

Т. В. КАСАЕВА

СТАТИСТИКА

Курс лекций

Витебский государственный технологический университет

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

СТАТИСТИКА

**Курс лекций
для студентов специальности 1-26 02 02
«Менеджмент»**

Витебск
2010

УДК 31:658
ББК 60.6
К 28

Рецензенты :

Т. А. Сысоева – начальник отдела статистики г. Витебска
Главного статистического управления Витебской области

Н. И. Каргашева – доцент кафедры экономики и менеджмента
ВФ УО ФПБ «МИТСО»

Рекомендовано в качестве пособия редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ», протокол № 1 от 04.03.2010.

К 28 Касаева, Т. В.

Статистика : курс лекций / Т. В. Касаева. – Витебск : УО
«ВГТУ», 2010. – 321 с.

ISBN 978-985-481-209-0

Курс лекций содержит методологию исчисления и методы
статистического анализа показателей, используемых в оценке
деятельности промышленных предприятий.

Курс лекций раскрывает все основные темы дисциплины в
соответствии с учебной программой курса «Статистика».

Рекомендуется для студентов специальности «Менеджмент» всех
форм обучения.

УДК 31:658
ББК 60.6

ISBN 978-985-481-209-0

© Касаева Т.В., 2010
© УО «ВГТУ», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Предмет и метод статистики	8
1.1 История развития статистики как науки. Предмет статистики и её теоретические основы	8
1.2 Основные понятия статистики	12
1.3 Статистическая методология	15
2 Статистическое наблюдение	17
2.1 Понятие статистического наблюдения и его основные задачи	17
2.2 Формы, виды и способы статистического наблюдения	18
2.3 План статистического наблюдения	21
2.3.1 Программно-методологические вопросы плана статистического наблюдения	21
2.3.2 Организационные вопросы плана статистического наблюдения	23
2.4 Ошибки статистического наблюдения и методы контроля его результатов	24
3 Сводка и группировка статистических данных	26
3.1 Понятие статистической сводки, ее содержание	26
3.2 Понятие и задачи группировок. Виды статистических группировок	27
3.3 Выбор группировочных признаков. Построение статистических группировок	31
3.4 Метод вторичной группировки	35
3.5 Статистические ряды распределения, их графическое изображение	38
4 Система статистических показателей	44
4.1 Понятие статистического показателя. Классификация статистических показателей	44
4.2 Абсолютные величины: их виды, способы получения и единицы измерения	46
4.3 Относительные величины: их виды и формы (способы) выражения	47
5 Средние величины	51
5.1 Средняя величина, её сущность и значение. Условия типичности средних величин	51
5.2 Основные виды средних величин и техника их расчета по различным рядам распределения. Мажорантность средних величин	52
5.3 Свойства средней арифметической величины и их практическое использование	59
5.4 Мода и медиана, способы их вычисления и сфера применения	62

6 Статистическое изучение вариации	68
6.1 Понятие вариации и необходимость её статистического изучения	68
6.2 Показатели вариации	70
6.2.1 Абсолютные показатели вариации	70
6.2.2 Относительные показатели вариации	73
6.3 Дисперсия, её виды и свойства	74
7 Выборочное наблюдение	78
7.1 Понятие выборочного наблюдения	78
7.2 Обобщающие характеристики генеральной и выборочной совокупности	80
7.3 Виды, способы и методы отбора единиц из генеральной в выборочную совокупность	82
7.4 Ошибки выборочного наблюдения	86
7.5 Определение численности выборки	91
7.6 Малая выборка и сфера ее применения	92
8 Статистическое изучение динамики социально-экономических явлений	94
8.1 Ряды динамики, их виды и правила построения	94
8.2 Аналитические показатели ряда динамики	97
8.3 Средние показатели ряда динамики	101
8.4 Статистические методы выявления основной тенденции в развитии явлений	104
8.4.1 Метод укрупнения интервалов	105
8.4.2 Метод скользящей средней	106
8.4.3 Метод приведения рядов динамики к единому основанию	107
8.4.4 Метод аналитического выравнивания рядов динамики	108
8.5 Сезонные колебания в рядах динамики и методы измерения	113
8.6 Экстраполяция и интерполяция в рядах динамики	115
9 Индексный метод в статистических исследованиях	118
9.1 Понятие индекса. Классификация индексов	118
9.2 Агрегатные индексы. Построение взаимосвязанных агрегатных индексов	122
9.3 Средние индексы (средние арифметические и средние гармонические индексы)	126
9.4 Индексы с постоянной и переменной базой сравнения, с постоянными и переменными весами	130
9.5 Индексный метод анализа динамики среднего уровня (индексы переменного состава, постоянного состава, структурных сдвигов)	133
9.6 Методология построения многофакторных индексов	137
9.7 Территориальные индексы и принципы их построения	139

10 Статистическое изучение связи социально-экономических явлений	142
10.1 Виды и формы взаимосвязей между явлениями	142
10.2 Статистические методы изучения взаимосвязей	145
10.2.1 Метод сравнения параллельных рядов	145
10.2.2 Метод аналитических группировок	148
10.2.3 Графический метод	149
10.2.4 Балансовый метод	150
10.3 Дисперсионный анализ	151
10.4 Корреляционно-регрессионный анализ	152
10.5 Непараметрические методы оценки тесноты связи	159
10.6 Понятие о множественной корреляции	162
11 Статистическое наблюдение предприятий	164
11.1 Промышленное предприятие и промышленность как объект изучения статистики	164
11.2 Классификация предприятий по формам собственности и организационно-правовым формам	168
11.3 Предмет и метод статистики промышленности	172
11.4 Изучение структурных изменений в промышленности Республики Беларусь	174
12 Статистика производства и реализации продукции	180
12.1 Понятие продукции промышленности и ее классификация по степени готовности	180
12.2 Показатели объема промышленной продукции	181
12.3 Оценка объема промышленной продукции	187
12.4 Статистическое изучение выполнения плана по ассортименту	189
12.5 Статистическое изучение ритмичности выпуска продукции	191
12.6 Статистика качества продукции	193
13 Статистика персонала предприятия	196
13.1 Статистическое изучение состава и численности работников	196
13.2 Статистическое изучение движения рабочей силы	200
13.3 Показатели использования рабочего времени	202
14 Статистика производительности труда	209
14.1 Показатели и методы измерения производительности труда	209
14.2 Изучение динамики производительности труда	212
14.3 Многофакторные модели производительности труда	216
14.4 Статистическое изучение выполнения норм выработки	217
15 Статистика оплаты труда	220
15.1 Состав фонда заработной платы	220
15.2 Определение средней заработной платы	227
15.3 Статистический анализ динамики средней заработной платы	231

15.4 Анализ соотношения динамики производительности труда и средней заработной платы	233
16 Статистика основных средств	235
16.1 Показатели наличия и структуры основных средств. Виды оценки основных средств	235
16.2 Показатели состояния и динамики основных средств	239
16.3 Показатели использования основных средств	244
16.4 Статистический анализ динамики использования основных средств	247
17 Статистика оборудования	253
17.1 Статистика энергетического оборудования	253
17.2 Статистика производственного оборудования	255
17.2.1 Классификация производственного оборудования	256
17.2.2 Категории численности производственного оборудования	257
17.2.3 Показатели использования производственного оборудования	260
18 Статистика материальных ресурсов	263
18.1 Статистическое изучение обеспеченности материальными ресурсами	263
18.2 Статистический анализ динамики удельных расходов	265
18.3 Статистическое изучение объема прямых материальных затрат и материалоемкости продукции	269
18.4 Материальные балансы	273
19 Статистика науки и инноваций	276
19.1 Показатели инновационной деятельности	276
19.2 Показатели обновления промышленной продукции	277
19.3 Статистическая оценка концентрации (монополизации и демополизации) производства	280
20 Статистика себестоимости промышленной продукции (работ, услуг)	285
20.1 Состав и структура себестоимости промышленной продукции (работ, услуг)	285
20.2 Статистическое изучение себестоимости сравнимой продукции	291
20.3 Изучение динамики затрат на рубль продукции	295
21 Статистика финансовых результатов	299
21.1 Показатели прибыли	299
21.2 Статистическое изучение динамики прибыли от реализации продукции, работ, услуг	300
21.3 Показатели рентабельности и их статистическое изучение	305
21.4 Статистика финансового положения предприятий	307
22 Статистика эффективности промышленных предприятий	316
Литература	319

ВВЕДЕНИЕ

Принципиально новые направления развития народного хозяйства страны в целом и промышленных предприятий в частности требуют совершенствования методологии исчисления статистических показателей, разработки и применения новых показателей для оценки ранее не отражаемых в статистике процессов, как, например, показателей инноваций, показателей финансового состояния и других.

В процессе изучения курса «Статистика» перед студентами ставится задача изучения системы статистических показателей промышленных предприятий и формирования практических навыков в области их применения.

Данное учебное пособие призвано оказать помощь изучающим дисциплину «Статистика» в усвоении методологии исчисления важнейших статистических показателей, статистических приемов и методов их анализа и выявления взаимосвязей, тенденций и закономерностей в развитии промышленных предприятий.

Содержание учебного пособия соответствует типовой программе курса «Статистика» для студентов, обучающихся по специальности 1-26 02 02 «Менеджмент».

Для лучшего усвоения курса в учебном пособии приведены примеры расчета основных показателей и их анализа. В примерах использованы условные данные.

1 ПРЕДМЕТ И МЕТОД СТАТИСТИКИ

1. История развития статистики как науки. Предмет статистики и её теоретические основы.
2. Основные понятия статистики.
3. Статистическая методология.

1.1 История развития статистики как науки. Предмет статистики и её теоретические основы

«Статистика» – термин, происхождение которого связывают с латинскими «Status» – состояние, положение вещей (позже политическое состояние); «Stato» – государство. Дальнейшее развитие этих терминов: «statista» – люди, которые занимались государственной деятельностью и «statistica» – термин, который применил немецкий ученый Готфрид Ахенваль в 1746 году вместо названия преподаваемого им курса «Государствование».

В настоящее время термин «статистика» многозначен:

- во-первых, под статистикой понимают совокупность сведений, фактов о явлениях и процессах в жизни общества (например, статистика рождаемости, статистика уровня жизни, статистика численности студентов и т.п.). Эти данные публикуются в специальных сборниках;

- во-вторых, статистика – это практическая деятельность людей по сбору, обработке и анализу массовых данных, относящихся к определенным сферам общественной жизни. (В этом смысле речь идет об органах государственной и ведомственной статистики. Государственная статистика – Национальный статистический комитет и территориальные органы. Ведомственная – статистические отделы на предприятиях, в концернах, министерствах и т.д.);

- в-третьих, в математической науке (в математической статистике) термин статистика употребляется как параметр ряда случайных величин, получаемых по определенному алгоритму из результатов индивидуальных наблюдений (например, средняя арифметическая величина, мода и т.д. либо статистические критерии: t-критерий, F-критерий и т.д.);

- наконец, в-четвертых, под статистикой понимают науку, изучающую количественную сторону массовых общественных явлений и их закономерностей. (Это особая отрасль общественных наук, которая разрабатывает теоретические положения, методы, используемые затем в статистической практике).

Статистика возникла в глубокой древности, исходя из практических потребностей людей. Первые статистические операции относят к Древнему Риму, Древнему Китаю. Они носили простой, порой примитивный характер.

Например, переписи в Древнем Риме (еще в 5 веке до н.э.). В назначенный день свободные граждане Рима должны были явиться на Марсово поле и сообщить требуемые сведения о себе и своих доходах, необходимые для реализации налоговой политики государства.

В Германии инвентарии Карла Великого, которые состояли из описи королевских имений.

В России при Дмитрии Донском были проведены 2 переписи населения способного носить оружие, и т.д.

Развитие статистики как науки шло одновременно по 2-м направлениям. Первое направление – «государствоведение» (описательная школа статистики) появилось в Германии в 17 веке. Его основные представители:

- Герман Конринг (1606-1681) – ввел преподавание дисциплины «Государствоведение в университетах (в 1666г.)

- Готфрид Ахенваль (1719-1772) – ввел термин «Статистика» (в 1746г.)

- российские ученые Кирилов Иван Кириллович, Татищев Василий Никитич, Ломоносов Михаил Васильевич, Герман Карл Федорович и др.

Представители «государствоведения» считали своей основной задачей описание государства, его достопримечательностей: территории, населения, климата, политического устройства, благосостояния граждан, вероисповедания и т.п. (изобретали системы описания государства).

Второе направление – «политическая арифметика» – развивалось одновременно с первым в Англии. Его основателем был Уильям Петти (1623-1687) – известный политэконом. Его работа «Политическая арифметика» была написана в 1671-1676 г.г., но опубликована уже после его смерти. У.Петти интересовался закономерностями общественной и экономической жизни. Он первым попытался оценить национальное богатство и национальный доход страны. Джон Граунт (1620-1674) – друг и соратник У.Петти. Занимался вопросами демографии, первым составил таблицу смертности и рассчитал кривую дожития.

Основная заслуга политических арифметиков:

- использование массовых данных для установления закономерностей;

- использование группировок, средних и относительных величин;

- исследование взаимосвязи явлений и т.д.

Государствоведение и политическая арифметика не дошли до создания теории статистики. Однако в результате их синтеза родилась статистика как наука. Большинство исследователей считают, что от политической арифметики она взяла больше, так как и современная

статистика призвана выявлять закономерности в исследуемых явлениях и процессах.

Несмотря на то, что государствоведение и политическая арифметика развивались каждая своим путем, предмет исследования у них был общий – общество (государство), а также происходящие в нем массовые явления и процессы.

Первым создателем теории статистики считался известный бельгийский ученый, математик по образованию Адольф Кетле (1796-1874), который много лет возглавлял национальную статистику Бельгии. Он первым дал определение ее как орудия социального познания.

Современная трактовка предмета статистики следует из определения статистики: «Статистика» – общественная наука, изучающая количественную сторону качественно определенных массовых социально-экономических явлений и закономерностей их развития в конкретных условиях места и времени.

Т.е. предмет статистики – количественная сторона качественно определенных массовых социально-экономических явлений и закономерностей их развития в конкретных условиях места и времени. Это определение позволяет выделить следующие основные черты предмета статистики:

а) статистика изучает *массовые* общественные явления (численность населения, объем промышленной продукции), т.е. явления, состоящие из множества фактов, обладающих различными признаками;

б) статистика изучает *общественные* социальные и экономические явления и дает количественное, цифровое освещение общественных явлений;

в) статистика изучает *количественную сторону* общественных явлений в *неразрывной связи с их качественной стороной* (наблюдает процесс перехода количественных изменений в качественные);

г) статистика изучает *количественную сторону* общественных явлений *в конкретных условиях места и времени* (численность населения по областям РБ в 2009 году; динамика занятости населения по секторам национальной экономики и т.д.), т.е. характеризует явления и процессы в конкретных пространственных и временных границах;

д) статистика изучает количественные связи между общественными явлениями с *помощью специальной методологии* (методов сбора, обработки и анализа данных), которые, в свою очередь, широко используются в гуманитарных и естественных науках.

Статистика считается многоотраслевой наукой, т.е. включает в себя систему научных дисциплин:

- теория статистики;
- экономическая статистика (национальная экономика в целом);

- отраслевые статистики (промышленности, сельского хозяйства, транспорта т.д.);

- социальная статистика и её отрасли (статистика населения, образования, здравоохранения и т.д.).

Теория статистики разрабатывает общие методы исследования общественных явлений и категорийный аппарат. Теория статистики – *методологическая основа* всех отраслевых статистик.

Теоретической основой статистики как науки являются основные положения общественных наук, т.е. социально-экономической теории. Они рассматривают законы развития социальных и экономических явлений, выясняют их природу, значение, формулируют категории и понятия.



Рисунок 1.1 – Взаимосвязь экономической теории и статистики

Т.е. статистика, опираясь на знание положений экономической теории, анализирует формы проявления законов, оценивает размеры явлений, разрабатывает методы их изучения.

Экономическая теория, опираясь на факты, представленные статистикой, формулирует закономерности, складывающиеся в развитии общества.

1.2 Основные понятия статистики

Статистика как самостоятельная наука выработала свой категорийный аппарат. К числу основных понятий статистики относят следующие:

1. Главная категория.

Статистическая совокупность – это массовое явление в виде множества однокачественных единиц с отличающимися индивидуальными признаками.

Другими словами, статистическая совокупность – это совокупность социально-экономических объектов или явлений общественной жизни, объединенных качественной основой, но отличающихся друг от друга отдельными признаками (совокупность предприятий швейной промышленности РБ, совокупность предприятий Витебской области и т.д.)

Статистические совокупности могут быть:

- однородные;
- неоднородные.

Однородные – если один или несколько признаков являются общими для всех единиц (например, студенты УО «ВГТУ» или студенты экономических специальностей УО «ВГТУ»).

Неоднородные (разнородные) – если входят явления разного типа.

Но при этом необходимо учитывать, что совокупность однородная в одном отношении может быть разнородна в другом. Например, студенты УО «ВГТУ» по направлениям подготовки могут быть разделены на:

- экономические специальности;
- художественные специальности;
- технологические специальности;
- механические специальности.

Поэтому однородность совокупности устанавливается в каждом отдельном случае в результате качественного анализа.

