики. Ключевыми показателями БНХ являются *совокупный общественный продукт* (СОП) и *национальный доход* (НД).

**Система национальных счетов** — система макроэкономических расчетов, присущая странам с рыночными условиями хозяйствования. В основу СНС, в отличие от БНХ, положен тезис о созидательности любого труда, будь то деятельность по созданию материальных благ или деятельность, связанная с оказанием услуг. В рамках СНС осуществляется деление всех хозяйствующих субъектов на коммерческие и некоммерческие предприятия (организации). Принципиальное отличие между коммерческими и некоммерческими предприятиями состоит в источнике финансирования затрат. Коммерческие предприятия финансируются из создаваемой ими прибыли от производства товаров и оказания рыночных услуг. Некоммерческие предприятия, занятые оказанием нерыночных услуг, покрывают свои расходы полностью или в значительной степени за счет средств государственного бюджета, внебюджетных фондов, средств предприятия либо за счет добровольных взносов и пожертвований членов своей организации. Ключевыми показателями СНС являются *валовой внутренний продукт* (ВВП) и *валовой национальный располагаемый доход* (ВНРД).

Формированию системы национальных счетов предшествовали расчеты национального дохода (НД). В начале XX в. НД был определен статистиками Англии, Франции, России, США, Германии и Австрии. Национальные счета появились как вид балансовых построений в конце 30-х — первой половине 40-х годов XX в. в развитых странах Запада вследствие поиска причин Великой депрессии 1929—1933 гг. В это время ученые-экономисты всерьез задумались о целесообразности государственного регулирования рыночной экономики.

Родоначальником теории необходимости государственного регулирования экономики, положенной в основу современной СНС, выступает английский экономист Дж. М. Кейнс. Его взгляды на проблемы регулирования рыночной экономики нашли отражение в «Общей теории занятости, процента и денег», изданной в 1936 г. В этой работе Кейнс сформулировал основные принципы формирования системы информации, необходимой для анализа экономики на макроуровне как системы взаимосвязанных макроэкономических показателей, среди которых — совокупный доход, потребление, инвестиции, сбережения и др.

Наличие взаимосвязи между основными макроэкономическими индикаторами экономики — одна из основополагающих идей СНС. Ярким примером такой зависимости была теория Кейнса о мультипликаторе, который связывает рост инвестиций и национального дохода.

Многие экономисты и статистики внесли свой вклад в развитие теории национального счетоводства. Среди них работы В. Петти и Г. Кинга, «Экономическая таблица» Ф. Кенэ, «Национальный доход и капитальные вложения США за 1919—1935 гг.» С. Кузнецца, «Принципы экономической науки» А. Маршалла, «Национальный доход и расходы» К. Кларка, теории простого и расширенного воспроизводства К. Маркса, а также работы Р. Стоуна, М. Гильберта, В. Леонтьева, Р. Фриша и многих других.

Основные вехи в создании международных стандартов СНС после окончания Второй мировой войны таковы:

- 1947 г. — доклад ООН о важнейших принципах национального счетоводства, подготовленный Р. Стоуном;
- 1951 г. — доклад Организации европейского экономического сотрудничества (ОЕЭС) «Упрощенная СНС»;
- 1952 г. — «Стандартная СНС» (ОЕЭС);
- 1953 г. — первый стандарт ООН в области национального счетоводства, подготовленный под руководством Р. Стоуна, под названием «Система национальных счетов и вспомогательные таблицы»;
- 1968 г. — второй стандарт ООН в области, так называемая «Голубая книга», разработанный под руководством Р. Стоуна и Н. Айдинова, который включал: традиционные счета национального дохода и национального продукта, новые блоки макроэкономической информации, а именно баланс межотраслевых связей, баланс национального

богатства, систему показателей финансовых ресурсов. Кроме этого, «Голубая книга» содержала рекомендации для построения СНС не только для экономики в целом, но и для отдельных ее секторов;

— 1970, 1979 гг. — разработка Европейским сообществом первой и второй версии Европейской системы национальных счетов на основе СНС ООН 1968 г.;

— 1993 г. — последняя версия СНС ООН 1993 г., принятая в целях гармонизации и дальнейшего совершенствования методологии СНС: были уточнены определения и классификация ряда важнейших показателей, усовершенствована структура некоторых счетов, разработана методология отражения показателей национального богатства в СНС и др. Общая система счетов СНС согласно последней версии включает следующие классы счетов:

- стандартный набор счетов для всех секторов экономики;
- счета для отраслей экономики (счета производства и образования доходов);
- счета для отдельных видов экономических операций (например, счета операций с другими странами, счет товаров и услуг);
- счета для экономики в целом;

— 1995 г. — европейская адаптация СНС ООН 1993 г. — Европейская система национального счетоводства (ЕСНС-95), принятая как национальная всеми странами Европейского сообщества.

СНС ООН 1993 г. является основой осуществляемых преобразований в области отечественного национального счетоводства. Многие из нововведений СНС ООН 1993 г. и ЕСНС-95 уже внедрены в практику российского национального счетоводства и являются основанием международных сопоставлений результатов российской экономики с экономикой других стран Европы и мира.

## 17.2. Методологические основы СНС России

Внедрение СНС в России началось в 1992 г. на основании Государственной программы перехода Российской Федерации на принятую в международной практике систему учета и статистики. Обобщение и унификация основ и методов построения СНС осуществляются Госкомстатом РФ в соответствии с рекомендациями таких международных организаций, как ООН, МВФ, Мировой банк, ОЭСР, Евростат, Статкомитет СНГ.

Вместе с тем методология СНС России по ряду моментов отличается от принятых в международной практике стандартов, что вызвано в первую очередь переходным характером российской экономики. С развитием рыночных отношений эти отличия будут уменьшаться.

СНС — это своего рода классификатор экономики страны. Она может быть представлена как:

• *совокупность счетов*, описывающих различные аспекты процесса воспроизводства: каждой стадии воспроизводства (производства продукта, первичного распределения доходов, вторичного распределения доходов, стадии использования доходов) соответствует специальный счет или группа счетов, которые содержат обобщающие показатели, взаимоувязанные между собой (см. табл. 17.4);

• *совокупность хозяйствующих единиц*, сгруппированных по отраслям экономики согласно Общероссийскому классификатору отраслей народного хозяйства (ОКОНХ) и Международной стандартной отраслевой классификации (МСОК), занятых производством товаров, рыночных и нерыночных услуг;

• *совокупность секторов экономики*, объединяющих институциональные единицы в зависимости от вида деятельности и способа финансирования затрат; где институциональная единица – это хозяйственная единица, которая ведет полный набор бухгалтерских счетов, может самостоятельно принимать решения и распоряжаться своими материальными и финансовыми ресурсами (см. табл. 17.5);

• *совокупность экономических операций*, т. е. операций, представляющих собой взаимодействие двух и более институциональных единиц, осуществляемое по взаимному соглашению; экономические операции делятся на операции с товарами и услугами (по производству и использованию товаров и услуг), операции с доходами (по распределению и перераспределению доходов) и операции с финансовыми инструментами (по приобретению финансовых активов и принятию финансовых обязательств).

СНС как совокупность счетов представлена в табл. 17.4. Счет представляет собой таблицу, включающую две группы показателей: ресурсы и их использование. Левая и правая части каждого счета уравниваются при помощи сальдовой (балансирующей) статьи (табл. 17.1).

Таблица 17.1

Схема счета

Использование	Ресурсы
Показатели (статьи) использования Сальдовая статья = Итого ресурсов – Известные статьи использования	Показатели (статьи) ресурсов
Итого использовано	Итого ресурсов

Балансирующая статья каждого счета представляет собой самостоятельный обобщающий показатель, который характеризует соответствующую стадию процесса воспроизводства, а также позволяет увязать счета в единую систему. Сальдовая статья каждого предыдущего счета есть основная ресурсная статья последующего счета (табл. 17.2).