2. Единица совокупности – первичный элемент статистической совокупности (при переписи населения – человек, при изучении успеваемости – студент). Она является носителем признака, подлежащего регистрации (т.е. изучению).

3. Признак – это качественная особенность единицы совокупности. Другими словами, признак – это характерное свойство изучаемого явления.

По *характеру отображения* этих свойств признаки могут быть:

- количественные;
- атрибутивные.

Количественные – выражаются числовыми характеристиками (возраст, средний балл успеваемости, объем выпускаемой продукции).

Атрибутивные (качественные) – не имеют количественного выражения, но отличаются смысловыми, содержательными понятиями (вид продукции, пол, профессия и т.д.).

Частный случай атрибутивного признака – альтернативный.
Альтернативный признак позволяет разделить исследуемую совокупность на 2 части с противоположными характеристиками:

- а) пол – мужчины и женщины;
- б) продукция – годная и брак;
- в) студенты – имеющие неудовлетворительные оценки и не имеющие неудовлетворительные оценки.

В свою очередь, количественные признаки подразделяются на прерывные и непрерывные.

Прерывные (дискретные) могут выражаться только определёнными значениями без промежуточных между ними (в большинстве случаев целыми числами), например, год рождения, курс университета и т.д.

Непрерывные могут принимать любые значения в определённых границах (средний балл успеваемости в группе, процент выполнения норм выработки и т.д.).

Существуют и другие признаки классификации количественных признаков:

- **по способу измерения (получения):**

первичные – могут быть измерены, взвешены и т.д. (оценка на экзамене у студента);

вторичные (расчётные) – могут быть рассчитаны, но не могут быть измерены, взвешены и т.д. (средний балл группы).

- **по характеристики времени** они могут быть:

моментные, характеризующие единицу совокупности на определённый момент времени (в экономике – на дату). Например,

- численность работников на 01.01.2009;

- остатки готовой продукции на складе на 01.09.2009.

интервальные, характеризующие единицу совокупности (явление, процесс) за определённый период времени. Например,

- выпуск продукции за месяц;

- товарооборот за день и т.д.

- **по содержанию (по сущности):**

существенные (например, объём продукции, стоимость основных средств, численность работников);

второстепенные (адрес, название предприятия и т.д.).

Таким образом, классификация признаков может быть представлена в виде следующей схемы (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2. – Классификация признаков

Особенностью статистических исследований является тот факт, что изучаются только варьирующиеся признаки, то есть признаки, имеющие различные значения у отдельных единиц совокупности. (Лишено смысла исследование по определению стоимости трамвайного билета в городе Витебске).

4. Вариация – это изменение (колеблемость) признака при переходе от единой единицы наблюдения к другой.

5. Статистический показатель – это количественная характеристика (размер) соотношения признаков общественных явлений.

Статистические показатели могут быть (в зависимости от целевой функции):

- *учётно-оценочные (объёмные)*, которые характеризуют размеры изучаемых явлений (стоимость основных средств, численность населения и т.п.). Они, например, могут характеризовать:

- а) уровень распространения в пространстве;
- б) уровни развития, достигнутые на определённый момент и т.д.

- *аналитические (расчётные)*, которые характеризуют особенности развития данного явления. Это могут быть:

- относительные величины;
- средние величины;

- показатели вариации;
- показатели динамики;
- показатели тесноты связи и др.

Иногда отмечают, что статистические показатели (объёмные) могут быть:

- плановые;
- отчётные;
- прогнозные (прогностические).

Основная задача статистики: определение содержания показателя и методологии его расчёта.

6. Система статистических показателей – это совокупность статистических показателей, отражающая взаимосвязи, которые объективно существуют между явлениями.

Система статистических показателей охватывает все стороны жизни общества. Например:

- показатели СНС;
- показатели малого предприятия и т.д.

7. Статистическая закономерность – это закономерность, выявленная на основе массового наблюдения, то есть проявившаяся в большой массе явлений.

Исследуя массу явлений (путём изучения отдельных единиц совокупности и регистрации интересующих исследователя признаков) можно выявить и измерить закономерность (повышение среднего балла при поступлении и повышение успеваемости студентов), а иногда её можно установить эмпирически (повышение дохода семьи и, как следствие, снижение доли расходов на питание).

1.3 Статистическая методология

Статистика как наука использует общенаучные приёмы и методы (синтез, анализ, сравнение и т.д.).

Статистика как наука общественная опирается на диалектический метод познания, согласно которому:

- а) все явления рассматриваются в развитии;
- б) все явления рассматриваются во взаимной связи и причинной обусловленности.

При этом статистика использует такие категории диалектики, как:

- количество и качество;
- необходимость и случайность;
- единичное и массовое;
- индивидуальное и общее
- и т.д.

Статистика как наука самостоятельная сформировала свою *статистическую методологию*.

Любое статистическое исследование состоит из 3-х этапов (стадий):

- 1) статистическое наблюдение;
- 2) статистическая сводка и обработка первичной информации;
- 3) обобщение и анализ (интерпретация) статистической информации.

На каждом из этих этапов (стадий) статистика использует свои специфические приёмы и методы:

на 1-й стадии – метод массового статистического наблюдения;

на 2-й стадии – метод сводки;

методы группировок;

графический метод;

табличный метод.

на 3-й стадии – метод средних величин;

методы оценки вариации;

индексный метод;

методы изучения взаимосвязей, оценки тесноты связей и т.д.

Вся совокупность этих приёмов и методов и образует статистическую методологию.

Так как выводы статистики основаны на большом числе единичных (случайных) явлений, она неизбежно связана с теорией вероятности, с математической статистикой.

Так, например, статистические закономерности обнаруживаются благодаря действию закона больших чисел: при большом количестве наблюдений влияние случайных факторов на значение признака и единиц совокупности взаимопогашается в сводных показателях (например, средних) и выступает действие основных факторов, которые и определяют закономерность.

В исследовании динамики и взаимосвязей в статистике широко используется метод наименьших квадратов и т.д.

2 СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

1. Понятие статистического наблюдения и его основные задачи.
2. Формы, виды и способы статистического наблюдения.
3. План статистического наблюдения.
 - 3.1. Программно-методологические вопросы плана статистического наблюдения.
 - 3.2. Организационные вопросы плана статистического наблюдения.
4. Ошибки статистического наблюдения и методы контроля его результатов.

2.1 Понятие статистического наблюдения и его основные задачи

Статистическое исследование проводится в три этапа:

I – статистическое наблюдение;

II – сводка и группировка;

III – обобщение и анализ.

Назначением первого этапа является сбор статистической информации. Вместе с тем, не всякое собирание сведений может быть названо статистическим наблюдением.

Пример 1. Покупатель на рынке узнаёт цену на нужный ему товар у многих продавцов. Это не статистическое наблюдение.

Пример 2. Статистики (или экономисты) в течение определённого времени по определённым правилам регистрируют цены на мясные и молочные продукты на рынках города Витебска. Это статистическое наблюдение.

Следовательно:

Статистическое наблюдение – это планомерный, научно организованный сбор данных о явлениях и процессах общественной жизни путём регистрации характеризующих их признаков.

Это определение включает две основные характеристики статистического наблюдения:

1) планомерность – это означает, что статистическое наблюдение заранее подготавливается и проводится по специально разработанному плану;

2) массовость статистического наблюдения, которая означает:

а) оно охватывает возможно большее число случаев данного явления;

б) в результате наблюдения мы хотим получить характеристики не единицы совокупности, а всей своей совокупности в целом;

Очень часто эти характеристики дополняются.

3) систематичность, которая означает, что статистическое наблюдение проводится не от случая к случаю, а либо непрерывно, либо регулярно (через равные промежутки времени).

То есть, статистическое наблюдение – планомерный, систематический, базирующийся на научной основе сбор данных о явлениях и процессах общественной жизни посредством регистрации их наиболее важных признаков в соответствии с программой наблюдения.

Основными задачами статистического наблюдения являются:

- 1) получение достоверной исходной информации;
- 2) обеспечение полноты и сопоставимости данных;
- 3) получение информации в возможно короткие сроки, то есть своевременность.

2.2 Формы, виды и способы статистического наблюдения

Статистическое наблюдение осуществляется в двух формах:

- путём предоставления отчётности;
- путём проведения специально организованных статистических обследований.

Статистическая отчётность – это основная форма статистического наблюдения. Она представляет собой совокупность статистических показателей, которые предоставляются всеми предприятиями, организациями, учреждениями в органы государственной статистики (и в свои вышестоящие организации) в строго определённые сроки и по строго установленным формам. Формы статистической отчётности разрабатываются и утверждаются Национальный комитет по статистике РБ.

Специально организованное статистическое обследование – как правило, применяется для тех объектов, которые не охвачены статистической отчётностью. Такие обследования проводятся специалистами (счётчиками), например, в виде:

- переписи;
- единовременного учёта;
- тематического статистического обследования.

Перепись – специально организованное статистическое обследование, характеризующее массовое явление или процесс на определённый момент (период) времени. Например, перепись населения, перепись учреждений и т.д.

Проведению переписей предшествует большая подготовительная работа: составление списков, разбивка административных районов на переписные участки, подготовка кадров и т.д.

Единовременный учёт – изучение численности и размещения изучаемого объекта (или его частей) по определённой территории на определённый момент (период) времени. Например, учёт

установленного (работающего) оборудования, учёт численности студентов по факультетам.

Тематическое статистическое обследование, как правило, несёт выборочный характер и решает текущие задачи. Например, изучение семейных бюджетов.

Одним из основных вопросов организации статистического наблюдения является выбор вида наблюдения. Существует классификация видов статистического наблюдения по двум основным признакам:

1. По полноте охвата единиц совокупности статистическое наблюдение может быть:

- сплошное;
- несплошное.

Сплошное статистическое наблюдение имеет своей задачей обеспечение полного учёта единиц всей генеральной совокупности. Например, объём промышленной продукции по РБ получается с помощью учёта произведенной продукции по всем предприятиям РБ.

Несплошное статистическое наблюдение предполагает регистрацию части единиц генеральной совокупности и подразделяется на:

- монографическое описание;
- способ основного массива;
- выборочное наблюдение.

Монографическое описание (монографическое наблюдение) используется для подробного изучения единичных типичных объектов (или небольшого числа этих объектов). Основное правило – типичность исследуемого объекта, например:

- описание всех сторон деятельности успешного предприятия с указанием причин, средств успеха;
- описание налоговых платежей предприятия и установление причин задолженности.

Способ основного массива предполагает отбор наиболее крупных единиц наблюдения, в которых сосредоточена основная часть всех исследуемых фактов. Например:

- обследуются только 15 % предприятий отрасли, которые производят 95 % продукции отрасли;
- обследуются 5-6 крупных населённых пунктов, в которых сосредоточена основная часть городской рыночной торговли.

Выборочное наблюдение предполагает обследование отобранной в определённом порядке части единиц генеральной совокупности, а полученные характеристики распространяются на всю генеральную совокупность. Это наиболее распространённый вид несплошного статистического наблюдения, который широко используется в

различных сферах: выборочный контроль качества продукции, выборочное обследование жилищных условий и т.д.

2. По учёту фактов во времени различают следующие виды статистического наблюдения:

- текущее;
- периодическое;
- единовременное.

Текущее (или непрерывное) статистическое наблюдение ведётся постоянно, непрерывно, по мере возникновения явлений (учёт рождаемости, смертности, учёт явок и неявок на работу и т.д.).

Периодическое статистическое наблюдение предполагает регистрацию исследуемых явлений через определённые, обычно одинаковые промежутки времени (остатки сырья на складе на 1 число каждого месяца, успеваемость студентов на экзаменационных сессиях и т.д.).

Единовременное статистическое наблюдение проводится по мере надобности, без соблюдения строгой периодичности (время от времени). Например, перепись установленного оборудования и т.д.

С точки зрения способа регистрации фактов, различают:

- непосредственное наблюдение;
- документальный способ;
- опрос.

При непосредственном наблюдении лица, проводящие статистическое наблюдение, получают необходимые сведения путём личного учёта единиц совокупности непосредственно на местах обследования: путём взвешивания, пересчёта, измерения, осмотра и т.д. Например, перепись производственного оборудования.

Документальный способ основан на использовании документов учётного характера. Проводится в виде систематических записей в первичных учётных документах, которые лежат в основе статистической отчётности (т.е. данные получаем из документов).

Опрос основан на регистрации ответов, которые дают опрашиваемые лица. Этот способ получения статистической информации имеет следующие разновидности:

- а) экспедиционный опрос;
- б) саморегистрация;
- в) корреспондентский опрос;
- г) опрос с помощью современных компьютерных технологий (средств вычислительной техники).

Экспедиционный опрос состоит в том, что представитель статистических органов выезжает на место исследования и сам производит опрос и регистрирует ответы.

Саморегистрация состоит в том, что представитель статистических органов раздаёт бланки, инструктирует их заполнение и собирает заполненные бланки (применяется очень широко).

Корреспондентский опрос состоит в том, что статистическая организация рассылает бланки и инструкции по их заполнению. Лица, получившие эти бланки, заполняют их и высылают обратно в адрес статистической организации. Иногда создаётся постоянная сеть корреспондентов. Строго соблюдается признак добровольности.

В современных условиях компьютеризации есть возможность получения информации от корреспондентов по сети «Интернет».

2.3 План статистического наблюдения

Статистическое наблюдение – это сложная, ответственная и кропотливая работа. От качества её проведения зависит достоверность результатов статистического исследования. С целью создания условий для получения объективно правильных материалов необходимо научно организовать статистическое наблюдение, для чего перед его проведением составляется план статистического наблюдения, который состоит из 2-х разделов:

1. Программно-методологические вопросы статистического наблюдения:

- 1) определение цели статистического наблюдения;
- 2) установление объекта наблюдения;
- 3) выбор единицы наблюдения;
- 4) разработка программы наблюдения;
- 5) выбор системы формуляров.

2. Организационные вопросы статистического наблюдения:

- 1) выбор времени статистического наблюдения;
- 2) выбор места наблюдения;
- 3) выбор формы наблюдения;
- 4) выбор вида наблюдения;
- 5) выбор способа наблюдения;
- 6) определение органов, организующих и выполняющих наблюдение.

2.3.1 Программно-методологические вопросы плана статистического наблюдения

1. Определить цель статистического наблюдения – значит дать чёткую формулировку задачи, стоящей перед статистическим исследованием.

Установление цели и задачи – исходный пункт при организации любого статистического наблюдения. Цель должна быть

сформулирована ясно, чётко, а также развёрнуто, то есть с указанием задач, стоящих перед данным статистическим наблюдением.

Например, перепись населения. Цель: определить численность и состав населения РБ и её регионов и выявить закономерности в их изменении.

2. Объект статистического наблюдения – это совокупность единиц изучаемого явления или процесса, которая подлежит статистическому наблюдению. Определить объект – не значит дать ссылку на изучаемое явление. Необходимо чётко определить состав и границы совокупности. Например, лёгкая промышленность, швейная отрасль, производство детской одежды. Определяя объект наблюдения, необходимо чётко указать единицу наблюдения.

3. Единица статистического наблюдения – это составной элемент изучаемой совокупности, который должен регистрироваться по определённым признакам в процессе статистического наблюдения.

При выборе единицы наблюдения необходимо чётко указать: каким единым существенным признаком должна обладать каждая единица, чтобы она могла попасть в изучаемую совокупность (например, при переписи – гражданство). Необходимо различать понятия единица наблюдения и отчётная единица.

Отчётная единица (учётная единица) – это источник сведений, та первичная ячейка, от которой должны поступать сведения о единицах наблюдения (это может быть предприятие, объединение, ВУЗ и т.д.).

4. Программа статистического наблюдения – это перечень вопросов, на которые должны быть получены ответы по каждой единице наблюдения. Иными словами, это перечень признаков и показателей, подлежащих регистрации при проведении статистического наблюдения.

Требования к вопросам программы наблюдения были сформулированы в XIX веке бельгийским статистиком Адольфом Кетле:

1) программа статистического наблюдения должна включать только те вопросы, которые необходимы для решения поставленной цели;

2) в программу не следует включать вопросы, на которые невозможно получить ответ неудовлетворительного качества.

Сравним:

- возраст («-») требует уточнения! Например, число полных лет;

- дата рождения («+»).

3) в программу нельзя включать вопросы, которые могут расцениваться как вмешательство в личные вопросы опрашиваемых.

Современная теория статистики формулирует эти требования следующим образом:

1) формулировка вопросов должна быть чёткая, краткая и понятная;

2) формулировка вопроса должна быть такой, чтобы всеми быть понятной одинаково, чтобы можно было сравнивать ответы;

3) для цифровых объектов должны быть указаны единицы измерения.

К программе наблюдения прилагается инструкция, в которой даются пояснения, как следует понимать и отвечать на вопросы, даётся методика исчисления отдельных показателей.

Например, рентабельность активов может быть исчислена так:

$$Ra = \frac{\text{Прибыль отчётного периода}}{\text{Среднегодовая стоимость активов}},$$

либо $Ra = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Среднегодовая стоимость активов}}$ и т.д.

Аналогично среднегодовая стоимость активов может быть определена по-разному: как средняя арифметическая либо как средняя хронологическая.

5. Система формуляров – это специальные документы (бланки, карточки и т.д.), в которых регистрируются ответы на вопросы программы статистического наблюдения.

Существует 2 системы формуляров:

- списочная;
- индивидуальная.

При списочной системе в одном формуляре регистрируются ответы нескольких единиц наблюдения.

Её преимущества:

- проще автоматизировать (перенести информацию в ЭВМ), экономия бумаги, быстрая проверка результатов наблюдения.

При индивидуальной системе для каждой единицы наблюдения выводится свой формуляр.

Преимущества:

- можно включать большое количество признаков.

В отечественной государственной статистике наиболее распространена индивидуальная система формуляров.

2.3.2 Организационные вопросы плана статистического наблюдения

1. Выбор времени проведения наблюдения – это период времени, к которому относятся полученные сведения. Например:

- а) при переписи – зима 2009-2010 года;
- б) показатели рентабельности в 2009 году (в I квартале 2009 года).

Срок проведения наблюдения – это время, в течение которого происходит заполнение формуляров: время начала и окончания сбора данных.

Критический момент (критическая дата) – это момент времени, по состоянию на который будет производиться регистрация явления. Например, перепись 1989 года (СССР): 12 часов ночи с 11 на 12 января (т.е. переписи подлежали и те, кто умер после 12 часов ночи).

2. Выбор места проведения наблюдения имеет важное значение при изучении объектов, перемещающихся в пространстве (например, работа транспорта). Тогда речь идёт об установлении пункта наблюдения.

Но часто под местом проведения наблюдения понимаются территориальные границы.

3. Выбор формы статистического наблюдения:

- статистическая отчётность;
- специально организованное статистическое обследование

(раздел 2.2)

4. Выбор вида статистического наблюдения:

- сплошное или несплошное;
- текущее, периодическое или единовременное (раздел 2.2).

5. Выбор способа проведения статистического наблюдения:

- непосредственное наблюдение;
- документальный способ;
- способ опроса (раздел 2.2).

6. Органы, выполняющие наблюдение:

- Национальный статистический комитет;
- территориальные статистические организации;
- учётно-экономические службы организаций, предприятий, учреждений;
- специально подготовленные люди (счётчики) и т.д.

2.4 Ошибки статистического наблюдения и методы контроля его результатов

Ошибки статистического наблюдения принято разбивать на 2 группы:

- ошибки регистрации;
- ошибки репрезентативности.

Ошибки регистрации присущи всем видам статистического наблюдения и возникают в результате неправильного установления фактов или неправильной их записи.

В теории статистики их принято делить на:

- случайные и систематические;
- преднамеренные и непреднамеренные.

Случайные ошибки (они непреднамеренные) возникают в результате описок, оговорок, низкой квалификации наблюдателей и т.д. (например, цифра записана не в ту графу). Они с одинаковой вероятностью могут давать искажение как в большую, так и в меньшую сторону.

Систематические ошибки (они могут быть преднамеренными и непреднамеренными) более опасны, так как они в значительной степени влияют на итоговые показатели. Они возникают за счёт округлений, за счёт неточности измерительных приборов, а иногда за счёт тяги к круглым цифрам (возраст 30 могут выбрать и 29-летние и 31-летние).

Преднамеренные ошибки искажают сведения в одном направлении: либо увеличивают, либо уменьшают. Их принято относить к разряду систематических. Возникают они в силу сознательного стремления лиц, дающих сведения, исказить истину.

Ошибки репрезентативности присущи только выборочным наблюдениям и возникают вследствие того, что наблюдению подвергается только часть единиц совокупности, которая не может полностью точно отобразить всю генеральную совокупность (см. тему «Выборочное наблюдение»).

Для проверки правильности полученных в результате статистического наблюдения сведений используется логический и арифметический контроль.

Логический контроль состоит в сопоставлении ответов на взаимосвязанные вопросы программы.

Например:

- 1) возраст – 10 лет;
- 2) пол – мужской;
- 3) образование – начальная школа;
- 4) семейное положение – *женат*.

Арифметический (счётный) контроль имеет своей целью проверку правильности вычислений. Он сводится к проверке общих и групповых итогов, их сопоставлению.

3 СВОДКА И ГРУППИРОВКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

1. Понятие статистической сводки, ее содержание.
2. Понятие и задачи группировок. Виды статистических группировок.
3. Выбор группировочных признаков. Построение статистических группировок.
4. Метод вторичной группировки.
5. Статистические ряды распределения, их графическое изображение.

3.1 Понятие статистической сводки, ее содержание

В результате статистического наблюдения (первого этапа статистического исследования) получают сведения о признаках каждой обследованной единицы статистической совокупности.

Дальнейшая задача статистики заключается в том, чтобы систематизировать эти материалы, дать сводную характеристику изучаемой совокупности. Поэтому вторым этапом статистического исследования является сводка и группировка информации, полученной в результате статистического наблюдения.

Основной задачей этого этапа исследования является обобщение и анализ первичных статистических данных для получения полной и всесторонней характеристики совокупности в целом и отдельных ее частей и представление информации в наиболее удобной для пользователя форме.

Статистическая сводка – это научно организованная обработка материалов наблюдения с целью характеристики изучаемой совокупности обобщающими показателями.

По глубине обработки материала сводка может быть простой или сложной.

Простая (итоговая) сводка проводится без распределения полученных сведений на группы, а предполагает подведение общего итога по изучаемой совокупности. Например, общая численность студентов г. Витебска.

Сложная сводка предполагает предварительное распределение совокупности на группы и подсчет итогов по группам и в целом.

Например:

- а) общая численность студентов г. Витебска, в т.ч.
 - экономических специальностей;
 - инженерных специальностей;
 - педагогических специальностей и т.д.

либо:

- б) общая численность студентов г. Витебска, в т.ч.

- государственных вузов;
- негосударственных вузов.

По технике или способу выполнения сводка может быть:

- ручная;
- механизированная (автоматизированная), т.е. с помощью ЭВМ.

По форме обработки материала или по организации сводки она может быть:

- централизованная;
- децентрализованная

Централизованная – предполагает, что весь первичный материал поступает в одну организацию, где и подвергается обработке от начала до конца (например, в Национальном статистическом комитете).

Децентрализованная – предполагает поэтапную обработку материалов (например, сначала в облстатуправлениях, а затем итоги по области – в Национальный статистический комитет).

Проведение сводки включает в себя 3 этапа:

- 1) предварительный контроль материалов (т.е. проверка исходных данных);
- 2) группировка данных по заданным признакам, определение производных показателей;
- 3) оформление результатов сводки в виде статистических таблиц, удобных для восприятия информации.

Для того, чтобы была достигнута цель исследования, сводка научно организуется (обосновывается), т.е. разрабатывается ее программа и план.

Разработка программы сводки состоит из следующих этапов:

- выбор группировочных признаков;
- определение порядка формирования групп;
- разработка системы статистических показателей для характеристики групп и объекта в целом;
- разработка макетов статистических таблиц, в которых должны быть представлены результаты сводки.

Программу сводки дополняет план, который содержит указание о:

- последовательности выполнения сводки;
- сроках выполнения отдельных частей сводки;
- исполнителях;
- порядке изменения и представления результатов.

3.2 Понятие и задачи группировок. Виды статистических группировок

При проведении сводки статистического материала отдельные единицы изучаемой совокупности объединяются в группы при помощи метода группировок.

Статистическая группировка – это процесс образования однородных групп на основе расчленения статистической совокупности на части или объединения изучаемых единиц в частные совокупности по существенным для них признакам. Каждая из этих групп характеризуется системой статистических показателей.

Особый вид группировки – классификация – устойчивая номенклатура классов и групп, образованных на основе сходства и различия единиц изучаемого объекта. Например, классификация видов экономической деятельности, классификация основных средств и т.д. Это своего рода статистический стандарт группировки.

Метод статистических группировок позволяет:

- 1) рассчитать сводные показатели по группам;
- 2) сравнить и проанализировать причины различий между группами;
- 3) изучить взаимосвязи между признаками;
- 4) создать основу для последующей сводки и анализа данных.

Все это определяет роль группировок как научной основы сводки.

С помощью статистических группировок статистика решает важные и многообразные задачи. Среди них можно выделить три основные группы задач:

- 1) выделение качественно однородных экономических групп или типов общественных явлений из разнородной совокупности;
- 2) определение структуры и структурных сдвигов в совокупности однородных единиц, расчленение совокупности по величине варьирующего признака;
- 3) выявление и изучение связи и взаимообусловленности между явлениями.

В зависимости от цели (задачи) исследования все группировки делятся соответственно на три вида:

- 1) **типологическая** – решает задачу выделения качественно однородных экономических групп или типов общественных явлений из разнородной совокупности (например, таблица 3.1)

Таблица 3.1 – Индексы изменения объемов промышленного производства по формам собственности

Формы собственности	Январь – май 2007 в % к январю – маю 2006	Удельный вес в общем объеме производства продукции, в %
1. Государственная собственность	106,3	20,2
2. Частная собственность	105,4	79,5
3. Иностранная собственность	98,4	0,3
Промышленность всего	105,7	100,0

Это может быть также группировка работающих на занятых умственным и физическим трудом и т.п.

2) **структурная** – решает задачу определения структуры и структурных сдвигов в совокупности однородных единиц, расчленения совокупности по величине варьирующего признака (например, таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Структура затрат на производство продукции (работ, услуг) промышленности Витебской области (в процентах к итогу)

Элементы затрат	Январь – март 2006 г.	Январь – март 2007 г.
1. Материальные затраты	79,1	82,9
2. Расходы на оплату труда	8,2	7,3
3. Отчисления на социальные нужды	3,6	2,8
4. Амортизация основных средств и нематериальных активов	3,4	3,3
5. Прочие затраты	5,7	3,7
Затраты на производство продукции (работ, услуг), - всего	100	100

В структурной группировке, как правило, единица измерения признака – %.

Как видим из таблицы 3.2, представляется возможным проанализировать:

а) структуру затрат;

б) структурные сдвиги: удельный вес материальных затрат снижается, а оплата труда увеличивается.

3) **аналитическая** – решает задачу выявления и изучения связи и взаимообусловленности между явлениями. В аналитической группировке непременно есть признак-фактор (факторный признак) и признак-результат (результативный, результатный признак). При этом признак-фактор оказывает влияние на признак-результат. Группировка производится по признаку-фактору, а далее по каждой группе рассчитываются значения признака-результата (например, таблица 3.3):

Таблица 3.3 – Показатели финансовой устойчивости и платежеспособности по основным отраслям экономики

Отрасли экономики	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	Коэффициент текущей ликвидности
1	2	3
Промышленность	22,1	150,6
Сельское хозяйство	-32,2	99,2
Транспорт	35,9	164,9
Связь	15,4	126,9
Строительство	5,7	116,4
Торговля и общественное питание	-18,5	93,3

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
Материально-техническое снабжение и сбыт	41,7	456,9
Жилищно-коммунальное хозяйство	18,0	122,6
Всего	11,1	135,1

Классификация группировок на типологические, структурные и аналитические часто оказывается весьма относительной. Т.е. группировка может быть универсальной: одновременно выделять типы явлений, указывать структуру и вскрывать взаимосвязи признаков (например, таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Группировка предприятий города по размерам и объему выпускаемой продукции (данные условные)

Размер предприятий	Процент продукции, выпускаемой предприятиями по годам		
	200...г.	200...г.	200...г.
Крупные	50	40	30
Средние	30	35	38
Малые	20	25	32
Всего	100	100	100

Эта группировка:

- 1) характеризует структуру и структурные сдвиги;
- 2) выделяет типы предприятий;
- 3) указывает, что с уменьшением доли крупного бизнеса одновременно растет доля среднего и мелкого.

Второй признак классификации группировок – число группировочных признаков, положенных в основу группировки. В зависимости от количества группировочных признаков все группировки делятся на:

- простые (строятся по одному признаку);
- сложные (строятся по нескольким признакам).

В свою очередь, сложные группировки могут быть:

- а) комбинационные (комбинированные),
- б) многомерные.

Комбинационные строятся путем разбивки каждой группы на подгруппы в соответствии с дополнительными признаками (например, таблица 3.5):

Таблица 3.5 – Географическое распределение внешней торговли
Витебской области

Страны		Внешнеторговый оборот за январь – апрель 2007 г.
Страны СНГ	экспорт	231,8
	импорт	469,2
Страны вне СНГ	экспорт	644,9
	импорт	117,9
Внешнеторговый оборот, всего		1463,8

В такой группировке общее количество групп равно произведению числа градаций группировочных признаков (в нашем примере: $2 * 2 = 4$ группы).

Многомерная группировка осуществляется не последовательно по нескольким признакам, а одновременно. В этой группировке – суть новых подходов, новых принципов группировки, отличных от традиционных. Современная практика экономического анализа потребовала таких группировок, и наука предложила решение задачи с использованием кластер-анализа [16].

Некоторые авторы называют группы многомерной группировки – таксоны, а саму группировку – таксономия.

Можно указать и еще одну классификацию группировок: в зависимости от источников информации:

- первичная – производится на основе исходных данных статистического наблюдения;
- вторичная – производится на основе уже имеющейся первичной.

3.3 Выбор группировочных признаков. Построение статистических группировок

Признаки, по которым производится распределение единиц совокупности на группы, называются группировочными признаками или основанием группировки.

Первым и наиболее сложным вопросом теории группировок является правильный выбор этих признаков. При отборе группировочных признаков руководствуются следующими правилами:

- 1) необходимо брать типичные, существенные признаки, в соответствии с целями исследования;
- 2) необходимо учитывать конкретные условия места и времени: уместные в одном случае признаки могут оказаться неуместными в другом случае;
- 3) при изучении сложных явлений группировку следует производить по нескольким признакам, т.е. явления необходимо

перевести на язык цифр. Напомним, по возможности измерения признаки классифицируются:

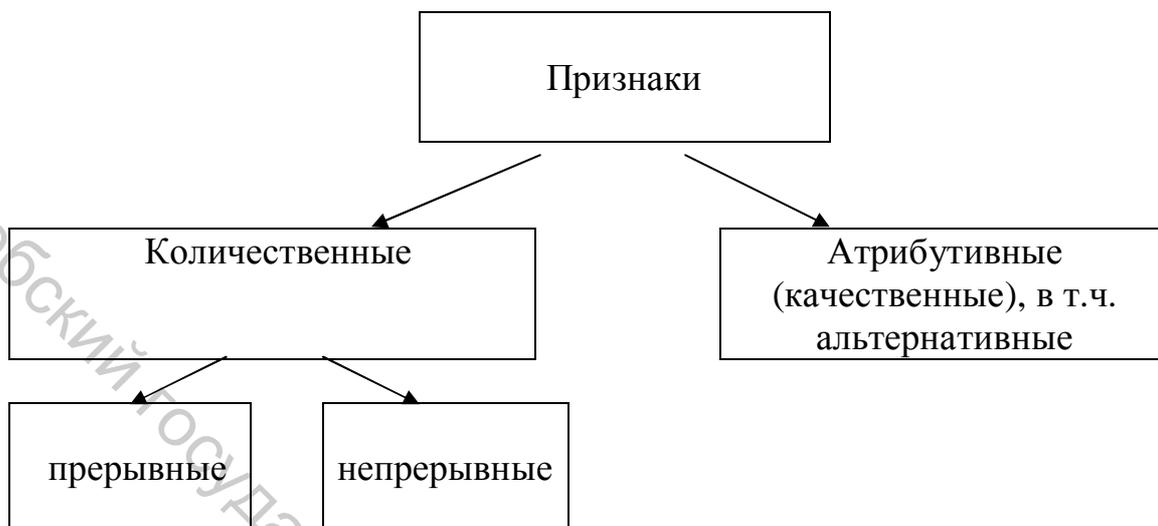


Рисунок 3.1 – Классификация признаков по возможности измерений

В случае, когда группировка производится по атрибутивному признаку, количество групп равно количеству вариантов признака (например, по форме обучения – 3: дневная, вечерняя и заочная).

По альтернативному признаку образуется 2 группы с противоположными характеристиками (например, продукция: годная и брак; семейное положение: одинокие и семейные и т.д.).

При составлении группировок по количественным признакам необходимо определить количество групп и величину (ширину) интервала.

Количество образуемых групп зависит:

- 1) от числа единиц наблюдения;
- 2) от степени вариации группировочного признака;
- 3) от задачи исследования и особенностей изучаемого явления.

Число групп может быть задано на основе опыта предыдущих обследований. Если же вопрос приходится решать самостоятельно, то можно использовать формулу американского ученого Стерджесса:

$$K = 1 + 3,322 \lg n,$$

где K – число групп (всегда целое число);

n – число единиц наблюдения

Тогда, при $n = 10$ $K = 1 + 3,322 \lg 10 = 4,322$ (принимается 4)

Соответственно можно рассчитать:

n	K
15-24	5
25-44	6
45-89	7
90-179	8
180-359	9
360-719	10

Эта формула пригодна при условиях:

а) распределение единиц совокупности по данному признаку приближается к нормальному;

б) интервалы образуются равные.

Интервал – это количественное значение, отделяющее одну группу от другой, т.е. он очерчивает количественные границы групп.

В зависимости от характера распределения единиц совокупности по определенному признаку интервалы могут быть: равные и неравные.