Схема СНС

Использование	Ресурсы
<b>Счет 1</b>	
Показатели (статьи) использования Сальдовая статья 1	Показатели (статьи) ресурсов
Итого использовано	Итого ресурсов счета 1
<b>Счет 2</b>	
Показатели (статьи) использования Сальдовая статья 2	Сальдовая статья 1 Другие показатели (статьи) ресурсов
Итого использовано	Итого ресурсов счета 2
<b>Счет 3</b>	
Показатели (статьи) использования Сальдовая статья 3	Сальдовая статья 2 Другие показатели (статьи) ресурсов
Итого использовано	Итого ресурсов счета 3

Согласно Методологическим положениям по статистике Госкомстата России национальные счета являются счетами потоков, т. е. отражают сквозное движение стоимости товаров и услуг через все стадии – от производства до конечного потребления и накопления.

Система национальных счетов России в настоящее время включает следующие основные счета:

- счет товаров и услуг;
- счет производства;
- счет образования (первичных) доходов;
- счет распределения первичных доходов;
- счет вторичного распределения доходов;
- счет использования доходов;
- счет операций с капиталом.

Счет товаров и услуг является своеобразной сводной таблицей (табл. 17.3).

Таблица 17.3

Использование	Ресурсы
3. Промежуточное потребление	1. Выпуск продуктов и услуг в рыночных ценах*
4. Расходы на конечное потребление	2. Импорт товаров и услуг
5. Валовое накопление	
6. Экспорт товаров и услуг	
7. Статистическое расхождение	
Итого использовано = стр. 3 + стр. 4 + стр. 5 + стр. 6 + стр. 7	Итого ресурсов счета товаров и услуг = стр. 1 + стр. 2

\*Выпуск продуктов и услуг в рыночных ценах = Выпуск продуктов и услуг в основных ценах + Налоги на продукты и импорт - Субсидии на продукты и импорт



Левая и правая части счета товаров и услуг формируются самостоятельно на основе своих потоков статистической информации, вследствие чего суммарные итоги могут различаться между собой. Для достижения баланса по счету эта разница оформляется в виде показателя «статистическое расхождение». Статистическое расхождение характеризует суммарную ошибку при построении всех счетов. Удовлетворительным качеством расчетов считается статистическое расхождение, не превышающее 4–5% ВВП.

Таблица 17.4

## Основные счета внутренней экономики и взаимосвязь между показателями СНС

Использование	Ресурсы	Формула расчета балансирующей статьи
<b>Счет производства</b>		
Промежуточное потребление (ПП) <i>Валовой внутренний продукт (ВВП)</i>	Валовой выпуск продуктов и услуг в рыночных ценах (ВВ)	$ВВП = ВВ - ПП$
<b>Счет образования доходов</b>		
Оплата труда наемных работников (ОТ) Налоги на производство и импорт (Н) Субсидии на производство и импорт (С) <i>Валовая прибыль экономики и валовые смешанные доходы (ВП/ВСД)</i>	ВВП в рыночных ценах (на уровне всей экономики) Валовая добавленная стоимость (ВДС) (на уровне отдельного сектора или отрасли экономики)	$ВП/ВСД = ВВП - ОТ - Н + С$
<b>Счет распределения первичных доходов</b>		
Доходы от собственности переданные (ДохПр)	Валовая прибыль экономики и валовые смешанные доходы (ВП/ВСД) Оплата труда наемных работников (ОТ) Налоги на производство и импорт (Н) Субсидии на производство и импорт (С) Доходы от собственности полученные (ДохПо)	$ВНД = ВП/ВСД + ОТ + Н - С + ДохПо - ДохПр$
<b>Счет вторичного распределения доходов</b>		
Текущие трансферты переданные (ТТПр) <i>Валовой национальный располагаемый доход (ВНРД)</i>	Валовой национальный доход (ВНД) Текущие трансферты полученные (ТТПо)	$ВНРД = ВНД + ТТПо - ТТПр$
<b>Счет использования располагаемого дохода</b>		
Расходы на конечное потребление (КП) <i>Валовое сбережение (ВС)</i>	Валовой национальный располагаемый доход (ВНРД)	$ВС = ВНРД - КП$

Использование	Ресурсы	Формула расчета балансирующей статьи
<b>Счет операций с капиталом</b>		
Валовое накопление основного капитала (ВНОК) Изменение запасов материальных оборотных средств (ИЗМОб) Чистое приобретение ценностей (ЧПЦ)	Валовое сбережение (ВС) Капитальные трансферты полученные (КТПо) Капитальные трансферты переданные (-) (КТПр)	$ЧК/ЧЗ = ВС + КТПо - КТПр - ВНОК - ИЗМОб - ЧПЦ - ЧПЗНА$
Чистое приобретение земли и нефинансовых произведенных активов (ЧПЗНА) <i>Чистое кредитование (ЧК,+), чистое заимствование (ЧЗ,-) и статистическое расхождение</i>		

Согласно рекомендациям международных статистических организаций полный набор национальных счетов должен состояться не только для экономики в целом, но и для отдельных ее секторов. Сектор представляет собой совокупность институциональных единиц, имеющих сходные цели, однородных с точки зрения выполняемых функций и источников финансирования, что обуславливает сходство их экономического поведения.

Для изучения процессов экономического воспроизводства выделяются 6 секторов, 5 из которых используются для описания этих процессов внутри страны, а 1 – для описания внешнеэкономических связей.

В составе внутренней экономики страны выделяются пять секторов:

- 1) *нефинансовые предприятия;*
- 2) *финансовые предприятия (учреждения);*
- 3) *государственные учреждения;*
- 4) *некоммерческие организации, обслуживающие домашние хозяйства;*
- 5) *домашние хозяйства.*

Для отражения взаимосвязей с другими странами образуется сектор «остальной мир», объединяющий институциональные единицы-нерезиденты страны в той части, в которой они взаимодействуют с резидентами национальной экономики. Институциональная единица считается *резидентом* страны, если на территории данной страны она имеет центр экономического интереса, т. е. занимается или собирается заниматься какими-либо видами экономической деятельности или операциями в течение длительного периода времени, как правило, не менее одного года. *Нерезидентами* называют граждан, постоянное место жительства которых находится за границей, даже если они временно находятся на территории данной страны, а также находящие-

ся на территории данной страны иностранные дипломатические, торговые и прочие официальные представительства, пользующиеся дипломатическими привилегиями.

**Внутренняя экономика** охватывает деятельность на экономической территории данной страны как резидентов, так и нерезидентов. Под экономической территорией понимается территория, административно управляемая правительством данной страны, в пределах которой лица, товары и деньги могут свободно перемещаться. Экономическая территория страны больше ее географической территории, поскольку включает не только воздушное пространство, территориальные воды данной страны и континентальный шельф в международных водах, в отношении которого данная страна имеет исключительное право на добычу сырья, топлива и т. п., но и так называемые территориальные анклавы за рубежом, т. е. зоны в других странах, используемые правительственными учреждениями данной страны на основе аренды или собственности (дипломатические, военные и другие службы).

**Национальная экономика** охватывает деятельность только резидентов независимо от их местонахождения (на территории данной страны или за ее пределами).

Группировка секторов СНС представлена в табл. 17.5.

Таблица 17.5

## Институциональные сектора экономики

Сектор	Основная функция	Источники финансирования затрат	Состав сектора
Нефинансовые предприятия	Производство товаров и нефинансовых услуг	Поступления от реализации произведенных товаров и услуг	Нефинансовые предприятия различных форм собственности
Финансовые предприятия	Финансовые операции на коммерческой основе и операции по страхованию	Фонды, образующиеся в результате принятых обязательств и полученных процентов; страховые премии	Коммерческие кредитные учреждения и страховые учреждения
Государственные учреждения	Предоставление нерыночных услуг для коллективного и индивидуального пользования; перераспределение национального дохода и богатства	Средства государственного бюджета; обязательные платежи институциональных единиц из других секторов экономики	Государственные учреждения в области управления, финансов, регулирования экономики, обороны и др.; государственные внебюджетные фонды
Некоммерческие организации, обслуживающие домашние хозяйства	Нерыночные услуги, обеспечивающие индивидуальные и коллективные потребности особых групп домашних хозяйств	Добровольные взносы, пожертвования, дарения домашних хозяйств и доходы от собственности	Общественные организации в области образования, культуры, здравоохранения и т. п.; политические партии, профсоюзные организации и др.

Сектор	Основная функция	Источники финансирования затрат	Состав сектора
Домашние хозяйства	Потребление результатов деятельности всех секторов экономики, а также индивидуальное предпринимательство без создания юридического лица	Оплата труда наемных работников; трансфертные платежи (пенсии, пособия, стипендии); предпринимательский доход; доходы от собственности	Физическое лицо или группа лиц, являющихся резидентами, живущих вместе и имеющих общий бюджет; некорпоративные предприятия (личные подсобные хозяйства, индивидуальная деятельность без образования юридического лица)
Остальной мир	Внеэкономические связи, выражающиеся в экономических операциях любого вида деятельности		Резиденты других стран, связанные операциями с резидентами данной страны

## 17.3. СНС России как система макроэкономических показателей

СНС России, основанная на принципах СНС ООН 1993 г., может быть представлена как система макроэкономических показателей, отражающих результаты деятельности экономики. Статистика различает три вида показателей:

- **микроэкономические** — характеризующие деятельность отдельного производителя и ее результаты;
- **показатели мезоуровня** — характеризующие результаты деятельности отдельного сектора экономики или ее отрасли;
- **макроэкономические** показатели — характеризующие результаты национальной экономики в целом и на различных стадиях процесса воспроизводства.

Совокупность макроэкономических показателей, применяемых в международной практике статистических расчетов, включает следующие основные показатели:

1. Валовой выпуск товаров и услуг.
2. Валовой/чистый внутренний продукт.
3. Валовая/чистая прибыль экономики и валовые смешанные доходы.
4. Валовой/чистый национальный доход.
5. Валовой/чистый национальный располагаемый доход.
6. Национальное конечное потребление.
7. Валовое/чистое национальное сбережение.
8. Валовое накопление основного капитала.
9. Изменение запасов материальных оборотных средств.
10. Чистое приобретение ценностей.

11. Чистое приобретение земли и других нефинансовых активов.

12. Чистое кредитование/чистое заимствование.

Содержание и методика вычисления каждого из этих показателей определяются последней версией СНС – СНС ООН 1993 г. Большинство из них есть балансирующие статьи национальных счетов и получаются по формулам, представленным в табл. 17.4, путем агрегирования информации институциональных единиц от микро- и мезоуровня до макроуровня.

Показателем общих результатов процесса производства на макроуровне является *выпуск товаров и услуг*. Под выпуском товаров и услуг представляют суммарную стоимость товаров и услуг, являющихся результатом производственной деятельности единиц-резидентов экономики за определенный период. Выпуск оценивается на основе данных о стоимости реализованной продукции, изменений запасов готовой продукции и стоимости незавершенного производства. Выпуск товаров, рыночных и нерыночных услуг не является оценочным показателем деятельности отдельного хозяйствующего субъекта, отрасли, сектора или экономики в целом, поскольку содержит так называемый повторный счет в виде промежуточного потребления на любом уровне агрегирования.

*Промежуточное потребление* равно стоимости товаров и услуг, которые трансформируются или полностью потребляются в процессе производства в отчетном периоде. Потребление основного капитала, равное стоимости амортизации основных средств, не включается в состав промежуточного потребления.

Разность между выпуском товаров и услуг и промежуточным потреблением, рассчитываемая на уровне отрасли или отдельного сектора экономики, представляет собой показатель валовой добавленной стоимости. *Валовая добавленная стоимость* (ВДС) – один из важнейших показателей результативности деятельности. Обобщение ВДС на уровне экономики дает ключевой показатель СНС – *валовой внутренний продукт* (ВВП):

$$\text{ВВП} = \sum \text{ВДС} \text{ отраслей экономики.}$$

Термины «валовой» и «чистый», важные для определения макропоказателей, связаны между собой при помощи показателя «потребление основного капитала». *Потребление основного капитала* (ПОК) представляет собой уменьшение стоимости основного капитала в течение отчетного периода в результате его физического и морального износа и случайных повреждений. Термин «валовой» на примере ВВП или ВДС в системе национальных счетов означает, что данный экономический агрегат содержит в себе потребление основного капитала. Термин «чистый» в СНС свидетельствует о том, что данный экономический агрегат не содержит в себе стоимости амортизации основных средств или ПОК. Например:

Чистый внутренний продукт = ВВП – ПОК.

Чистая добавленная стоимость = ВДС – ПОК.

Валовой внутренний продукт выступает показателем конечных результатов производства как стоимости совокупности конечных товаров и услуг, созданных резидентами и нерезидентами на экономической территории данной страны за определенный период, которая выражена в рыночных ценах конечных потребителей.

Рыночные цены (цены конечного потребителя) означают, что агрегат оценивается в ценах, уплачиваемых покупателем за товары и услуги. В СНС выделяют три вида цен:

- рыночные цены конечного потребителя;
- цены производителя;
- основные цены.

*Основная цена* – цена, получаемая производителем за единицу товара или услуги, не включающая налогов на продукты, но включающая субсидии на продукты.

*Цена производителя* – это цена, получаемая производителем за единицу товара или услуги, включающая налоги на продукты (кроме налога на добавленную стоимость и налога на импорт), но не включающая субсидии на продукты.

*Рыночная цена конечного потребителя*, которая может быть получена на базе или основных цен, или цен производителя, включает все чистые налоги на продукты и импорт.

Поскольку выпуск товаров и услуг и соответственно валовая добавленная стоимость могут исчисляться как в основных ценах, так и в ценах производителей, для получения ВВП в рыночных ценах необходимо увеличить ВДС на величину чистых налогов на продукты и импорт следующим образом:

$$\text{ВВП} = \sum \text{ВДС} + \text{НПИ} - \text{СПИ},$$

где  $\sum \text{ВДС}$  – сумма валовой добавленной стоимости в основных ценах всех отраслей или секторов экономики; НПИ – сумма всех налогов на продукты и импорт; СПИ – сумма всех субсидий на продукты и импорт.

В тех случаях, когда ВДС оценивается в ценах производителя, схема определения ВВП в рыночных ценах предстанет как:

$$\text{ВВП} = \sum \text{ВДС} + \text{НДС} + \text{ЧНИ},$$

где  $\sum \text{ВДС}$  – сумма валовой добавленной стоимости всех отраслей или секторов экономики в ценах производителя; НДС – налог на добавленную стоимость; ЧНИ – чистые налоги на импорт.

В отношении налогов термин «чистые» означает, что налоги представлены за вычетом субсидий. *Налоги* – обязательные платежи в государственный бюджет, осуществляемые институциональными единица-





ных средств) или средств для их приобретения от одной институциональной единицы к другой. Капитальные трансферты, как правило, являются одновременными и значительными по величине операциями. В составе капитальных трансфертов выделяют налоги на капитал, инвестиционные субсидии и пр.

Все трансферты, которые не являются капитальными, образуют *текущие трансферты*. В их составе различают: текущие налоги на доходы, богатство и т. п., отчисления на социальное страхование, социальные пособия, пенсии, стипендии, добровольные взносы и подарки, не имеющие капитального характера, штрафы и т. д.

Как уже отмечалось, национальный располагаемый доход представляет собой сумму доходов, которой резиденты страны располагают для конечного потребления и сбережения.