Равные интервалы образуются в тех случаях, когда вариация признака проявляется в сравнительно узких границах и распределение является практически равномерным. Ширина интервала в этом случае определяется по формуле:

$$i_x = \frac{X_{max} - X_{min}}{K},$$

где X_{max} , X_{min} – соответственно максимальное и минимальное значение признака

либо по формуле Стерджесса:

$$i_x = \frac{X_{max} - X_{min}}{1 + 3,322 \lg n}.$$

Например, 10 рабочих характеризуются следующими показателями выполнения норм выработки (НВ):

X, % выполнения норм выработки: 96, 109, 98, 102, 105, 104, 100, 106, 112, 103.

Ширина интервала группировки для $n = 10$ и $k = 4$ определяется по формуле

$$i_x = \frac{112 - 96}{4} = 4.$$

Тогда группировка принимает вид (таблица 3.6):

Таблица 3.6 – Группировка рабочих по степени выполнения норм выработки

% выполнения НВ	Число рабочих
96-100	2
100-104	3
104-108	3
108-112	2
	n = 10

Неравные интервалы (как правило, прогрессивно возрастающие или прогрессивно убывающие) образуются в тех случаях, когда группировочный признак изменяется неравномерно или в больших пределах.

Например, прибыль организаций города.

X, млн. руб. 520, 3800, 157, 1900, 37850 и т.д.

Интервалы: до 100

100 – 1000

1000 – 10000

10000 – 50000

50000 и более

Образуемые интервалы могут быть:

- закрытыми;

- открытыми

Закрытыми называют интервалы, у которых указаны обе границы.

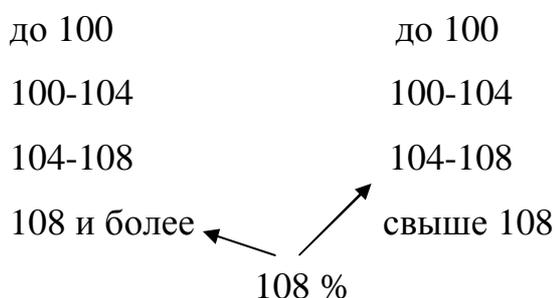
Открытыми называют интервалы с одной границей: верхней – у первого интервала; нижней – у последнего.

Если закрытым интервалам часто присуще свойство неопределенности при включении в группу тех значений, которые являются границами, то в открытых интервалах эта неопределенность убирается с помощью терминов:

«до»; «выше» или «свыше»; «более» и «менее».

Например, в таблице 3.6 рабочий с % выполнения нормы выработки = 100 % при образовании закрытых интервалов включен во вторую группу, исходя из принципа «от» и «до», а рабочий с % выполнения нормы выработки = 112 % – в четвертую группу. Также в четвертую группу отнесен рабочий с % – выполнения норм выработки = 108 %.

Если бы образовывались открытые интервалы, то ситуация могла бы быть следующей:



После того, как выбран группировочный признак, определено количество групп, составлена группировка, необходимо установить перечень показателей, которые будут характеризовать группу. Эти показатели определяют в зависимости от цели исследования и задачи группировки.

Например, по 40 предприятиям промышленности собраны сведения о численности работников, объем товарной продукции и стоимости основных средств. На основании этой информации может быть составлена аналитическая группировка зависимости фондоотдачи от размера предприятий, макет таблицы которой имеет вид:

Таблица 3.7 – Группировка предприятий по размерам

Группы предприятий по численности работников	Объем товарной продукции		Основные средства		Фондоотдача
	На группу	На 1 предприятие группы	На группу	На 1 предприятие группы	

либо структурная группировка (таблица 3.8):

Таблица 3.8 – Группировка предприятий по размерам

Группы предприятий по численности работников	V товарной продукции по группам	Доля группы в общем V товарной продукции	Основные средства по группе	Доля группы в общей стоимости основных средств
		$\sum = 100\%$		$\sum = 100\%$

3.4 Метод вторичной группировки

Специфическим видом группировок является так называемая вторичная группировка.

Вторичная группировка – операция образования новых групп на основании уже имеющейся группировки.

Вторичная группировка используется для решения следующих задач:

- 1) образование качественно однородных групп (типов) на основе группировок по количественному признаку;
- 2) приведение к единому, т.е. сопоставимому виду группировок с различными интервалами;
- 3) образование укрупненных групп, в которых более четко (более ясно) проявляется характер распределения.

Образование новых групп на основании уже имеющихся возможно двумя способами перегруппировки:

- а) изменением (объединением) первоначальных интервалов (метод укрупнения интервалов);

б) долевой перегруппировкой (на основе пропорционального дробления групп).

Первый способ применяется при переходе от мелких к более крупным интервалам, когда границы новых и старых интервалов совпадают.

Например, имеется информация о заработной плате работников 2-х предприятий отрасли (таблицы 3.9 и 3.10).

Таблица 3.9 – Группировка работников предприятия №1 по уровню заработной платы

№ гр.	Зароботная плата, тыс.руб.	Число работников, % к итогу
1	600 – 800	3
2	800 – 1000	8
3	1000 – 1200	14
4	1200 – 1500	25
5	1500 – 2000	30
6	2000 – 2500	14
7	2500 – 3000	6
		100

Таблица 3.10 – Группировка работников предприятия №2 по уровню заработной платы

№ гр.	Зароботная плата, тыс.руб.	Число работников, % к итогу
1	400 – 700	2
2	700 – 800	5
3	800 – 1000	6
4	1000 – 1250	14
5	1250 – 1500	23
6	1500 – 1700	22
7	1700 – 2100	12
8	2100 – 2500	9
9	2500 – 3000	7
		100

Перегруппируем данные в интервалах до 1000

1000 – 1500

1500 – 2500

2500 – 3000

Получаем следующую группировку:

Группы рабочих по уровню заработной платы, тыс.руб.	Удельный вес рабочих, % к итогу	
	предприятие № 1	предприятие № 2
до 1000	11 (3 + 8)	13 (2 + 5 + 6)
1000 – 1500	39 (14 + 25)	37 (14 + 23)
1500 – 2500	44 (30 + 14)	43 (22 + 12 + 9)
2500 – 3000	6	7
Итого	100	100

Второй способ – способ долевого перегруппировки – применяется в тех случаях, когда интервалы новой группировки имеют иные границы и необходимо распределить число единиц совокупности, приходящихся на интервал первичной группировки, между новыми интервалами.

Например, интервалы новой группировки:

400 – 900

900 – 1400

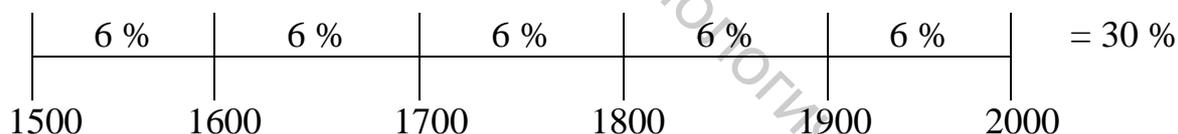
1400 – 1900

1900 – 2400

2400 и более

Основа перегруппировки: предположение о равномерном распределении признака внутри группы.

Например: предприятие № 1, группа № 5: 1500 – 2000 – 30 %.



Следовательно: до 1900 = 24 %;

после 1900 = 6 %.

Интервал 1500 – 2000, ширина равна 500. Забрать в первую группу необходимо 400.

Расчет: $30 \frac{400}{500} = 24 (\%)$ – 4-ая группа новой группировки;

$30 \frac{100}{500} = 6 (\%)$ – 5-ая группа новой группировки.

Получается следующая группировка:

Группы рабочих по уровню заработной платы, тыс.руб.	Удельный вес рабочих групп, % к итогу	
	предприятие № 1	предприятие № 2
1. 400 – 900	$3 + 8 \frac{100}{200} = 7$	$2 + 5 + 6 \frac{100}{200} = 10$
2. 900 – 1400	$8 \frac{100}{200} + 14 + 25 \frac{200}{300} = 35$	$6 \frac{100}{200} + 14 + 23 \frac{150}{250} = 31$
3. 1400 – 1900	$25 \frac{100}{300} + 30 \frac{400}{500} = 32$	$23 \frac{100}{250} + 22 + 12 \frac{200}{400} = 37$
4. 1900 – 2400	$30 \frac{100}{500} + 14 \frac{400}{500} = 17$	$12 \frac{200}{400} + 9 \frac{300}{400} = 13$
5. 2400 и более	$14 \frac{100}{500} + 6 = 9$	$9 \frac{100}{400} + 7 = 9$
Итого	100	100

Анализ полученных данных позволяет утверждать, что работники предприятия № 1 будут иметь более высокий уровень оплаты труда, т.к. доля высокооплачиваемых выше.

3.5 Статистические ряды распределения и их графическое изображение

В результате группировки единиц совокупности по какому-либо признаку получают ряды распределения.

Статистический ряд распределения – это упорядоченное распределение единиц совокупности на группы по определенному варьирующему признаку.

В более широком смысле ряд распределения – это первичная характеристика массовой статистической совокупности, в которой находят количественное выражение закономерности массовых явлений и процессов общественной жизни.

Ряды распределения дают возможность:

- а) проследить закономерность распределения;
- б) судить об однородности совокупности и границах ее вариации;
- в) исчислить различные обобщающие показатели (среднюю, моду, дисперсию и т.д.).

Ряды распределения могут быть построены по различным признакам:

- по атрибутивному – атрибутивные ряды распределения;
- по количественному – вариационные ряды распределения.

Ряды распределения (вариационные) состоят из 2-х элементов:

- вариант (x);
- частота (f).

Вариантами (x) называются отдельные значения признака.

Частотами (f) называются величины, показывающие, сколько раз повторяется данная варианта.

Иногда частоты могут выражаться в относительных величинах: долях единицы или в процентах. Тогда их называют частости.

Сумму всех частот (Σf) называют объемом ряда распределения или численностью (объемом) совокупности и обозначают N (n).

$\Sigma f = 1$, если это частости, выраженные в долях единицы;

$\Sigma f = 100$, если это частости, выраженные в процентах;

$\Sigma f = N$ (n) – численность совокупности (N – генеральной, n – выборочной).

В зависимости от характера вариации признака вариационные ряды могут быть:

а) дискретными, когда величина признака принимает целочисленные значения.

Например:

Количество детей в семье	Число семей
x	f
0	100
1	120
2	110
3	50
4	5
5	2
6	1

б) интервальными, когда величина признака представлена в виде интервалов (как правило, непрерывный признак, но не обязательно).

Например:

Балл успеваемости студента	Число студентов
x	f
4 – 6	15
6 – 8	20
8 – 10	35

Порядок построения дискретного ряда распределения следующий:

1) ряд данных ранжируют, т.е. располагают в порядке возрастания или убывания;

2) считают число повторений каждого значения признака, т.е. частоту.

Например, имеются сведения об оценках, полученных на экзамене по статистике студентами группы (24 чел.):

Поряд. студента в списке	№	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Оценка, x		5	6	8	10	2	6	9	6	7	4	6

N	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
x	9	3	9	7	10	5	8	9	7	8	4	8	7

1. Ранжируем уровни ряда (в порядке возрастания):

x : 2, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 8, 8, 9, 9, 9, 9, 10, 10.

2. Строим дискретный ряд распределения (т.к. признак – прерывный):

x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
f	1	1	2	2	4	4	4	4	2	Σf = 24

При построении интервальных рядов порядок действий следующий:

- 1) определяют число групп,
- 2) определяют ширину интервала,
- 3) считают число значений признака, попадающих в каждый интервал.

Например, в нашем примере:

1) $n = 24$, следовательно по формуле Стерджесса число групп $K = 5$;

2) ширина интервала $\frac{X_{\max} - X_{\min}}{K} = \frac{10 - 2}{5} = 1,6$;

3) строим интервальный ряд (таблица 3.11):

Таблица 3.11 – Группировка студентов по успеваемости

Оценка на экзамене, x	Число студентов, f
2,0 – 3,6	2
3,6 – 5,2	4
5,2 – 6,8	4
6,8 – 8,4	8
8,4 – 10,0	6
Всего	Σf = 24

Для графического изображения рядов распределения широко применяются линейные и плоскостные диаграммы.

Так, для изображения дискретных вариационных рядов используется полигон.

При этом на оси абсцисс откладываются значения признака (x), на оси ординат – частоты (f). В местах их пересечения ставятся точки, которые затем соединяются ломаной линией (полигоном).

f , частоты

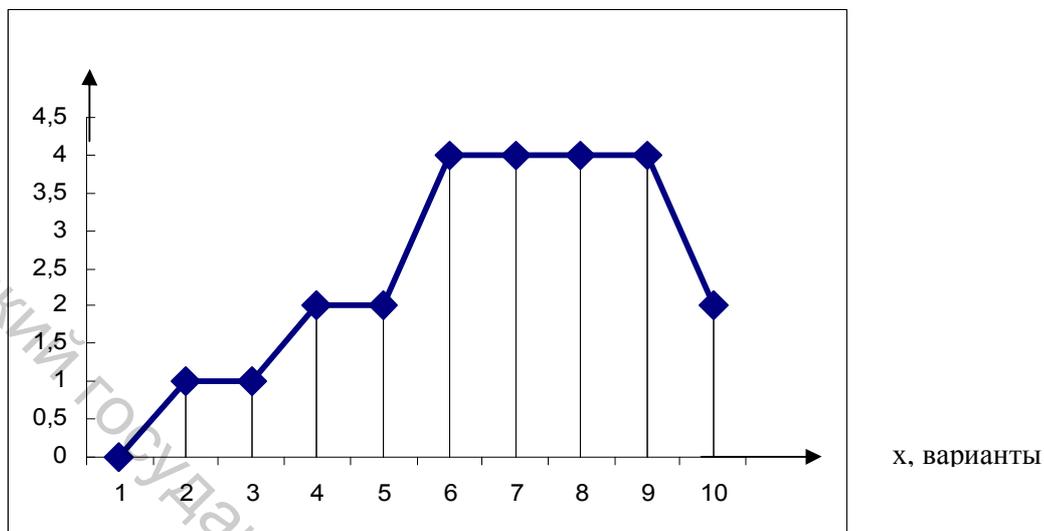


Рисунок 3.2 – Полигон распределения оценок, полученных на экзамене по «Статистике»

Для изображения интервальных рядов распределения обычно используют гистограммы. На оси абсцисс откладывают интервалы признака, на оси ординат – частоты и строят прямоугольники (основание прямоугольника – ширина интервала, высота – соответствующая частота).

В нашем примере:

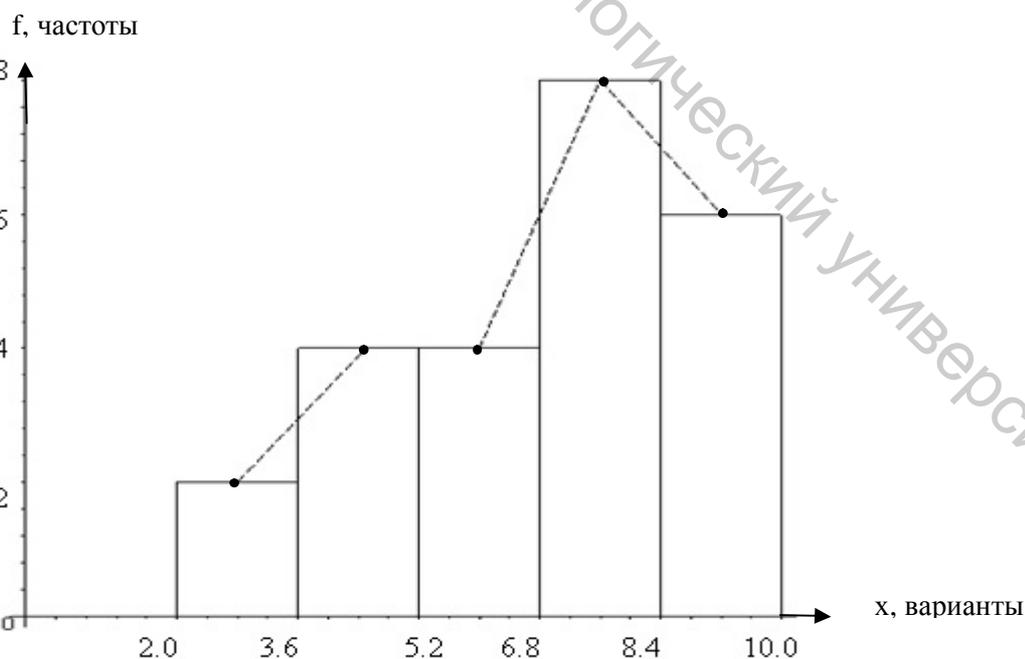


Рисунок 3.3 – Гистограмма распределения оценок, полученных на экзамене по «Статистике»

Если интервалы в интервальном ряду неравные, то при построении гистограммы на ось ординат наносится плотность распределения – частота, рассчитанная на единицу ширины интервала.

Ряды распределения могут также изображаться с помощью кумуляты (кумулятивной кривой или кривой сумм). На оси абсцисс – значения признака, на оси ординат – накопленные частоты. Накопленные частоты определяются последовательным суммированием по группам. Они показывают, сколько единиц совокупности имеют значения признака не больше, чем рассматриваемое значение.