*Конечное потребление* складывается из:

- расходов на конечное потребление домашних хозяйств;
- расходов на конечное потребление государственных учреждений, удовлетворяющих индивидуальные и коллективные потребности домашних хозяйств и общества в целом;
- расходов на конечное потребление некоммерческих организаций, обслуживающих домашние хозяйства.

*Сбережение* представляет собой часть располагаемого дохода, не израсходованную на конечное потребление товаров и услуг, и определяется как сальдовая статья счета использования располагаемого дохода:

Валовое сбережение = Валовой располагаемый доход -  
- Расходы на конечное потребление

Сбережение служит основным источником накопления, а также источником финансирования различных операций. Направления накопления представлены в счете операций с капиталом. Счет операций с капиталом, завершающий систему из 6 основных счетов СНС, представленных в табл. 17.4, объединяет следующие макроэкономические показатели:

- валовое накопление;
- чистое приобретение земли и других нефинансовых произведенных активов;
- сальдо капитальных трансфертов;
- чистое кредитование (+) или чистое заимствование (-).

**Валовое накопление** в целом по экономике показывает чистое приобретение резидентными единицами товаров и услуг, произведенных в текущем периоде или поступивших по импорту, но не потребленных в нем. Валовое накопление включает следующие элементы:

- валовое накопление основного капитала;
- изменение запасов материальных оборотных средств;
- чистое приобретение ценностей.

**Валовое накопление основного капитала (ВНОК)** представляет собой вложение институциональными единицами-резидентами средств в

объекты основного капитала для создания нового дохода в будущем путем использования их в производстве. Валовое накопление основного капитала включает следующие компоненты: а) приобретение, за вычетом выбытия, новых и существующих основных фондов; б) затраты на улучшение произведенных материальных активов; в) расходы в связи с передачей права собственности на произведенные активы.

*Изменение запасов материальных оборотных средств (ИЗМОБ)* включает изменение производственных запасов незавершенного производства, готовой продукции и товаров для перепродажи. Изменение стоимости запасов в течение данного периода рассчитывается как разность между стоимостью запасов на конец и на начало периода, оцененных в средних рыночных ценах рассматриваемого периода для устранения влияния изменения цен.

*Чистое приобретение ценностей (ЧПЦ)* – стоимость ценностей (покупки за вычетом продаж), приобретаемых как средство сохранения стоимости: драгоценных металлов и драгоценных камней, антикварных изделий, коллекций и других произведений изобразительного искусства.

Другим направлением использования накопленных средств и активов выступает **чистое приобретение земли и других нефинансовых произведенных активов**. Этот показатель характеризует стоимость покупок за вычетом продаж природных активов, таких, как земля, недра, некультивируемые (естественные) биологические ресурсы, водные ресурсы под землей, а также произведенных нематериальных активов, состоящих из авторских прав, патентов, лицензий, торговых знаков, прав на аренду и других передаваемых контрактов, купленных деловых связей (гудвиллов) и др.

Внешним для сектора, отрасли или экономики средством вложения в основной капитал выступает **сальдо капитальных трансфертов**, т. е. разница между полученными (из других отраслей, секторов и экономик) и выплаченными (в другие сектора и экономики других стран) капитальными трансфертами.

**Чистое кредитование (+) или чистое заимствование (-)** представляет собой превышение или дефицит источников финансирования по сравнению с расходами на чистое приобретение нефинансовых активов сектора или экономики. Этот показатель является важнейшим индикатором кредитоспособности отрасли, сектора или экономики и определяется как балансирующая статья счета операций с капиталом. На уровне экономики в целом чистое кредитование или чистое заимствование показывает количество ресурсов, которое страна предоставляет в распоряжение «остального мира» или которое «остальной мир» предоставляет стране. Этот показатель содержит также статистическое расхождение.

Чистое кредитование (+), чистое заимствование (-) = Валовое сбережение + Капитальные трансферты полученные - Капитальные трансферты выплаченные - Валовое на-

копление основного капитала - Изменение запасов материальных оборотных средств - Чистое приобретение ценностей - Чистое приобретение земли и других нефинансовых произведенных активов

**Пример.** Рассмотрим по данным за 1998 г. построение важнейших макроэкономических показателей и взаимосвязи между ними для сектора «государственные учреждения» (табл. 17.6).

Таблица 17.6<sup>1</sup>

(в текущих ценах, млн. руб.)

1	Выпуск рыночных и нерыночных услуг (В)	533 081,5
2	Промежуточное потребление (ПП)	222 624,4
3	Оплата труда наемных работников (ОТ)	229 288,0
4	Другие чистые налоги на производство (ЧНП)	2 555,9
5	Налоги на производство (Н)	488 976,4
6	Субсидии на производство (С)	104 958,6
7	Чистые (за вычетом субсидий) налоги на импорт (ЧНИ)	...
8	Доходы от собственности полученные (дивиденды, проценты, рента и др.) (ДСПо)	38 883,0
9	Доходы от собственности переданные (ДСПр)	166 832,1
10	Текущие трансферты полученные (текущие налоги на доходы, имущество и другие отчисления на социальное страхование, другие текущие трансферты) (ТППо)	486 391,3
11	Текущие трансферты выплаченные (социальные пособия в денежной форме, трансферты в связи с международным сотрудничеством, другие текущие трансферты) (ТППр)	285 306,3
12	Расходы на конечное потребление (КП)	527 492,9
13	Капитальные трансферты полученные (КТПо)	1 007,7
14	Капитальные трансферты выплаченные (КТПр)	27 316,1
15	Валовое накопление основного капитала (ВНОК)	88 350,0
16	Изменение запасов материальных оборотных средств (ИЗМОб)	...
17	Чистое приобретение ценностей (ЧПЦ)	588,7
18	Чистое приобретение земли и нефинансовых произведенных активов (ЧПЗННА)	-266,1

Из счета производства:

$$\begin{aligned} \text{Валовая добавленная стоимость в рыночных ценах (ВДС)} &= \\ &= В - \text{ПП} = 533\,081,5 - 222\,624,4 = 310\,457,1 \text{ млн. руб.} \end{aligned}$$

Из счета образования доходов:

$$\begin{aligned} \text{Валовая прибыль (ВП)} &= \text{ВДС} - \text{ОТ} - \text{ЧНП} = \\ &= 310\,457,1 - 229\,288,0 - 2\,555,9 = 78\,613,2 \text{ млн. руб.} \end{aligned}$$

Из счета распределения первичных доходов:

$$\begin{aligned} \text{Сальдо первичных доходов (валовое) (СПД)} &= \\ &= \text{ВП} + \text{Н} - \text{С} + \text{ЧНИ} + \text{ДСПо} - \text{ДСПр} = \\ &= 78\,613,2 + 488\,976,4 - 104\,958,6 + 0 + 38\,883,0 - 166\,832,1 = \\ &= 334\,681,9 \text{ млн. руб.} \end{aligned}$$

Из счета вторичного распределения доходов:

$$\begin{aligned} \text{Валовой располагаемый доход (ВРД)} &= \text{СПД} + \text{ТППо} - \text{ТППр} = \\ &= 334\,681,9 + 486\,391,3 - 285\,306,3 = 535\,766,9 \text{ млн. руб.} \end{aligned}$$

Из счета использования располагаемого дохода:

$$\begin{aligned} \text{Валовое сбережение (ВС)} &= \text{ВРД} - \text{КП} = 535\,766,9 - 527\,492,9 = \\ &= 8\,274,0 \text{ млн. руб.} \end{aligned}$$

Из счета операций с капиталом:

$$\begin{aligned} \text{Чистое кредитование (+), чистое заимствование (-) сектора} &= \\ &= \text{ВС} + \text{КТПо} - \text{КТПр} - \text{ВНОК} - \text{ИЗМОб} - \text{ЧПЦ} - \text{ЧПЗННА} = \\ &= 8\,274,0 + 1\,007,7 - 27\,316,1 - 88\,350,0 - 0 - 588,7 - (-266,1) = \\ &= -106\,707,0 \text{ млн. руб.} \end{aligned}$$

Несмотря на то что сектор имеет валовую прибыль в размере 78 613,2 млн. руб. и положительное валовое сбережение (8 274,0 млн. руб.), чистые долги сектора составили 106 707,0 млн. руб.

В результате сектор «государственные учреждения» выступает чистым заемщиком по отношению к другим секторам, т. е. нуждается в финансировании своей деятельности за счет других секторов экономики.

#### 17.4. Методы определения валового внутреннего продукта

Валовой внутренний продукт (ВВП) является центральным показателем российской Системы национальных счетов, характеризующим конечные результаты функционирования экономики. Международными организациями – ООН, Евростат, ОЭСР, МВФ, МБРР – ВВП рекомендуется в качестве основного показателя при международных сопоставлениях. ВВП применяется при межстрановых сопоставлениях объемов экономической деятельности (размер ВВП по паритету покупательной способности валют), при сравнении уровня жизни населения (ВВП на душу населения), для характеристики темпов роста экономики (процент прироста ВВП), а также в качестве масштаба для измерения других экономических величин (дефицит государственного бюджета или расходы на образование, здравоохранение, оборону и т. д. обычно показываются в процентах от ВВП).

ВВП представляет собой конечный результат производственной деятельности институциональных единиц – резидентов и нерезидентов в течение данного периода времени и исчисляется в рыночных ценах.

<sup>1</sup> Национальные счета России в 1992 – 1999 гг.: Статистический сборник. М.: Госкомстат России, 2000. С. 117–120.

В зависимости от целей и направлений анализа показатель ВВП может рассчитываться в текущих и сопоставимых ценах, а также в постоянных ценах базисного периода.

В отличие от ранее принятого в российской статистической практике показателя *совокупного общественного продукта* (СОП), определяемого по методологии баланса народного хозяйства как сумма валовой продукции предприятий только материальной сферы, ВВП учитывает результаты функционирования не только сферы материального производства, но и сферы услуг.

ВВП предназначен для характеристики взаимосвязанных аспектов экономического процесса: производства товаров и оказания услуг, распределения доходов, конечного использования товаров и услуг.

На уровне отдельной отрасли или сектора экономики аналогом ВВП выступает *валовая добавленная стоимость*, характеризующая конечный результат их производственной деятельности. Сумма валовой добавленной стоимости всех отраслей или секторов экономики в рыночных ценах представляет собой ВВП.

Существуют три способа расчета ВВП, характеризующие каждую из трех выделенных фаз процесса воспроизводства:

- производственный ВВП (на стадии производства);
- распределительный (ВВП на стадии образования первичных доходов);
- по элементам конечного использования (ВВП на стадии конечного использования).

Основными способами расчета ВВП выступают производственный и по элементам конечного использования. Распределительный метод определения ВВП получил наименьшее распространение в статистической практике из-за особенностей своего расчета.

При расчете **производственным методом** ВВП получается как разность между валовым выпуском товаров и услуг (ВВТиУ) в целом по стране, с одной стороны, и промежуточным потреблением (ПП) — с другой, или как сумма добавленных стоимостей, создаваемых в отраслях экономики.

$$\text{ВВП} = \text{ВВТиУ} - \text{ПП},$$

$$\text{ВВП в основных ценах} = \sum \text{ВДС в основных ценах}.$$

При этом объемы добавленной стоимости по отраслям рассчитываются в основных ценах, т. е. в ценах, не включающих налоги на продукты, но включающих субсидии на продукты. Для расчета ВВП в рыночных ценах необходимо добавить чистые (за вычетом субсидий) налоги на продукты и на импорт (ЧНПИ):

$$\text{ВВП в рыночных ценах} = \sum \text{ВДС в основных ценах} + \text{ЧНПИ}$$

Производственный метод расчета ВВП имеет важное значение в анализе результатов функционирования экономики в целом и ее от-

дельных секторов. Он позволяет оценить вклад каждой отрасли, сектора экономики в создание конечного продукта, отразить отраслевую структуру и характер развития экономики.

Валовой внутренний продукт, рассчитанный по элементам **конечного использования**, представляет собой сумму расходов всех экономических секторов<sup>В</sup> на конечное потребление, валового накопления и чистого экспорта.

*Расходы на конечное потребление* (КП) подразделяются на расходы домашних хозяйств, государственных учреждений (организаций бюджетной сферы) и некоммерческих организаций (НКО), обслуживающих домашние хозяйства. В то же время в расходах на конечное потребление выделяются расходы на товары, индивидуальные услуги и коллективные услуги. Товары и индивидуальные услуги всегда могут быть куплены и проданы на рынке либо могут быть предоставлены в качестве трансфертов в натуральной форме. Коллективные услуги — это услуги, предоставляемые одновременно всем членам общества или его части (например, государственное управление и обеспечение безопасности). Конечное потребление домашних хозяйств является потреблением товаров и индивидуальных услуг. В системе национальных счетов считается, что все услуги, которые оказываются НКО домашним хозяйствам, являются индивидуальными. Органы государственного управления (государственные учреждения) могут оказывать как индивидуальные, так и коллективные услуги.

*Валовое накопление* (ВН) складывается из валового накопления основных фондов, изменения запасов материальных оборотных средств и чистого приобретения ценностей (приобретения за вычетом реализации).

*Чистый экспорт* (Э — И) рассчитывается во внутренних ценах как разница между экспортом и импортом товаров и услуг и включает оборот российской торговли с зарубежными странами.

Таким образом:

$$\text{ВВП} = \text{КП} + \text{ВН} + \text{Э} - \text{И}.$$

Данный метод расчета ВВП отражает структуру его использования, роль ВВП в удовлетворении потребностей конечных потребителей и в увеличении национального богатства страны.

Метод формирования ВВП по **источникам доходов** (распределительный метод) является одним из трех методов исчисления ВВП, применяемых Госкомстатом России в рамках расчетов по СНС. Однако он не является основным, поскольку в соответствии с принятой методологией не все показатели доходов получают путем прямого счета, ряд показателей (в частности, валовые смешанные доходы) исчисляется балансовым методом.

Формирование валового внутреннего продукта по источникам доходов отражает первичные доходы, получаемые единицами, непосредственно участвующими в производстве, а также органами государст-



венного управления (организациями бюджетной сферы) и некоммерческими организациями, обслуживающими домашние хозяйства. При этом методе расчета валовая прибыль/валовой смешанный доход (ВП/ВСД) является балансирующей статьей и определяется как разница между валовым внутренним продуктом, рассчитанным производственным методом, в рыночных ценах, оплатой труда наемных работников (ОТ) и чистыми налогами на производство и на импорт (ЧНПИ).

Данный метод используется Госкомстатом России только для анализа стоимостной структуры ВВП по доходам, а не для определения его номинального объема или динамики.

$$\text{ВВП} = \text{ОТ} + \text{ЧНПИ} + \text{ВП} / \text{ВСД}$$

Необходимо заметить, что расчет ВВП на основе разных составляющих может привести к несовпадению его количественных оценок. Это объясняется несовершенством статистической методологии, которая находится в постоянном развитии, а также тем, что собираемые статистические данные не дают абсолютно достоверного отражения количественного содержания экономических операций. Несовпадения между исчисленными разными способами объемами ВВП выражаются в показателе «статистическое расхождение».

**Пример.** Рассмотрим методы расчета ВВП Российской Федерации по данным за 1998 г. на разных стадиях воспроизводственного процесса.

#### 1. Производственный метод расчета ВВП.

(млн. руб.)