Например, наш вариационный ряд (дискретный):

x	f	Накопленная частота
2	1	1
3	1	2 (1+1)
4	2	4 (1+1+2)
5	2	6 (1+1+2+2) и т.д.
6	4	10
7	4	14
8	4	18
9	4	22
10	2	24
$\sum f = 24$		

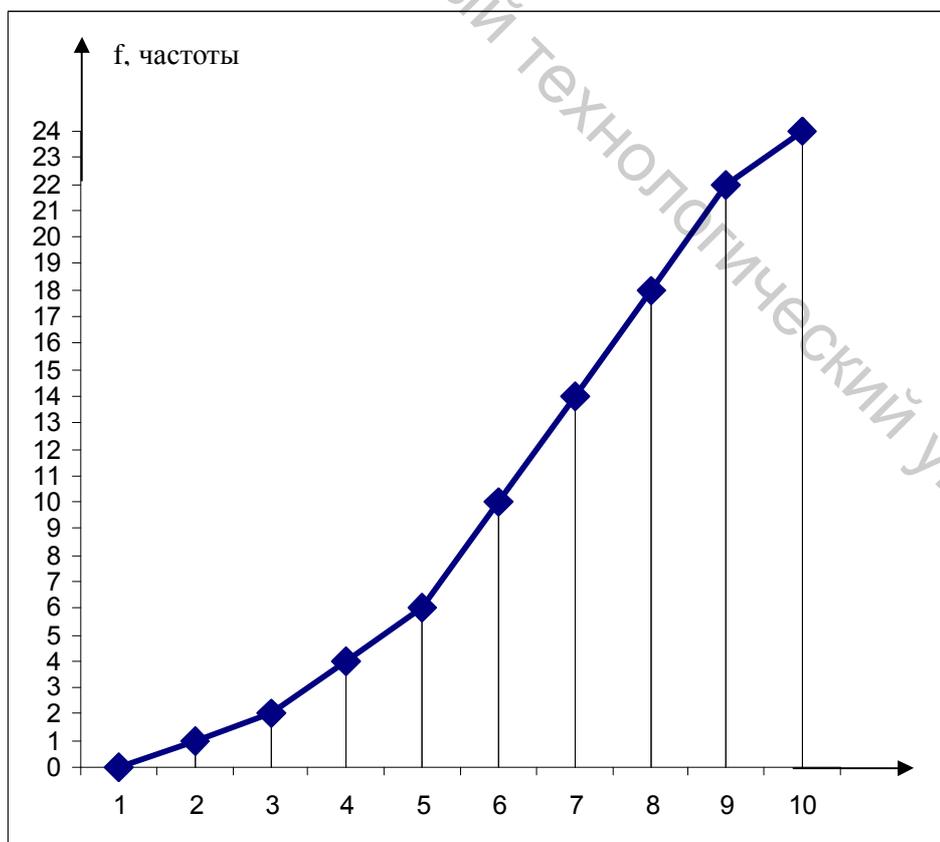


Рисунок 3.4 – Кумулята распределения оценок, полученных на экзамене по «Статистке»

Помимо указанных способов графического изображения рядов распределения, некоторые авторы указывают на возможность использования для этих целей огивы. Однако существуют разные точки зрения. Так, в [15] отмечается, что огиву можно получить, если на оси ординат не частоты, а частости. А в [1] авторы указывают, что огива получается, если при графическом изображении кумуляты поменять местами оси.

Витебский государственный технологический университет

4 СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

1. Понятие статистического показателя. Классификация статистических показателей.

2. Абсолютные величины: их виды, способы получения и единицы измерения.

3. Относительные величины: их виды и формы (способы) выражения.

4.1 Понятие статистического показателя. Классификация статистических показателей

Статистический показатель – это количественная характеристика изучаемого объекта или его свойства.

В результате исследования статистической совокупности получают различные показатели, одни из которых характеризуют совокупность в целом, другие – ее части.

Например, в результате сводки путем суммирования получают общий размер явления, например общий ФЗП.

Если известно число отработанных человеко-дней и общий ФЗП, путем деления можно определить среднедневную ЗП. Кроме этого, зная ФЗП руководителей и специалистов и ФЗП рабочих, можно определить долю (удельный вес) ЗП рабочих в общем ФЗП.

Все это примеры статистических показателей.

Совокупность взаимосвязанных статистических показателей, имеющая одноуровневую или многоуровневую структуру и нацеленная на решение конкретной задачи, образует систему статистических показателей.

Многообразие статистических показателей порождает необходимость их классификации по различным признакам.

Так, *по охвату единиц изучаемой совокупности* (или по степени агрегирования) их делят на:

а) индивидуальные – характеризующие один объект или одну единицу совокупности;

б) обобщающие (сводные) – характеризующие совокупность в целом или ее группы.

В свою очередь обобщающие статистические показатели *по методологии исчисления* делятся на две большие группы:

- экстенсивные (объемные) показатели,

- интенсивные (качественные) показатели.

Экстенсивные показатели исчисляются по первичным признакам и характеризуют объем, массу общественных явлений. Они получаются как итог подсчета или суммирования статистических данных (т.е.

индивидуальных показателей или их составляющих частей) и показывают:

- численность единиц совокупности (например, численность работников)

либо:

- объем значений признака по совокупности (например, ФЗП работников).

Интенсивные показатели исчисляются по вторичным признакам и рассчитываются на единицу совокупности. Это позволяет устанавливать закономерности в развитии явлений. Интенсивные (качественные) показатели делятся на средние и относительные.

По *форме выражения* статистические показатели могут быть:

- абсолютными величинами,
- относительными величинами,
- средними величинами.

Для того, чтобы статистические показатели правильно отражали исследуемые процессы и явления, они должны соответствовать следующим требованиям:

- 1) теоретическая обоснованность (т.е. надо, чтобы показатели выражали сущность изучаемого явления или процесса);

- 2) достоверность (т.е. чтобы количественная оценка была правильной, точной);

- 3) сопоставимость (т.е. они должны быть исчислены по единой методике, в одних пространственных границах и т.д.) и сравнимость (должна быть возможность сравнения с плановыми, с другими периодами и т.д.).

Теория статистики требует точного определения (точной определенности) каждого статистического показателя. Это выдвигает и целый ряд требований к его наименованию:

- его содержание (инвестиции, товароборот и т.д.);
- его статистическая структура (среднее значение, процент к итогу, сумма и т.д.);

- позиция в классификации (если есть) (например, швейная промышленность РБ, товароборот магазинов г. Витебска и т.д.);

- единицы измерения;
- временные рамки (на начало года);
- специальные уточнения (например, в рыночных ценах 2008 года и др.).

4.2 Абсолютные величины: их виды, способы получения и единицы измерения

Абсолютные статистические величины – это показатели, выражающие размер, объем и уровни общественных (социально-экономических) явлений.

Они необходимы для конкретного представления о размерах изучаемого явления. Например, для характеристики предприятия необходимо знать:

Численность работающих	5000 человек	27 человек
Объем выпущенной продукции	890 млрд.руб.	750 млн. руб.
Стоимость основных средств	400 млрд. руб.	300 млн. руб.
Вывод:	крупное	малое

Абсолютные величины классифицируются по различным признакам:

- 1) по признаку обобщения единиц совокупности:
 - индивидуальные (полученные на основании статистического наблюдения);
 - итоговые объемные (суммарные) (полученные в результате сводки и группировки).
- 2) по признаку характеристики совокупности:
 - показатели численности (численность экономически активного населения, количество предприятий отрасли и т.д.);
 - показатели объема (ФЗП, стоимость остатков готовой продукции и др.).
- 3) по признаку характеристики процесса развития:
 - моментные показатели – характеризуют состояние явления на определенный момент времени (численность работников на 1 января отчетного года);
 - интервальные показатели – характеризуют результаты процессов за определенный период (выпуск продукции за год, прибыль за квартал и т.д.).

Все абсолютные величины являются именованными величинами, т.е. выражаются в определенных единицах измерения. В качестве единиц измерения могут использоваться: натуральные единицы, условно-натуральные единицы, денежные (стоимостные), трудовые.

Учет в натуральных единицах принято называть натуральным учетом (кг, т, м, м³, га и т.д.).

Натуральная единица измерения иногда может выражаться произведением двух натуральных измерителей: например, работа грузового транспорта – в тонно-километрах, электроэнергия – в киловатт-часах (кВт-час) и т.д.

Часто в статистических исследованиях объемов продукции применяют условно-натуральные показатели. Как правило, используются в случаях, если производится однородная, но не одинаковая продукция при анализе выполнения плана, динамики и т.д. Например:

Вид продукции	Коэффициент	План	Отчет	В усл. тетрадах 1 тетр. = 12л.	
				План	Отчет
Тетрадь 12 л	1	100	80	100	80
Тетрадь 24 л	2	100	140	200	280
Тетрадь 48 л	4	100	100	400	400
Тетрадь 96 л	8	100	80	800	640
Итого	-	400	400	1500	1400

Если анализировать выполнение плана в натуральных единицах: $400/400*100 = 100\%$ -ое выполнение плана, а в условно-натуральных единицах $1400/1500*100 = 93,33\%$, т.е. невыполнение на 6,6 %.

Наибольшее распространение при исследовании экономических явлений находят денежные (стоимостные) единицы измерения. Например, объем промышленной продукции, ФЗП, прибыль, себестоимость и т.д. Денежный измеритель по праву называют универсальным. Проблема его использования: изменение цен с течением времени – решается применением так называемых неизменных или сопоставимых цен.

Для измерения общих затрат труда на предприятии, трудоемкости отдельных операций технологического процесса и в других аналогичных случаях применяют трудовые единицы измерения: дни, часы, мин, сек., либо человеко-дни, человеко-часы.

4.3 Относительные величины, их виды и формы (способы) выражения

Чтобы провести полный анализ исследуемого явления, делать правильные выводы о его развитии, недостаточно только абсолютных величин.

Например, объем производства составил 500 млрд. руб.

Можно поставить ряд вопросов:

- много это или мало?
- выполнен план или нет?
- больше это или меньше по сравнению с прошлым периодом и

т.д.

Т.е. в ходе экономического анализа возникает необходимость в сравнении (сопоставлении).

Относительными величинами называются обобщающие показатели, характеризующие качественное соотношение двух сопоставляемых статистических величин.

При расчете относительных величин в числителе находится показатель, который сравнивается, а в знаменателе – база сравнения (основание).

В зависимости от того, к каким единицам приравнивается база сравнения, относительные величины имеют разную форму выражения:

а) если база сравнения принимается за 1, то относительная величина выражается как коэффициент;

б) если 100 – процент (%);

в) если 1000 – промилле (‰) (например, рождаемость на 1000 человек, смертность на 1000 человек, число кандидатов наук на 1000 человек);

г) если 10000 – продецимилле (‱) (например, число врачей на 10000 жителей).

Иногда относительные величины могут быть именованными числами. Например, плотность населения – количество человек на 1 км².

По своему содержанию относительные величины подразделяются на виды:

- Относительные величины динамики;
- Относительные величины планового задания;
- Относительные величины выполнения плана;
- Относительные величины структуры;
- Относительные величины координации;
- Относительные величины интенсивности;
- Относительные величины сравнения.

Относительные величины динамики характеризуют изменение уровня какого-либо явления во времени и называются темпами роста.

$$ОВ_{дин} = \frac{Ц_1 \text{ Цена } 1\text{ м}^2 \text{ ковр.изд.} 2001\text{ г.}}{Ц_0 \text{ Цена } 1\text{ м}^2 \text{ ковр.изд.} 2000\text{ г.}} = 1,0566 \text{ или } 105,66\% .$$

ОВД – отношение уровня признака в определенный период (момент) времени к уровню этого показателя в предшествующий период (момент).

Относительные величины планового задания – это результат соотношения уровня запланированного на предстоящий период к фактическому уровню явления, сложившемуся в предшествующем периоде.

$$ОВ_{пл.зад.} = \frac{\text{Цена } 1\text{ м}^2 \text{ по плану } 2001\text{ г.}}{\text{Цена } 1\text{ м}^2 \text{ факт. } 2000\text{ г.}} \cdot \frac{Ц_{пл}}{Ц_0} .$$

Относительные величины выполнения плана (относительные величины выполнения задания) – это результат соотношения

фактически достигнутого в данном периоде уровня к запланированному:

$$OB \text{ вып.пл.} = \frac{\text{Цена } 1\text{м}^2 \text{ факт } 2001\text{г.}}{\text{Цена } 1\text{м}^2 \text{ план } 2000\text{г.}} \cdot \frac{Ц_1}{Ц_0}$$

Относительные величины динамики, планового задания и выполнения плана связаны:

$$OB_{\text{дин}} = OB_{\text{пл.зад}} \cdot OB_{\text{вып.пл.}}$$

В нашем примере

$$\frac{Ц_1}{Ц_0} = \frac{Ц_{\text{пл}}}{Ц_0} \cdot \frac{Ц_1}{Ц_{\text{пл}}}$$

Относительные величины структуры характеризует долю (удельный вес) отдельных частей совокупности в общем итоге.

Например,

а) структура себестоимости:

Материальные затраты	43%	либо	0,43
Расходы на оплату труда	21%		0,21
Отчисления на соц. нужды	9%		0,09
Амортизация	10%		0,10
Прочие	17%		0,17
<hr/>			
Себестоимость (все затраты)	100%		1,00

б) всего работников 3300 человек, в т.ч.: рабочих – 2500, служащих - 800.

Показатели структуры: рабочие $2500 / 3300 \cdot 100 = 75,8\%$
 служащих $800 / 3300 \cdot 100 = 24,2\%$.
 Все работники 100%

Относительные величины координации характеризуют соотношение отдельных частей в изучаемой совокупности.

Например, количество рабочих, приходящихся на 1 служащего: $2500 / 800 = 3,125$

или число служащих на 100 рабочих $800 / 2500 \cdot 100 = 32$ чел.

Относительные величины интенсивности характеризуют степень распространенности или развития данного явления в той или иной среде. Их определяют путем соотношения разноименных величин, находящихся в определенной взаимосвязи.

Например,

$$\frac{\text{Число родившихся на данной территории}}{\text{Среднегодовая численность населения данной территории}} * 1000 = 21,3\text{‰}$$

Разновидностью относительных величин интенсивности являются относительные показатели уровня экономического развития:

- ВВП на душу населения;
- НД на душу населения и т.д.

Относительные величины сравнения характеризуют отношение одноименных абсолютных величин, относящихся к одному и тому же периоду (моменту) времени, но к различным объектам либо территориям.

Например:

$$\frac{\text{Цена } 1 \text{ м}^2 \text{ ковровых изделий ОАО "Витебские ковры"}}{\text{Цена } 1 \text{ м}^2 \text{ ковровых изделий ОАО "Ковры Бреста"}}$$

К общим принципам построения относительных величин можно отнести:

- 1) сопоставимость сравниваемых показателей (могут отличаться только одним атрибутом: например, временем, территорией);
- 2) взаимосвязь сравниваемых показателей;
- 3) необходимость учета границ их существования.

5 СРЕДНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. Средняя величина, её сущность и значение. Условия типичности средних величин.
2. Основные виды средних величин и техника их расчёта по различным рядам распределения. Мажорантность средних величин.
3. Свойства средней арифметической величины и их практическое использование.
4. Мода и медиана, способы их вычисления и сфера применения.

5.1 Средняя величина, её сущность и значение. Условия типичности средних величин

Средние величины играют исключительно важную роль в статистике. Они являются наиболее часто употребляемыми в экономическом анализе показателями, так как дают общую характеристику изучаемой совокупности: например, средняя заработная плата в промышленности, средняя выработка рабочих на предприятии, средний балл успеваемости студентов университета, средняя урожайность, средний товарооборот за день и т.д.

По сути, средняя величина позволяет заменить множество индивидуальных значений признака, который варьирует у отдельных единиц наблюдения, какой-то одной определённой величиной.

Например, рабочие одной и той же профессии с одним и тем же уровнем квалификации при выполнении однотипной работы могут иметь разные показатели выработки. Например, 5 рабочих:

Выработка деталей за смену, шт.:

$$x_1 - 270;$$

$$x_2 - 282;$$

$$x_3 - 306;$$

$$x_4 - 318;$$

$$x_5 - 324.$$

$$\text{Средняя выработка } \bar{x} = \frac{270 + 282 + 306 + 318 + 324}{5} = 300 \text{ деталей.}$$

Несмотря на то, что ни один рабочий не имел выработки $\bar{x} = 300$ деталей, результаты не искажены, так как

$$270 + 282 + 306 + 318 + 324 = 300 * 5 \\ 1500 = 1500$$

То есть общий размер признака по совокупности не изменён!

Вариация выработки (несмотря на целый ряд общих условий: одна операция, одинаковая квалификация, одинаковое оборудование и т.д.) объясняется действием множества случайных факторов: состояние здоровья, настроение, индивидуальные способности (быстро или

медленно работает человек) и т.д. Воздействие этих случайных факторов и погашается в средней величине.

В этом выражается действие закона больших чисел: совокупное действие большого числа случайных факторов приводит, при некоторых весьма общих условиях, к результату, почти не зависящему от случая.