1. Выпуск в основных ценах	4 618 675,4
2. Налоги на продукты	305 304,1
3. Субсидии на продукты	91 030,3
4. Промежуточное потребление	2 148 410,6
ВВП в рыночных ценах	?

$$\text{ВВП в рыночных ценах} = \text{стр. 1} + \text{стр. 2} - \text{стр. 3} - \text{стр. 4} = 4 618 675,4 + 305 304,1 - 91 030,3 - 2 148 410,6 = 2 684 538,6 \text{ млн. руб.}$$

Кроме этого, можно определить сумму валовой добавленной стоимости всех отраслей экономики как разность валового выпуска и промежуточного потребления:

$$\Sigma \text{ВДС} = \text{В} - \text{ПП} = 4 618 675,4 - 2 148 410,6 = 2 470 264,8 \text{ млн. руб.}$$

Следовательно, структура валового выпуска товаров и услуг такова: 53,5% выпуска составляет валовая добавленная стоимость (2 470 264,8 / 4 618 675,4) и 46,5% (2 148 410,6 / 4 618 675,4) — промежуточное потребление или материальные затраты, которые необходимо осуществить для создания данного объема ВДС.

#### 2. Распределительный метод расчета ВВП.

(млн. руб.)

1. Оплата труда наемных работников	1 323 403,5
2. Налоги на производство и импорт	492 697,0
3. Субсидии на производство и импорт	96 652,1
4. Валовая прибыль экономики и валовые смешанные доходы	965 090,2
ВВП в рыночных ценах	?

$$\text{ВВП в рыночных ценах} = \text{стр. 1} + \text{стр. 2} - \text{стр. 3} + \text{стр. 4} = 1 323 403,5 + 492 697,0 - 96 652,1 + 965 090,2 = 2 684 538,6 \text{ млн. руб.}$$

Зная, что ВВП, определенный распределительным способом, есть сумма первичных доходов, оценим их удельный вес в ВВП.

(%)

1. Оплата труда наемных работников	49,3
2. Чистые налоги на производство и импорт	14,8
3. Валовая прибыль экономики и валовые смешанные доходы	35,9
ВВП в рыночных ценах	100

Таким образом, основным источником первичных доходов в экономике России по итогам 1998 г. выступает оплата наемного труда — 49,3% ВВП; 35,9% конечного результата деятельности экономики составили валовая прибыль и валовые смешанные доходы; чистые налоги на продукты и импорт — менее 15% ВВП.

Полезность данной структурной группировки возрастет при осуществлении динамических и пространственных сопоставлений.

#### 3. Метод конечного использования ВВП.

(млн. руб.)

1. Расходы на конечное потребление	2 048 256,2
2. Валовое накопление	438 049,1
3. Чистый экспорт товаров и услуг	210 923,8
4. Статистическое расхождение	-12 690,5
ВВП в рыночных ценах	?

$$\text{ВВП в рыночных ценах} = \text{стр. 1} + \text{стр. 2} + \text{стр. 3} + \text{стр. 4} = 2 048 256,2 + 438 049,1 + 210 923,8 + (-12 690,5) = 2 684 538,6 \text{ млн. руб.}$$

Статистическое расхождение составило:  $12 690,5 / 2 684 538,6 = 0,0047$ , или 0,5%, что считается допустимым уровнем расхождений. Значительное расхождение результатов, полученных производственным методом и методом конечного использования, обычно рассматривается как доказа-



тельство наличия теневой экономики, т. е. неучтенного производства товаров и услуг.

Структура ВВП по элементам конечного использования такова:

	(%)
1. Расходы на конечное потребление	76,3
2. Валовое накопление	16,3
3. Чистый экспорт товаров и услуг	7,9
4. Статистическое расхождение	-0,5
ВВП в рыночных ценах	100

Таким образом, более 3/4 (76,3%) созданного ВВП расходуется на конечное потребление секторами «государственные учреждения», «домашние хозяйства» и «некоммерческие организации, обслуживающие домашние хозяйства». На валовое накопление в виде валового накопления основного капитала, изменения запасов материальных оборотных средств и чистого приобретения ценностей ушло 16,3% ВВП. Превышение экспорта товаров и услуг над импортом составило 7,9% ВВП.

#### Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите институциональные сектора экономики, выделяемые в СНС.
2. Поясните основные различия между двумя системами макроэкономических расчетов — балансом народного хозяйства и Системой национальных счетов.
3. Поясните различия между тремя видами цен, выделяемых в СНС: рыночными ценами конечного потребителя; ценами производителя; основными ценами.
4. Сравните понятия «внутренняя экономика» и «национальная экономика», «резиденты» и «нерезиденты».
5. Поясните термины «промежуточное потребление» и «конечное потребление».
6. В чем состоит отличие между микроэкономическими, макроэкономическими показателями и показателями мезоуровня?
7. Перечислите основные макроэкономические показатели, рассчитываемые на базе СНС.
8. Поясните смысл понятий «валовая» и «чистая», применяемых в СНС (на примере прибыли, дохода, сбережений).
9. Как определяется валовая добавленная стоимость отдельной отрасли экономики и что представляет собой сумма ВДС всех отраслей?
10. Расскажите о трех методах определения ВВП.

## Приложение

### СТАТИСТИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ

1. Значение интеграла вероятностей  $F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-1}^{+1} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$

t	Сотые доли									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0000	0080	0160	0239	0319	0399	0478	0558	0638	0718
0,1	0797	0876	0955	1034	1114	1192	1271	1350	1428	1507
0,2	1585	1663	1741	1819	1897	1974	2051	2128	2205	2282
0,3	2358	2434	2510	2586	2661	2737	2812	2886	2961	3035
0,4	3108	3182	3255	3328	3401	3473	3545	3616	3688	3752
0,5	3829	3899	3969	4039	4108	4177	4245	4313	4381	4448
0,6	4515	4581	4647	4713	4778	4843	4909	4971	5035	5098
0,7	5161	5223	5285	5346	5407	5467	5527	5587	5646	5705
0,8	5763	5821	5878	5935	5991	6047	6102	6157	6211	6265
0,9	6319	6372	6424	6476	6528	6579	6626	6679	6729	6778
1,0	6817	6875	6923	6970	7017	7063	7109	7154	7199	7243
1,1	7287	7330	7373	7415	7457	7499	7540	7580	7620	7660
1,2	7699	7737	7775	7813	7850	7887	7923	7959	7995	8030
1,3	8064	8098	8132	8165	8198	8230	8262	8293	8324	8355
1,4	8385	8415	8444	8473	8501	8529	8557	8584	8611	8638
1,5	8664	8690	8715	8740	8764	8788	8812	8836	8859	8882
1,6	8904	8926	8948	8969	8990	9011	9031	9051	9070	9089
1,7	9108	9127	9146	9164	9182	9199	9216	9233	9249	9265
1,8	9281	9297	9312	9327	9342	9357	9371	9385	9399	9412
1,9	9425	9438	9451	9464	9476	9488	9500	9512	9523	9534
2,0	9545	9556	9566	9576	9586	9596	9608	9615	9625	9634
2,1	9643	9652	9660	9669	9676	9684	9692	9700	9707	9715
2,2	9722	9729	9736	9743	9749	9755	9762	9768	9774	9780
2,3	9785	9791	9797	9802	9807	9812	9817	9822	9827	9832
2,4	9836	9840	9845	9849	9853	9857	9861	9866	9869	9872
2,5	9876	9879	9883	9886	9889	9892	9895	9898	9901	9904
2,6	9907	9909	9912	9915	9917	9920	9924	9926	9927	9929
2,7	9931	9933	9935	9937	9939	9940	9942	9944	9946	9947
2,8	9949	9950	9952	9953	9955	9956	9958	9959	9960	9961
2,9	9963	9964	9965	9966	9967	9968	9969	9970	9971	9972
3,0	99730	99739	99747	99755	99763	99771	99779	99786	99793	99800
3,1	99807	99813	99819	99825	99831	99837	99842	99847	99853	99858
3,2	99863	99867	99872	99876	99880	99884	99888	99892	99896	99900
3,3	99903	3,6	99911	3,9	999904	4,4	9999892	5,0		99999943
3,4	99933	3,7	99937	4,0	999937	4,6	9999957	5,0		99999996
3,5	99953	3,8	99957	4,2	999973	4,8	9999984	6,0		999999998

2. Значение  $t$ -критерия Стьюдента при уровне значимости 0,10, 0,05, 0,01

Число степеней свободы $d. f.$	$P$			$d. f.$	$P$		
	0,10	0,05	0,01		0,10	0,05	0,01
1	6,3138	12,706	63,657	18	1,7341	2,1009	2,8784
2	2,9200	4,3027	9,9248	19	1,7291	2,0930	2,8609
3	2,3534	3,1825	5,8409	20	1,7247	2,0860	2,8453
4	2,1318	2,7764	4,6041	21	1,7207	2,0796	2,8314
5	2,0150	2,5706	4,0321	22	1,7171	2,0739	2,8188
6	1,9432	2,4469	3,7074	23	1,7139	2,0687	2,8073
7	1,8946	2,3646	3,4995	24	1,7109	2,0639	2,7969
8	1,8595	2,3060	3,3554	25	1,7081	2,0595	2,7874
9	1,8331	2,2622	3,2498	26	1,7056	2,0555	2,7787
10	1,8125	2,2281	3,1693	27	1,7033	2,0518	2,7707
11	1,7959	2,2010	3,1058	28	1,7011	2,0484	2,7633
12	1,7823	2,1788	3,0545	29	1,6991	2,0452	2,7564
13	1,7709	2,1604	3,0123	30	1,6973	2,0423	2,7500
14	1,7613	2,1448	2,9768	40	1,6839	2,0211	2,7045
15	1,7530	2,1315	2,9467	60	1,6707	2,0003	2,6603
16	1,7459	2,1199	2,9208	120	1,6577	1,9799	2,6174
17	1,7396	2,1098	2,8982	$\infty$	1,6449	1,9600	2,5758

3. Значение  $\chi^2$ -критерия Пирсона при уровне значимости 0,10, 0,05, 0,01

$d.f.$	0,10	0,05	0,01	$d.f.$	0,10	0,05	0,01
1	2,71	3,84	6,63	21	29,62	32,67	38,93
2	4,61	5,99	9,21	22	30,81	33,92	40,29
3	6,25	7,81	11,34	23	32,01	35,17	41,64
4	7,78	9,49	13,28	24	33,20	36,42	42,98
5	9,24	11,07	15,09	25	34,38	37,65	44,31
6	10,64	12,59	16,81	26	35,56	38,89	45,64
7	12,02	14,07	18,48	27	36,74	40,11	46,96
8	13,36	15,51	20,09	28	37,92	41,34	48,28
9	14,68	16,92	21,67	29	39,09	42,56	49,59
10	16,01	18,31	23,21	30	40,26	43,77	50,89
11	17,28	19,68	24,72	40	51,80	55,76	63,69
12	18,55	21,03	26,22	50	63,17	67,50	76,15
13	19,81	22,36	27,69	60	74,40	79,08	88,38
14	21,06	23,68	29,14	70	85,53	90,53	100,42
15	22,31	25,00	30,58	80	96,58	101,88	112,33
16	23,54	26,30	32,00	90	107,56	113,14	124,12
17	24,77	27,59	33,41	100	118,50	124,34	135,81
18	25,99	28,87	34,81				
19	27,20	30,14	36,19				
20	28,41	31,14	37,57				

4. Критические значения коэффициентов корреляции для уровней значимости 0,05, 0,01

<i>d.f.</i>	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	<i>d.f.</i>	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
1	0,996917	0,9998766	17	0,4555	0,5751
2	0,995000	0,990000	18	0,4438	0,5614
3	0,8783	0,95873	19	0,4329	0,5487
4	0,8114	0,91720	20	0,4227	0,5368
5	0,7545	0,8745	25	0,3809	0,4869
6	0,07067	0,8343	30	0,3494	0,4487
7	0,6664	0,7977	35	0,3246	0,4182
8	0,6319	0,7646	40	0,3044	0,3932
9	0,6021	0,7348	45	0,2875	0,3721
10	0,5760	0,7079	50	0,2732	0,3541
11	0,5529	0,6835	60	0,2500	0,3248
12	0,5324	0,6614	70	0,2919	0,3017
13	0,5139	0,6411	80	0,2172	0,2830
14	0,4973	0,6226	90	0,2050	0,2673
15	0,4821	0,6055	100	0,1946	0,2540
16	0,4683	0,5897			

Для простой корреляции *d.f.* на 2 меньше, чем число пар вариантов; в случае частной корреляции необходимо также вычесть число исключаемых переменных.

Рекомендуемая литература

1. Валентей С., Нестеров Л. Человеческий потенциал: новые измерители и новые ориентиры // Вопросы экономики. 1999. № 2. С. 90–102.
2. Елисеева И. И., Бутова Н. В. Реформирование Европейской системы национального счетоводства // Вопросы статистики. 1999. №11. С. 52–57.
3. Елисеева И. И., Юзбашев М. М. Общая теория статистики: Учебник для вузов / Под ред. И. И. Елисеевой. Изд. 4-е. М.: Финансы и статистика, 1999.
4. Иванов Ю., Масакова И. Система национальных счетов в российской статистике // Вопросы экономики. 2000. № 2. С.121–134.
5. Коробейников И. О. Интеграционный подход к технической инвентаризации и переоценке основных фондов // Экономика строительства. 2000. № 6. С. 47–53.
6. Курс социально-экономической статистики: учебник для вузов / Под ред. М. Г. Назарова. М.: Финстатинформ, ЮНИТИ-ДАНА, 2000.
7. Методологические положения по статистике. Вып.1. Госкомстат России. М., 1996.
8. Методологические положения по статистике. М.: Логос, 1996–1998.
9. Национальное богатство в условиях формирования рыночных отношений / Е. М. Бухвальд, В. К. Фальцман, Л. И. Нестеров и др. М.: Наука, 1994. С. 192.
10. Национальное счетоводство. МЭСИ: Учебник / Под ред. Г. Д. Кулагиной. М.: Финансы и статистика, 1997.
11. Национальное счетоводство: Учебник / Под ред. Г. Д. Кулагиной. М.: Финансы и статистика, 1997.
12. Национальные счета России в 1992–1999 гг.: Статистический сборник. М.: Госкомстат России, 2000.
13. Нестеров Л. И. Новые веяния в статистике национального богатства // Вопросы статистики. 2000. № 10. С. 20–23.
14. Русакова Е. А. Учет основных средств / Под ред. А. С. Бакаева. М.: изд-во «Бухгалтерский учет», 1998. С. 160.
15. Рябушкин Б. Т. Национальные счета и экономические балансы: Практикум. М.: Финансы и статистика, 1999.
16. Салин В. Н., Медведев В. Г., Кудряшова С. И., Шпаковская Е. П. Макроэкономическая статистика: Учеб. пособие. М.: Дело, 2000.
17. Салин В. Н., Шпаков Е. П. Социально-экономическая статистика: Учебник для вузов. М.: Гарданика Юрист, 2000.
18. Система национальных счетов – инструмент макроэкономического анализа: Учебное пособие / Ю. Н. Иванов, Л. А. Карасева, С. Е. Казаринова и др.; Под ред. Ю. Н. Иванова. М.: Финстатинформ, 1996.
19. Социальная статистика. Учебник для вузов / Под ред. И. И. Елисеевой. Изд. 3-е. М.: Финансы и статистика, 2001.
20. Суринов Е. А. Доходы населения. М.: Финансы и статистика, 2001.
21. Щиряна А. Н. Макроэкономические расчеты (баланс народного хозяйства и Система национальных счетов): Учебное пособие. СПб.: изд-во СПбУЭФ, 1994.