Средняя величина – это обобщённая количественная характеристика признака статистической совокупности в конкретных условиях места и времени.

Показатель в форме средней величины отражает типичные черты и даёт обобщающую характеристику однотипных явлений по какому-либо варьирующему признаку.

Для того, чтобы средняя величина была действительно типичной (типизирующей) величиной, необходимо соблюдать ряд требований:

1) при сборе и обработке информации необходимо обеспечить качественную однородность изучаемой совокупности.

Например, сравнивается заработная плата двух бригад, каждая из которых по 10 человек, однако в одной из них 2 ученика. Если учитывать учеников, получим неоднородные совокупности.

2) необходимо обеспечить достаточный объём изучаемой совокупности.

Иначе не будет проявляться действие закона больших чисел, то есть взаимопогашения случайных факторов не произойдёт.

3) необходимо правильно выбрать вид средней величины.

Этот выбор основывается на экономическом содержании статистических показателей (см. разделы 5.2, 5.4).

Если не соблюдать перечисленные требования, то существует риск получить фиктивную среднюю, которая не будет отражать типичные черты исследуемого явления или процесса.

5.2 Основные виды средних величин и техника их расчёта по различным рядам распределения. Мажорантность средних величин.

Так как средняя величина является обобщающей характеристикой количественного значения признака, исчисленной на единицу совокупности, исходным соотношением средней является её логическая формула:

$$\text{Среднее значение признака в совокупности} = \frac{\text{Сумма значений признака} \\ \text{у всех единиц совокупности}}{\text{Число единиц наблюдения} \\ \text{(объём совокупности)}}$$

Основанием для расчёта средних величин является определяющее свойство средней. Оно заключается в том, что сумма (а при исчислении

некоторых видов средних – произведение) индивидуальных значений признака равна сумме (произведению) средних значений признака.

Как было доказано в нашем примере (см. раздел 5.1).

$$270+282+306+318+324 = 300+300+300+300+300$$

То есть средняя является уравнивающим значением признака для всех единиц совокупности.

На практике исчисление средней во многих случаях возможно через исходное соотношение средней. Но реализация её исходного соотношения будет зависеть от того, в каком виде представлены данные для расчёта средней.

Все средние величины делятся на два больших класса:

- степенные средние;
- структурные средние.

Из степенных средних в экономических исследованиях наибольшее распространение получили:

- 1) средняя арифметическая;
- 2) средняя гармоническая;
- 3) средняя геометрическая;
- 4) средняя квадратическая;
- 5) другие виды (например, средняя хронологическая).

К структурным средним относят моду и медиану.

Степенные средние в зависимости от представления исходных данных могут быть:

- простыми;
- взвешенными.

Простая средняя рассчитывается по несгруппированным данным, а взвешенная – по сгруппированным, то есть по дискретным или интервальным рядам, в которых указываются не только значения признака (x), но и частоты (повторяемости) – (f).

1. Наиболее распространённым видом средней величины является средняя арифметическая. Она может быть:

- простая;
- взвешенная.

Простая средняя арифметическая величина исчисляется в тех случаях, когда имеется несколько различных индивидуальных величин одного и того же вида. Тогда все они суммируются и полученная сумма делится на их число.

Если обозначить эти индивидуальные значения $x_1, x_2, x_3, x_4 \dots$, а число индивидуальных значений (единиц наблюдения) – n, то средняя арифметическая простая будет равна:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Таблица 5.1 – Информация о заработной плате рабочих, представленная в виде простого вариационного ряда

Табельный № рабочего	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Заработная плата, тыс. руб.	640	600	680	700	680	600	700	700	680	700

$$\bar{x} = \frac{640 + 600 + 680 + \dots + 700 + 680}{10} = 668 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 5.2 – Информация о заработной плате рабочих, представленная в виде ранжированного ряда

Заработная плата, тыс. руб., x	600	600	640	680	680	680	700	700	700	700
--------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Аналогично

$$\bar{x} = \frac{600 + 600 + 640 + \dots + 700}{10} = 668 \text{ тыс. руб.}$$

Однако в большинстве случаев исследователь имеет большую совокупность единиц, в которой уровни ряда x от случая к случаю повторяются. Тогда исходная информация представляется в виде дискретного ряда:

Таблица 5.3 – Информация о заработной плате рабочих, представленная в виде дискретного ряда

Заработная плата, тыс. руб.	Число рабочих, чел.	x*f
x	f	
600	2	1200
640	1	640
680	3	2040
700	4	2800
	$\sum f = 10$	$\sum x*f = 6680$

По сгруппированным данным рассчитывается средняя арифметическая взвешенная. Её формула:

$$\bar{x} = \frac{\sum x*f}{\sum f}$$

В нашем примере $\bar{X} = \frac{6680}{10} = 668 \text{ тыс. руб.}$

Частоты (f) в данном случае называют весами, поэтому средняя арифметическая взвешенная.

Аналогичным образом, по формуле средней арифметической взвешенной, рассчитывается средняя из интервального ряда.

Однако, в данном случае

$$\bar{x} = \frac{\sum x'f}{\sum f}, \text{ где } x' - \text{середины или центры интервалов.}$$

Например, необходимо рассчитать средний % выполнения норм выработки рабочими цеха:

Таблица 5.4 – Расчет среднего процента выполнения норм выработки

% выполнения норм выработки	Число рабочих, чел.	Центр (середина) интервала	$x'f$
x	f	x'	
100-104	20	102	2040
104-108	20	106	2120
108-112	10	110	1100
	$\sum f = 50$		$\sum x'f = 5260$

$$\bar{x} = \frac{\sum x'f}{\sum f} = \frac{5260}{50} = 105,2 \%$$

В случае, если имеются открытые интервалы, для определения центра первого интервала его ширину принимают равной ширине следующего за ним (то есть второго) интервала, а для определения центра последнего интервала приравнивают его ширину к ширине предшествующего (то есть предпоследнего).

2. Средняя гармоническая величина применяется в тех случаях, когда известны индивидуальные значения признака x и произведения $x*f$, но отсутствуют частоты f .

Например, необходимо определить среднюю заработную плату рабочих по предприятию, если известны:

- уровни средней заработной платы по цехам;
- ФЗП по цехам.

Таблица 5.5 – Расчет средней заработной платы

№ цеха	Средняя заработная плата рабочих цеха, тыс. руб.	ФЗП рабочих, тыс. руб.	$f = \frac{W}{x}$
	x	$x*f = W$	
1	600	30000	50
2	624	46800	75
3	660	46200	70
		$\sum W = 123000$	$\sum \frac{W}{x} = 195$

В данном случае произведение $x*f$ обозначается W (может быть m , z и т.д.) и средняя рассчитывается по формуле:

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

$$\bar{x} = \frac{123000}{195} = 630,770 \text{ тыс. руб.}$$

Средняя в такой форме называется средней гармонической взвешенной.

На практике к необходимости исчисления средней гармонической величины могут приводить, например, следующие случаи:

1. По имеющейся информации необходимо определить средний расход материала на одно изделие.

Таблица 5.6 – Порядок расчета среднего расхода материала

Вид продукции	Расход материала на единицу продукции	Общий расход материала на весь выпуск	Число изделий
	x	$W = x * f$	$f = \frac{W}{x}$
А			
Б			
В			

2. По имеющейся информации необходимо определить среднюю выработку одного рабочего по предприятию

Таблица 5.7 – Порядок расчета средней выработки

№ цеха	Средняя выработка одного рабочего	Общий выпуск продукции цеха	Число рабочих
	x	$W = x * f$	$f = \frac{W}{x}$
1			
2			
3			

Средняя гармоническая взвешенная определяется по сгруппированным данным.

В тех же случаях, когда произведения $x * f$ одинаковы или равны единице, применяется средняя гармоническая простая.

$$\bar{x} = \frac{1+1+1+\dots+1}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_{n-1}} + \frac{1}{x_n}} = \frac{n}{\sum \frac{1}{x}}$$

Выводится из формулы средней гармонической взвешенной: если $W = \text{const}$, то

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

Область применения средней гармонической простой очень узкая: применяется в тех случаях, когда показатели связаны как x и $\frac{1}{x}$. Это могут быть такие показатели, как затраты времени на единицу продукции и выработка продукции в единицу времени.

Например, имеется информация о затратах времени на единицу продукции по пяти рабочим (таблица 5.8):

Таблица 5.8 – Затраты времени на единицу продукции одним рабочим

Порядковый номер рабочего	Затраты времени на единицу продукции	
	в минутах	в часах
1-ый	5 минут	1/12 часа
2-ой	6 минут	1/10 часа
3-ий	10 минут	1/6 часа
4-ый	6 минут	1/10 часа
5-ый	5 минут	1/12 часа

Необходимо определить средние затраты времени на одну деталь: то есть общие затраты времени разделить на общий объём выпуска продукции, допустим за 1 час (каждый рабочий отработал по 1 часу).

Тогда за один час 1-ый рабочий изготовил $\frac{1}{1/12}$ деталей, второй – $\frac{1}{1/10}$ и

т.д. Тогда средние затраты времени на одну деталь:

$$\bar{x} = \frac{1+1+1+1+1}{\frac{1}{1/12} + \frac{1}{1/10} + \frac{1}{1/6} + \frac{1}{1/10} + \frac{1}{1/12}} = \frac{5}{12+10+6+10+12} = \frac{5}{50} = 0,1 \text{ часа}.$$

3. Средняя геометрическая применяется в тех случаях, когда необходимо исчислить среднюю из относительных показателей: коэффициентов роста в рядах динамики.

Средняя геометрическая равна корню степени n из произведений коэффициентов роста. Средняя геометрическая простая:

$$\bar{x} = \sqrt[n]{K_1 * K_2 * \dots * K_n} .$$

Если учесть, что $K_1 = \frac{x_2}{x_1}$; $K_2 = \frac{x_3}{x_2}$; $K_{n-1} = \frac{x_n}{x_{n-1}}$ и т.д., то число коэффициентов K будет на 1 меньше, чем x .

Располагая данными о начальном (первом) уровне x и последнем x_n , можно рассчитать средний коэффициент роста по более простой формуле:

$$\bar{x} = \sqrt[n-1]{\frac{x_n}{x_1}} .$$

Такая средняя геометрическая носит название простой.

$$\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * \dots * x_n} .$$

В свою очередь, средняя геометрическая взвешенная может быть определена по формуле:

$$\bar{x} = \sqrt[\sum f]{x_1^{f_1} * x_2^{f_2} * \dots * x_n^{f_n}} .$$

Среднюю геометрическую необходимо исчислять в тех случаях, когда наблюдается большой разброс значений признака.

4. Средняя квадратическая применяется в тех случаях, когда осреднению подлежат величины, выраженные в виде квадратных функций (то есть когда вместо данных об индивидуальных значениях признака имеются данные об их квадратах). Например, средний диаметр труб, средняя сторона квадрата и т.д.

Она также может иметь форму простой средней квадратической:

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}} .$$

Либо форму взвешенной средней квадратической:

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2 * f}{\sum f}} .$$

5. Другие виды средних величин:

- средняя прогрессивная = средняя арифметическая (рассказать);
- средняя хронологическая (в РД).

Считается, что общие формулы расчёта степенных средних

$\bar{x} = \sqrt[m]{\frac{\sum x^m}{n}}$ имеют показатели степени m . В зависимости от того, какое значение принимает m , различают:

среднюю гармоническую:

$$m = -1$$

простая

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

взвешенная

$$\bar{x} = \frac{\sum W}{\sum \frac{W}{x}}; W = x * f,$$

среднюю геометрическую:

$$m = 0$$

$$\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * \dots * x_n}$$

$$\bar{x} = \sqrt[\sum f]{x_1^{f_1} * x_2^{f_2} * x_3^{f_3} * \dots * x_n^{f_n}},$$

среднюю арифметическую:

$$m = 1$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

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

среднюю квадратическую:

$$m = 2$$

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

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2 f}{\sum f}},$$

среднюю кубическую:

$$m = 3$$

$$\bar{x} = \sqrt[3]{\frac{\sum x^3}{n}}$$

$$\bar{x} = \sqrt[3]{\frac{\sum x^3 f}{\sum f}}.$$

Доказано, что если рассчитать все виды средних для одних и тех же значений, то они будут неодинаковы: с увеличением m увеличивается и соответствующая средняя (правило мажорантности средних). Впервые правило мажорантности сформулировал русский статистик профессор А.Я. Боярский.

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

В статистике чаще других используют $\bar{X}_{\text{гарм.}}$ и $\bar{X}_{\text{арифм.}}$.

5.3 Свойства средней арифметической величины и их практическое использование

Наиболее распространённым видом средних величин является средняя арифметическая. Она обладает рядом математических свойств,

значение которых не только позволяет понять сущность средних, но и позволяет упростить расчёт средней величины (особенно в тех случаях, когда значения признака имеют достаточно громоздкий вид).

К основным математическим свойствам средней величины относятся следующие:

1. Произведение средней величины на сумму всех частот равно сумме произведений индивидуальных значений признака на соответствующие частоты (свойство вытекает из формулы $\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}$):

$$\bar{x} * \sum f = \sum xf .$$

2. Сумма отклонений индивидуальных значений признака от средней величины равна 0:

$$\sum (x - \bar{x}) = 0 \text{ — для несгруппированных данных;}$$

$$\sum (x - \bar{x}) * f = 0 \text{ — для сгруппированных данных.}$$

3. Сумма квадратов отклонений индивидуальных значений признака от средней величины меньше суммы квадратов их отклонений от любой другой постоянной величины:

$$\sum (x - \bar{x})^2 \text{ меньше } \sum (x - x_0)^2 \text{ — для несгруппированных данных}$$

$$\sum (x - \bar{x})^2 * f \text{ меньше } \sum (x - x_0)^2 * f \text{ — для сгруппированных данных}$$

4. Средняя арифметическая суммы варьирующих величин равна сумме средних арифметических этих величин:

$$\text{если } x_i = y_i + z_i, \text{ то } \bar{x} = \bar{y} + \bar{z} .$$

Доказательство:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{\sum (y_i + z_i)}{n} = \frac{\sum y_i}{n} + \frac{\sum z_i}{n} = \bar{y} + \bar{z} .$$

5. Если все варианты ряда уменьшить (увеличить) в А раз, то средняя уменьшается (увеличивается) в А раз.

Это означает, что $\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}$ можно исчислять как $\bar{x} = \frac{\sum \frac{x}{A} * f}{\sum f} * A$, либо $\bar{x} = \frac{\sum xA * f}{\sum f} / A$.

6. Если все варианты ряда уменьшить (увеличить) на одно и то же число x_0 , то и средняя величина уменьшится (увеличится) на x_0 , то есть $\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}$ может быть рассчитана как $\bar{x} = \frac{\sum (x - x_0) * f}{\sum f} + x_0$ либо $\bar{x} = \frac{\sum (x + x_0) * f}{\sum f} - x_0$.

7. Если все частоты ряда разделить (умножить) на одно и то же число b , то средняя не изменится, то есть $\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}$ может быть

рассчитана как $\bar{x} = \frac{\sum x * \frac{f}{b}}{\sum \frac{f}{b}}$ либо как $\bar{x} = \frac{\sum xf * b}{\sum f * b}$.

Последние три свойства из перечисленных могут использоваться одновременно для упрощения расчетов и тогда считается, что средняя рассчитывается по «способу моментов» или «методом отсчета от условного нуля». В данном случае важен факт правильного выбора A (чаще всего это величина интервала) и x_0 (чаще всего это середина какого-либо интервала).

Исчисление средней по «способу моментов» производится по формуле, вид которой меняется в зависимости от порядка применения свойств:

Например
$$\bar{x} = \frac{\sum \frac{x - x_0}{A} * \frac{f}{b} * A + x_0}{\sum \frac{f}{b}}$$

либо
$$\bar{x} = \left[\frac{\sum \left(\frac{x}{A} - x_0 \right) * \frac{f}{b}}{\sum \frac{f}{b}} + x_0 \right] * A$$

и т.д.

Независимо от того, применяются либо не применяются свойства средней величины, результат расчета средней остается неизменным.

Например, необходимо определить среднюю заработную плату работников организации, в т.ч. по «способу моментов».

Таблица 5.9 – Расчет средней заработной платы

ЗП, тыс. руб., x	Число раб- ков, f	x	xf	x-x ₀ (x ₀ =1300)	$\frac{x-x_0}{A}$ A (A=200)	$\frac{f}{b}$ b (b=20)	$\frac{x-x_0}{A} * \frac{f}{b}$
800-1000	20	900	18000	-400	-2	1	-2
1000-1200	80	1100	88000	-200	-1	4	-4
1200-1400	160	1300	208000	0	0	8	0
1400-1600	80	1500	120000	200	1	4	4
1600-1800	40	1700	68000	400	2	2	4
1800-2000	20	1900	38000	600	3	1	3
	Σf=400		Σ xf= 540000			Σ $\frac{f}{b}$ =20	Σ $\frac{x-x_0}{A} * \frac{f}{b}$ =5

Без использования свойств средней величины:

$$\bar{x} = \frac{\sum x' * f}{\sum f} = \frac{540000}{400} = 1350 \text{ тыс. руб.}$$

С использованием свойств средней величины:

$$\bar{x} = \frac{\sum \frac{x-x_0}{A} * \frac{f}{b} * A + x_0}{\sum \frac{f}{b}}$$

$$\bar{x} = \frac{5}{20} * 200 + 1300 = 1350 \text{ тыс. руб.}$$

5.4 Мода и медиана, способы их вычисления и сфера применения

Мода и медиана относятся к структурным средним и применяются для изучения внутреннего строения рядов распределения признака.