## Содержание

Введение . . . . .	3
<b>Раздел I. Общая теория статистики</b>	
<b>Глава 1.</b> Понятие о статистике. Предмет и метод статистики как науки. . . . .	5
1.1. Понятие статистики. . . . .	5
1.2. Предмет и метод статистики . . . . .	7
<b>Глава 2.</b> Статистическое наблюдение . . . . .	11
2.1. Организация государственной статистики в Российской Федерации и международной статистики. . . . .	11
2.2. Требования, предъявляемые к собираемым данным. Формы организации и виды статистического наблюдения . . . . .	13
2.3. Подготовка статистического наблюдения . . . . .	17
2.4. Унифицированная статистическая отчетность . . . . .	20
2.5. Показатели унифицированных форм статистической отчетности . . . . .	25
<b>Глава 3.</b> Обобщение статистических данных . . . . .	32
3.1. Группировки и системы статистических показателей . . . . .	32
3.2. Статистический анализ структуры . . . . .	34
3.3. Статистические таблицы и графики . . . . .	37
<b>Глава 4.</b> Средние величины. . . . .	43
4.1. Понятие средней величины. Значение средних . . . . .	43
4.2. Виды и формы средних . . . . .	44
<b>Глава 5.</b> Изучение вариации . . . . .	50
5.1. Понятие о вариации и задачи ее изучения . . . . .	50
5.2. Графическое изображение вариационного ряда . . . . .	51
5.3. Показатели центра распределения и структурные характеристики вариационного ряда . . . . .	53
5.4. Показатели размера и интенсивности вариации . . . . .	58
5.5. Оценка вариационного ряда на асимметрию и эксцесс . . . . .	61
<b>Глава 6.</b> Выборочное наблюдение . . . . .	66
6.1. Понятие выборочного наблюдения. Задачи, решаемые на основе выборочного метода . . . . .	66
6.2. Пример использования выборочного наблюдения: статистическое наблюдение за малыми предприятиями. . . . .	72
<b>Глава 7.</b> Статистический анализ связей . . . . .	77
7.1. Понятие о статистической и корреляционной связи . . . . .	77
7.2. Парная корреляция . . . . .	78
7.3. Уравнение парной регрессии . . . . .	82
7.4. Частная и множественная корреляция . . . . .	88
7.5. Уравнение множественной регрессии . . . . .	92
7.6. Использование регрессий в социально-экономических исследованиях . . . . .	98
7.7. Измерение связей нечисловых переменных . . . . .	101

<b>Глава 8.</b> Статистические методы прогнозирования экономических показателей . . . . .	108
8.1. Ряды динамики как основной источник прогнозирования в экономике . . . . .	108
8.2. Аналитические показатели динамики . . . . .	114
8.3. Средние по рядам динамики . . . . .	119
8.4. Общая характеристика методов прогнозирования . . . . .	124
8.5. Упрощенные приемы прогнозирования . . . . .	127
8.5.1. Прогнозирование на основе стационарного ряда . . . . .	127
8.5.2. Прогнозирование на основе средних показателей динамики . . . . .	131
8.6. Прогнозирование на основе экстраполяции тренда . . . . .	134
8.6.1. Аналитическое выравнивание и кривые роста . . . . .	134
8.6.2. Оценивание параметров при подборе уравнений трендов. . . . .	146
8.6.3. Выбор наилучшего уравнения тренда при прогнозировании . . . . .	168
8.6.4. Доверительные интервалы прогноза по уравнению тренда . . . . .	170
8.6.5. Автокорреляционная функция и идентификация трендов. . . . .	174
8.7. Выделение тренда с помощью скользящих и экспоненциальных средних . . . . .	178
8.7.1. Сглаживание временных рядов методом скользящей средней . . . . .	178
8.7.2. Экспоненциальное сглаживание . . . . .	183
8.7.3. Вычисление прогноза по методу экспоненциальных средних. . . . .	185
8.7.4. Адаптивное прогнозирование по полиномиальным моделям . . . . .	186
8.8. Ряд Фурье и его использование в прогнозировании . . . . .	189
8.9. Прогнозирование при наличии сезонной компоненты . . . . .	198
8.10. Прогнозирование на основе системы рядов динамики . . . . .	208
<b>Глава 9.</b> Индексы . . . . .	217
9.1. Понятие индекса. Виды индексов. Агрегатные индексы . . . . .	217
9.2. Индексы средние из индивидуальных. . . . .	220
9.3. Индексный анализ изменения взвешенной средней: индексы переменного и постоянного состава, индекс структуры . . . . .	225
<b>Раздел II. Социально-экономическая статистика</b>	
<b>Глава 10.</b> Статистика национального богатства. . . . .	231
10.1. Понятие национального богатства . . . . .	231
10.2. Оценка элементов национального богатства . . . . .	237
10.3. Связь элементов национального богатства с показателями СНС. . . . .	238
10.4. Совершенствование статистики национального богатства . . . . .	242
10.5. Статистика основных фондов. . . . .	244
10.6. Оценка основных фондов. . . . .	246
10.7. Переоценка основных фондов . . . . .	247
10.8. Амортизация основных фондов . . . . .	249
10.9. Балансы основных фондов . . . . .	251
10.10. Показатели движения, состояния и использования основных фондов. . . . .	254
<b>Глава 11.</b> Статистика инвестиций . . . . .	264
11.1. Экономическая сущность инвестиций . . . . .	264
11.2. Группировка инвестиций . . . . .	266
11.3. Доходность инвестиций . . . . .	268
11.4. Источники статистической информации об инвестициях . . . . .	271



<b>Глава 12.</b> Статистика населения . . . . .	273
12.1. Задачи и источники данных статистики населения . . . . .	273
12.2. Изучение численности и состава населения . . . . .	276
12.3. Анализ демографических процессов и их прогноз. . . . .	279
<b>Глава 13.</b> Статистика труда . . . . .	289
13.1. Задачи и источники данных статистики труда . . . . .	289
13.2. Статистика экономически активного населения, занятости и безработицы . . . . .	293
13.3. Статистика рабочей силы предприятия . . . . .	310
13.3.1. Численность и состав персонала предприятия . . . . .	310
13.3.2. Показатели движения персонала предприятия . . . . .	314
13.3.3. Состав и использование рабочего времени . . . . .	317
13.3.4. Статистика производительности труда . . . . .	324
13.3.5. Статистика оплаты труда . . . . .	337
13.6. Статистика трудовых конфликтов . . . . .	350
<b>Глава 14.</b> Статистика доходов и расходов населения . . . . .	357
14.1. Статистика структуры и уровня доходов населения . . . . .	357
14.2. Статистика расходов населения. . . . .	360
14.3. Измерение неравенства населения . . . . .	363
<b>Глава 15.</b> Статистика цен . . . . .	369
15.1. Сущность цены в условиях рыночной экономики и задачи статистики . . . . .	369
15.2. Статистическое наблюдение за ценами . . . . .	371
15.3. Система показателей статистики цен . . . . .	372
15.4. Индексы цен в социально-экономическом анализе. . . . .	377
15.5. Индекс потребительских цен . . . . .	384
15.6. Система индексов цен производителей . . . . .	388
<b>Глава 16.</b> Статистическое изучение инфляции . . . . .	400
16.1. Сущность инфляции и инфляционных процессов . . . . .	400
16.2. Система статистических показателей инфляции . . . . .	406
<b>Глава 17.</b> Макроэкономические показатели и Система национальных счетов . . . . .	414
17.1. СНС — инструмент наблюдения за рыночной экономикой . . . . .	415
17.2. Методологические основы СНС России. . . . .	417
17.3. СНС России как система макроэкономических показателей . . . . .	423
17.4. Методы определения валового внутреннего продукта . . . . .	431
<b>Приложение</b> . . . . .	437
<b>Рекомендуемая литература</b> . . . . .	441