Мода (M₀) – это наиболее часто встречающаяся величина признака в вариационном ряду.

Например, стаж работы, лет, X: 5, 2, 10, 15, 2, 5, 7, 8, 5. M₀ = 5.

В дискретном ряду моду будет представлять то значение признака (та варианта), которое имеет наибольшую частоту.

Например, какое число детей в семье встречается наиболее часто:

Число детей	x	0	1	2	3	4	5
Число семей	f	8	12	9	6	4	1
			↑ f_{\max}				

$$M_0 = 1.$$

Для расчета моды в интервальном ряду вначале определяется модальный интервал, т.е. интервал, имеющий наибольшую частоту. Затем рассчитывают моду 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} – начальная граница модального интервала,

i_{M_o} – ширина модального интервала,

f_{M_o} – частота модального интервала,

$f_{M_{o-1}}$ – частота интервала, предшествующего модальному,

$f_{M_{o+1}}$ – частота интервала, следующего за модальным.

Например, определить, с какой численностью работающих чаще всего встречаются предприятия (организации) в данной отрасли.

Таблица 5.10 – Группировка предприятий по числу работающих

Группы предприятий по числу работающих	Количество предприятий в группе
x	f
500-1000	5
1000-1500	10
1500-2000	15
2000-2500	14
2500-3000	6
Всего	$\Sigma f = 50$

-модальный интервал

$$M_0 = 1500 + 500 \frac{15 - 10}{(15 - 10) + (15 - 14)} = 1916 \text{ чел.}$$

Следовательно, мода в характеристике рядов распределения указывает то значение, которое встречается чаще других. Она может быть определена с помощью полигона: самая высокая точка полигона указывает на оси абсцисс (x) то значение, которое является модой.

При определении моды в интервальном ряду графическим способом на гистограмме внутри прямоугольника с наибольшей частотой проводят две линии:

1 – соединяет его правый верхний угол с правым верхним углом предшествующего столбика.

2 – соединяет его левый верхний угол с левым верхним углом следующего.

Абсцисса их точки пересечения и есть мода.

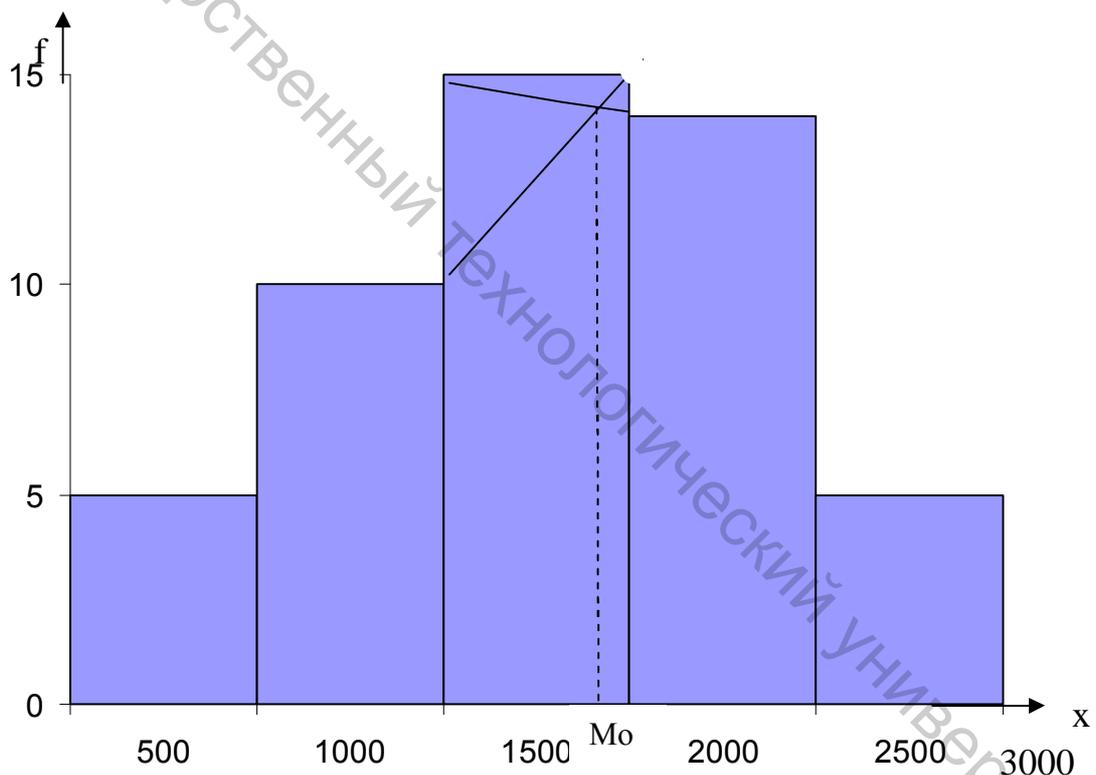


Рисунок 5.1 – Определение моды в интервальном ряду графическим способом

Медиана (M_e) – это величина варьирующего признака, которая находится в середине ранжированного ряда.

Например, стаж работы, лет (x): 5, 2, 10, 15, 2, 5, 7, 8, 5.

Вначале ранжируем ряд:

x: 2, 2, 5, 5, 5, 7, 8, 10, 15

$M_e = 5$

Т.е. медиана делит ряд на 2 части, равные по численности. Половина значений меньше (либо равны) медианы, а вторая – больше (либо равны). Если ряд состоит из нечетного количества уровней (вариант), то порядковый номер медианы в ранжированном ряду:

$$№_{M_e} = \frac{n+1}{2}.$$

В нашем примере $\frac{9+1}{2} = 5$ – *ый*.

Если же ряд состоит из четного количества уровней, то медиана определяется как средняя арифметическая из варианты под $№ = \frac{n}{2}$ и

варианты $№ = \frac{n}{2} + 1$.

Например, х, 2, 2, 4, 5, 5, 5, 7, 8, 10, 10, 15, 18

$$\frac{n}{2} = 6, \quad x_6 = 5; \quad \frac{n}{2} + 1 = 7, \quad x_7 = 7.$$

Следовательно в данном случае:

$$M_e = \frac{5+7}{2} = 6 \text{ лет}.$$

При определении медианы в дискретном ряду используют способ накопления частот. Частоты накапливают до тех пор, пока сумма накопленных частот (S_{Me}) не будет равна или больше половины суммы всех частот (Σf). Последняя накопленная частота и будет указывать то значение признака, которое является медианой.

Например, определить медиану заработной платы работников:

Таблица 5.11 – Определение медианы в дискретном ряду

ЗП, тыс. руб.	Число работников, чел.	S_{Me}
х	f	
400	2	2
480	6	8
600	16	24
680	12	
800	4	
	$\Sigma f=40$	

$$M_e = 600 \text{ тыс.руб.}$$

В случае, если сумма накопленных частот составила ровно половину всех частот, медиана определяется как средняя из данного уровня и следующего за ним.

Таблица 5.12 – Определение медианы в дискретном ряду

ЗП, тыс. руб.	Число работников, чел.	S_{Me}
x	f	
400	2	2
480	6	8
600	12	20
680	16	
800	4	
	$\Sigma f=40$	

$$M_e = \frac{600 + 680}{2} = 640 \text{ тыс.руб.}$$

Для определения медианы в интервальном ряду вначале с помощью суммы накопленных частот определяют медианный интервал, а затем рассчитывают медиану по формуле:

$$M_e = x_{M_e} + i_{M_e} \frac{0.5 \sum f - S_{M_{e-1}}}{f_{M_e}},$$

где x_{M_e} – начальная граница медианного интервала;

i_{M_e} – ширина медианного интервала;

f_{M_e} – частота медианного интервала;

$S_{M_{e-1}}$ – сумма накопленных частот интервала, предшествующего медианному.

Например, определить медиану численности работников предприятия (организации).

Таблица 5.13 – Исходные данные для расчета медианы численности работников

группы предприятий по числу работников	Количество предприятий	S_{Me}
x	f	
500-1000	5	5
1000-1500	10	15
1500-2000	15	30
2000-2500	14	44
2500-3000	6	50
	$\Sigma f=50$	

медианный интервал

$$M_e = 1500 + 500 \frac{0.5 * 50 - 15}{15} = 1833 \text{ чел.}$$

Для графического определения медианы используют кумуляту: последнюю ординату кумуляты делят пополам и через полученную точку проводят прямую, параллельную оси абсцисс. Абсцисса точки пересечения этой прямой с кумулятой и есть медиана.

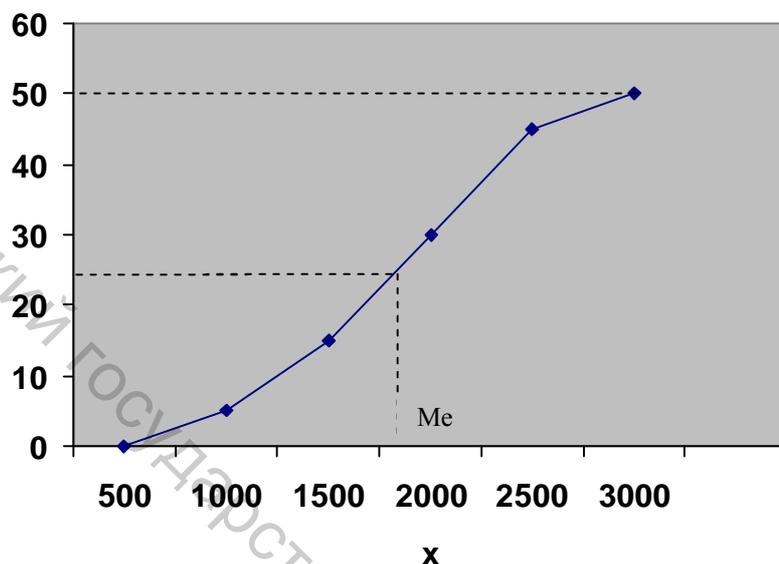


Рисунок 5.2 – Определение медианы графическим способом

6 СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВАРИАЦИИ

1. Понятие вариации и необходимость её статистического изучения.
2. Показатели вариации.
 - 2.1 Абсолютные показатели вариации.
 - 2.2 Относительные показатели вариации.
3. Дисперсия, её виды и свойства.

6.1 Понятие вариации и необходимость её статистического изучения

Вариацией признака называется его изменение при переходе от одной единицы наблюдения к другой.

С другой стороны, вариация – это то, что порождает необходимость статистики. Как уже отмечалось ранее, лишено смысла исследование стоимости автобусного билета в городе Витебске, так как это явление не варьирующееся.

После того, как исчислена средняя величина, возникает вопрос о её надёжности или её типичности. При этом необходимо учитывать, что типичность средней находится в обратной зависимости от вариации (колеблемости) уровней признака: чем больше вариация уровней исходной информации, тем меньше типичность (представительность, репрезентативность) средней величины. В случае слишком большой вариации уровней ряда можно получить фиктивную среднюю.

Рассмотрим два примера, в которых уровни средних величин равны, но эти средние имеют разные представительности.

Пример: имеется информация о выработке рабочих двух цехов:

Таблица 6.1 – Распределение цеха № 1 по уровню выработки деталей в смену

Выработка 1 рабочего в смену, дет. х	Число рабочих, чел. f	xf	$ x - \bar{x} $	$ x - \bar{x} f$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^2 f$	x^2	$x^2 f$
30	10	300	14	140	196	1960	900	9000
42	10	420	2	20	4	40	1764	17640
46	10	460	2	20	4	40	2116	21160
58	10	580	14	140	196	1960	3364	33640
	$\sum f = 40$	$\sum xf = 1760$		$\sum x - \bar{x} f = 320$		$\sum (x - \bar{x})^2 = 4000$		$\sum x^2 f = 81440$

Таблица 6.2 – Распределение рабочих цеха № 2 по уровню выработки деталей в смену

Выработка 1 рабочего в смену, дет x	Число рабочих, чел. f	xf	$ x - \bar{x} $	$ x - \bar{x} f$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^2 f$	x^2	$x^2 f$
40	5	200	4	20	16	80	1600	8000
42	10	420	2	20	4	40	1764	17640
44	10	440	0	0	0	0	1936	19360
46	10	460	2	20	4	40	2116	21160
48	5	240	4	20	16	80	2304	11520
	$\sum f = 40$	$\sum xf = 1760$		$\sum x - \bar{x} f = 80$		$\sum (x - \bar{x})^2 = 240$		$\sum x^2 f = 7768$

В обоих случаях средняя выработка рассчитывается по формуле средней арифметической взвешенной:

$$\text{Цех № 1} \quad \bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{1760}{40} = 44 \text{ детали.}$$

$$\text{Цех № 2} \quad \bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{1760}{40} = 44 \text{ детали.}$$

Однако, анализируя уровни исходной информации, замечаем:

Цех №1 – вариация выработки от 30 до 58 деталей в смену.

Цех №2 – вариация выработки от 40 до 48 деталей в смену.

Следовательно, $\bar{x} = 44$ наиболее типична для цеха № 2.

Для характеристики степени вариации признака (а следовательно для оценки типичности средней величины в статистике используют следующие показатели:

- 1) размах вариации (R);
- 2) среднее линейное отклонение (L);
- 3) дисперсия (s^2);
- 4) среднее квадратическое отклонение (s);
- 5) коэффициент осцилляции (K_r);
- 6) относительное линейное отклонение (K_l);
- 7) коэффициент вариации (V).

Первые четыре относятся к абсолютным показателям вариации, а последние три – к относительным.

Значение показателей вариации заключается в следующем:

- 1) они дополняют средние величины, за которыми скрываются индивидуальные различия отдельных единиц совокупности;
- 2) они характеризуют степень однородности статистической совокупности по изучаемому признаку;
- 3) они характеризуют границы вариации признака;

4) соотношение показателей вариации может быть использовано для характеристики взаимосвязи между признаками (см. 6.3).

6.2 Показатели вариации

Показатели вариации относятся к числу обобщающих показателей, они измеряют вариацию совокупности явлений.

6.2.1 Абсолютные показатели вариации

К числу абсолютных показателей вариации относят:

- размах вариации;
- среднее линейное отклонение;
- дисперсию;
- среднее квадратическое отклонение.

6.2.1.1 Размах вариации – это разность между максимальным и минимальным значениями признака.

$$R = X_{\max} - X_{\min}. \quad (6.1)$$

В наших примерах: $R_1 = 58 - 30 = 28$ (дет.)

$$R_2 = 48 - 40 = 8 \text{ (дет.)}$$

Следовательно, для цеха № 2 $x = 44$ наиболее типична, чем для цеха № 1.

Преимущество данного показателя: простота его исчисления.

Недостатки:

- 1) он не учитывает внутреннюю колеблемость уровней ряда;
- 2) он часто зависит от случайности. Например, количество пропущенных часов занятий студентами группы,

$X, 4, 6, 8, 0, 8, 2, 4, 6, 8, 4, 0, 0, 30, 4, 8, 4, 6, 8, 8, 0, 0, 4, 2, 4, 2, 6$
 $R = 30 - 0 = 30$ час, хотя на самом деле за исключением одного студента, вся остальная часть совокупности более-менее однородна по пропускам: $0 \div 8$ час.

Область применения R поэтому ограничивается достаточно однородными совокупностями. Например, в предупредительном контроле качества продукции.

6.2.1.2 Среднее линейное отклонение – это средняя арифметическая величина исчисленная из абсолютных отклонений индивидуальных значений признаков от средней.

Однако, учитывая нулевое свойство средней арифметической: сумма отклонений индивидуальных значений признака от средней

равна 0. Поэтому при исчислении среднего линейного отклонения суммируются модули этих отклонений.

Т.е. формулы исчисления среднего линейного отклонения имеют вид:

$$l = \frac{\sum |x - \bar{x}|}{n} \quad \text{для простого вариационного ряда (для}$$

несгруппированных данных) либо

$$l = \frac{\sum |x - \bar{x}| * f}{\sum f} \quad \text{для дискретного ряда (для сгруппированных}$$

данных).

В наших примерах (все необходимые данные для расчетов будем получать в таблицах 6.1 и 6.2):

$$L_1 = 320 / 40 = 8 \text{ (дет.)}$$

$$L_2 = 80 / 40 = 2 \text{ (дет.)}$$

Преимущество среднего линейного отклонения перед размахом в том, что оно учитывает внутреннюю вариацию уровней ряда.

Недостаток: необходимо абстрагирование от знака отклонения, следовательно – трудности в применении математических методов анализа вариации.

Сфера практического использования: в текстильной промышленности для характеристики однородности толщины нитей и пряжи.

6.2.1.3 Дисперсия – наиболее распространенный в научной статистике показатель.

Дисперсия – это средняя из квадратов отклонений индивидуальных значений признака от его средней величины.

Она рассчитывается по формулам 6.2 и 6.3:

- для простого вариационного ряда

$$s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}; \quad (6.2)$$

- для дискретного ряда

$$s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2 * f}{\sum f}. \quad (6.3)$$

В наших примерах:

$$s_1^2 = \frac{4000}{40} = 100;$$

$$s_2^2 = \frac{240}{40} = 6.$$

Дисперсия может быть исчислена и другим способом: как разность между средней из квадратов индивидуальных значений признака и квадратом средней величины, т.е.

$$s^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2 \quad (6.4)$$

Тогда для простого вариационного ряда формула дисперсии принимает вид:

$$s^2 = \frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n} \right)^2, \quad (6.5)$$

а для дискретного

$$s^2 = \frac{\sum x^2 f}{\sum f} - \left(\frac{\sum x f}{\sum f} \right)^2 \quad (6.6)$$

В нашем примере:

$$s_1^2 = \frac{81440}{40} - \left(\frac{1760}{40} \right)^2 = 100;$$

$$s_2^2 = \frac{77680}{40} - \left(\frac{1760}{40} \right)^2 = 6$$

Результаты получаются одинаковые, независимо от применяемой формулы.

Исчисление дисперсии можно упростить, используя для этих целей ее математические свойства (см. 6.3).

Недостаток этого показателя вариации – его размерность. Размерность дисперсии равна квадрату размерности изучаемого признака. Этот недостаток устраняется при переходе к среднему квадратическому отклонению.

6.2.1.4 Среднее квадратическое отклонение определяется как квадратный корень из среднего квадрата отклонений индивидуальных значений признака от их средней величины, т.е.:

- для простого вариационного ряда

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}; \quad (6.7)$$

- для дискретного ряда

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 * f}{\sum f}}. \quad (6.8)$$

Следовательно, если дисперсия уже исчислена, среднее квадратическое отклонение рассчитывается извлечением квадратного корня из дисперсии:

$$s = \sqrt{s^2}. \quad (6.9)$$

В наших примерах:

$$s_1 = \sqrt{100} = 10 (\text{дет.}),$$

$$s_2 = \sqrt{6} = 2,449 (\text{дет}).$$

Возведение $(x - \bar{x})$ в квадрат, а затем извлечение квадратного корня позволяет избежать воздействия нулевого свойства средней арифметической.

Среднеквадратическое отклонение (в иностранной литературе – стандартное отклонение) является общепринятым показателем не только в статистике, но и в технике, в биологии и др. областях знаний.

Между средним линейным и средним квадратическим отклонением в распределениях, близких к нормальному, существует следующее примерное соотношение $s \approx 1.25l$.

6.2.2 Относительные показатели вариации

В отличие от абсолютных показателей вариации назначение относительных показателей – оценка вариации признака в % -ах (либо в коэффициентах). Они рассчитываются как отношение абсолютных показателей вариации к средней арифметической величине признака.

Наиболее простыми и менее распространенными относительными показателями являются:

- коэффициент осцилляции:

$$K_R = \frac{R}{\bar{x}} * 100. \quad (6.10)$$

В наших примерах:

$$K_{R1} = 28 / 44 * 100 = 63,63 \%,$$

$$K_{R2} = 8 / 44 * 100 = 18,18 \%.$$

- относительное линейное отклонение или линейный коэффициент вариации:

$$K_e = \frac{l}{\bar{x}} * 100. \quad (6.11)$$

В наших примерах:

$$K_{11} = 8 / 44 * 100 = 18,18 \%,$$

$$K_{12} = 2 / 44 * 100 = 4,54 \%.$$

- самым распространенным относительным показателем вариации является коэффициент вариации:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} * 100, \quad (6.12)$$

$$V_1 = \frac{10}{44} * 100 = 22,73 \%,$$

$$V_2 = \frac{2,449}{44} * 100 = 5,57 \%.$$

По величине коэффициента вариации можно судить о степени вариации признаков совокупности.

На практике коэффициент вариации находит широкое применение для сравнения вариации одного и того же признака в разных совокупностях (как в нашем примере), а также для сравнения вариации разных признаков одной и той же совокупности.

Кроме этого, коэффициент вариации используется в оценке ритмичности работы предприятия.

Совокупность считается достаточно однородной, если $V \leq 30 \%$.

6.3 Дисперсия, ее виды и свойства

Вариация признака складывается под воздействием множества факторов, т.к. социально-экономические явления и процессы носят сложный характер. В исследованиях иногда возникает необходимость оценить не только общую вариацию признака, но и ту ее часть, которая обусловлена действием постоянных, стабильных, а не случайных факторов. В этих случаях рассчитывают три вида дисперсии:

- общую;
- межгрупповую;
- внутригрупповую.

Общая дисперсия характеризует общую вариацию признака под влиянием всех факторов (условий, причин). Она рассчитывается по формуле:

$$s_0^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2 * f}{\sum f}, \quad (6.13)$$

где \bar{x} – средняя по всей изучаемой совокупности.

Для определения влияния постоянного фактора на вариацию признака производят аналитическую группировку, в основании которой лежит данный фактор. Вариация, обусловленная фактором,

положенным в основание группировки, оценивается с помощью межгрупповой дисперсии:

$$d_0^2 = \frac{\sum (\bar{x}_{gp} - \bar{x})^2 * f_{gp}}{\sum f_{gp}}, \quad (6.14)$$

где \bar{x}_{gp} – средняя по отдельным группам;

f_{gp} - численность отдельных групп.

Для определения влияния случайных факторов рассчитывают дисперсию внутри каждой группы, т.е. внутригрупповую

$$s_{gp}^2 = \frac{\sum (x_{gp} - \bar{x}_{gp})^2 * f_{gp}}{\sum f_{gp}}, \quad (6.15)$$

где x_{gp} – индивидуальные значения признака в группе,

f_{gp} – их частоты;

а затем среднюю из внутригрупповых дисперсий:

$$\overline{s_{gp}^2} = \frac{\sum s_{gp}^2 * f_{gp}}{\sum f_{gp}} \quad (6.16)$$

Доказано, что общая дисперсия равна сумме межгрупповой дисперсии и средней из внутригрупповых дисперсий:

$$s_0^2 = d^2 + \overline{s_{gp}^2}, \quad (6.17)$$

Это равенство называется правилом сложения дисперсий.

Правило сложения дисперсий получило широкое распространение на практике. На его основе вычисляется эмпирическое корреляционное отношение (коэффициент корреляционного отношения или эмпирический коэффициент корреляционного отношения)

$$h = \sqrt{\frac{d^2}{s_0^2}} \text{ принимает значение от 0 до 1.}$$

Оно показывает тесноту связи между признаками (раздел 10).

Возведенное в квадрат эмпирическое корреляционное отношение представляет собой коэффициент детерминации (d^2), который характеризует долю общей колеблемости признака–результата, вызванную действием признака-фактора, положенного в основание группировки.

Наряду с вариацией количественного признака часто возникает необходимость измерить вариацию альтернативного признака.

Если ввести обозначения:

1 – наличие интересующего исследователя признака;

0 – отсутствие интересующего исследователя признака;

p – доля единиц, обладающих данным признаком;

q – доля единиц, не обладающих данным признаком,

то среднее значение альтернативного признака будет равно:

$$\bar{x} = \frac{1 \cdot p + 0 \cdot q}{p + q} = p \quad (6.18)$$

Тогда дисперсия альтернативного признака определяется по формуле:

$$s^2 = \frac{(1-p)^2 \cdot p + (0-p)^2 \cdot q}{p+q}. \quad (6.19)$$

Учитывая, что $1-p=q$,

$$s^2 = \frac{q^2 p + p^2 q}{p+q} = \frac{pq(q+p)}{p+q} = pq. \quad (6.20)$$

Таким образом, дисперсия альтернативного признака равна произведению доли единиц, обладающих данным признаком, на долю единиц, которые им не обладают:

$$s^2 = pq \quad \text{либо} \quad s^2 = p(1-p) \quad (6.21)$$

Дисперсия обладает рядом математических свойств, которые значительно упрощают её вычисление. К основным из них относятся следующие:

- 1) если все значения признака увеличить или уменьшить в A раз, то дисперсия соответственно увеличится или уменьшится в A² раз.
- 2) если все значения признака увеличить или уменьшить на какое-то постоянное число X₀, то дисперсия от этого не изменится.
- 3) если все значения частот различить или умножить на какое-то число b, то дисперсия от этого не изменится.

Используя эти свойства одновременно, можно рассчитать дисперсию (по «способу моментов»). Если взять за основу исходную формулу дисперсии

$$s^2 = \frac{\sum x^2 f}{\sum f} - \left(\frac{\sum x f}{\sum f} \right)^2, \quad (6.22)$$

то формула дисперсии, исчисляемой по «способу моментов», будет иметь вид:

$$s^2 = \left[\frac{\sum \left(\frac{x-x_0}{A} \right)^2 * \frac{f}{b}}{\sum \frac{f}{b}} - \left(\frac{\sum \frac{x-x_0}{A} * \frac{f}{b}}{\sum \frac{f}{b}} \right)^2 \right] * A^2 \quad (6.23)$$

Например, рассчитаем дисперсию выработки рабочих цеха № 2 по способу моментов (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Расчет дисперсии выработки по «способу моментов»

x	f	$\frac{f}{b}$ b=5	$x-x_0$ $x_0 = 44$	$\frac{x-x_0}{A}$ A=2	$\frac{x-x_0}{A} * \frac{f}{b}$	$\left(\frac{x-x_0}{A} \right)^2$	$\left(\frac{x-x_0}{A} \right)^2 * \frac{f}{b}$
40	5	1	-4	-2	-2	4	4
42	10	2	-2	-1	-2	1	2
44	10	2	0	0	0	0	0
46	10	2	2	1	2	1	2
48	5	1	4	2	2	4	4
	$\sum \frac{f}{b} = 8$				$\sum \frac{x-x_0}{A} * \frac{f}{b} = 0$		$\sum \left(\frac{x-x_0}{A} \right)^2 * \frac{f}{b} = 12$

Исходя из полученных данных:

$$s^2 = \left[\frac{12}{8} - \left(\frac{0}{8} \right)^2 \right] * 2^2 = 6.$$

Таким образом, результат не зависит от применяемой формулы. В нашем примере (цех № 2) по всем формулам (6.21, 6.22, 6.23) получено одно и то же значение дисперсии $s^2 = 6$.

7 ВЫБОРОЧНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

1. Понятие выборочного наблюдения.
2. Обобщающие характеристики генеральной и выборочной совокупности.
3. Виды, способы и методы отбора единиц из генеральной в выборочную совокупность.
4. Ошибки выборочного наблюдения.
5. Определение численности выборки.
6. Малая выборка и сфера ее применения.

7.1 Понятие выборочного наблюдения

Проводимые статистические наблюдения классифицируются по признаку охвата единицы изучаемой совокупности на:

- сплошные (охватывают все единицы совокупности);
- несплошные (охватывают только часть единиц).

В свою очередь, основными видами несплошного наблюдения являются:

- монографическое описание;
- способ основного массива;
- выборочное наблюдение (см. раздел 2).

Наибольшее распространение на практике получил такой вид несплошного наблюдения, как выборочное наблюдение.

Выборочным наблюдением называют такой способ несплошного наблюдения, при котором обследуется не вся совокупность, а лишь отобранная по определенным правилам ее часть, обеспечивающая получение данных для характеристики совокупности в целом.

Основная цель выборочного наблюдения: по характеристикам отобранной части единиц совокупности сделать вывод о характеристиках всей совокупности.

Многочисленное использование выборочного наблюдения и сопоставление его результатов с результатами сплошного наблюдения доказывают, что характеристики выборки достаточно точно воспроизводят характеристики генеральной совокупности.

Появление выборочного метода в статистике, как и сама статистика, было вызвано потребностями практики: проведение выборочных обмолов зерна для определения сборов зерна, оценка качества земель и сенокосов, оценка качества товаров (вывозимых на мировой рынок) и т.п.

Русская наука имела заслуги не только в практическом использовании выборочного наблюдения, но и в его теоретическом обосновании. Основные положения теории выборочного наблюдения

были разработаны такими выдающимися математиками, как П.Л. Чебышев, А.М. Ляпунов, А.А. Марков и др.

В настоящее время выборочное наблюдение находит широкое применение в различных сферах национальной экономики:

- в промышленности: контроль качества продукции, изучение использования рабочего времени, изучение использования оборудования и т.д.

- в сельском хозяйстве: определение урожайности, определение потерь при уборке урожая и т.д.

- в торговле: проверка качества поступивших товаров, изучение спроса населения и т.д.

- в изучении потребления и благосостояния населения: обследование жилищных условий и т.д.

- и т.п.

Если выборочное наблюдение обеспечивает получение характеристик, близких к характеристикам генеральной совокупности, то соблюдается условие репрезентативности или представительности выборки. Для обеспечения репрезентативности выборки необходимо строго соблюдать основные правила отбора единиц из генеральной в выборочную совокупность:

- 1) строго объективный подход к отбору единиц: каждая единица совокупности должна иметь равную вероятность попадания в выборку (полностью должно отсутствовать субъективное мнение исследователя);

- 2) необходимо обеспечить достаточно большое количество единиц в выборке (действие закона больших чисел: взаимопогашение случайных нетипичных отклонений). Это правило демонстрирует основное противоречие, с которым сталкивается исследователь при определении количества единиц:

- с одной стороны, стремление уменьшить объем наблюдения;

- с другой стороны, необходимость обеспечить достаточно большой объем наблюдения;

- 3) необходимо учитывать степень вариации признака: чем меньше вариация, тем успешнее достигается требование репрезентативности.

Широкое распространение выборочного наблюдения объясняется рядом существенных преимуществ этого вида наблюдения со сплошным:

- а) выборочные наблюдения требуют значительно меньше рабочей силы и средств, т.е. экономичность;

- б) выборочные наблюдения позволяют быстрее подводить итоги и провести исследование, т.е. оперативность;

- в) при небольшом объеме наблюдения можно организовать эффективный контроль за качеством собранной информации, т.е. достоверность;

г) выборочное наблюдение иногда является единственно возможным, как например, при разрушающем контроле качества, т.е. доступность.

Однако, методологически выборочное наблюдение сложнее, чем сплошное, т.к. требует глубокой предварительной проработки программы, а в ряде случаев и организации пробного обследования (см. определение численности выборки).

Основные этапы выборочного наблюдения:

- 1) определение цели, задач и составление программы наблюдения;
- 2) формирование выборки;
- 3) проведение статистического наблюдения, т.е. сбор данных по разработанной программе;
- 4) анализ полученных результатов и расчет основных характеристик выборочной совокупности;
- 5) расчет ошибки выборки и распространение ее результатов на генеральную совокупность.

7.2 Обобщающие характеристики генеральной и выборочной совокупности

Генеральной совокупностью называется вся изучаемая совокупность единиц. Например, при изучении общественного мнения студентов УО «ВГТУ» – это все студенты УО «ВГТУ».

Численность генеральной совокупности обозначается в статистике N .

Выборочная совокупность – это та часть единиц генеральной совокупности, которая подвергается выборочному обследованию.

Численность выборочной совокупности обозначается n . Например, n при изучении общественного мнения – это число опрошенных студентов УО «ВГТУ».

Как уже отмечалось, задача выборочного наблюдения состоит в том, чтобы на основе изучения выборочной совокупности получить правильное представление о показателях генеральной совокупности.

В том случае, когда исследование проводится по количественному признаку, в качестве обобщающей характеристики совокупности применяется среднее значение (средняя величина, средний размер) признака.

Среднее значение варьирующего признака по всей совокупности называется генеральной средней и определяется как:

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} \text{ и при этом } \sum f = N.$$

Среднее значение признака у единиц, которые подверглись выборочному обследованию, называется выборочной средней и определяется по формуле:

$$\tilde{x} = \frac{\sum x f_B}{\sum f_B}, \text{ в свою очередь } \sum f_B = n.$$

В данном случае задача выборочного наблюдения состоит в том, чтобы на основе выборочной средней (\tilde{x}) дать правильное представление о генеральной средней (\bar{x}).

Для характеристики совокупности по альтернативно варьирующему признаку в качестве обобщающего показателя используется доля (частость).

Доля определяется по генеральной совокупности и характеризует ту часть единиц генеральной совокупности, которая обладает признаком, интересующим исследователя. Обозначается латинской буквой p .

$$p = \frac{M}{N},$$

где M – число единиц генеральной совокупности, обладающих интересующим исследователя признаком.

В свою очередь:

$q = 1 - p$ – это доля единиц, не обладающих данным признаком.

Например, из 8000 студентов УО «ВГТУ» 6000 посещают университетскую столовую. Тогда их доля составит ($N = 8000$, $M = 6000$):

$$p = \frac{6000}{8000} = 0,75$$

Выборочная доля или доля в выборочной совокупности, называется частостью и определяется как отношение:

$$w = \frac{m}{n},$$

где m – число единиц выборочной совокупности, обладающих интересующим исследователя признаком.

Например, выборочно обследовано 200 студентов, и из них 145 посещают столовую ($n = 200$, $m = 145$):

$$w = \frac{145}{200} = 0,725.$$

В случае альтернативного признака задача выборочного наблюдения состоит в том, чтобы на основе определения частоты дать верное представление о доле в генеральной совокупности.

Кроме среднего размера признака и доли для характеристики генеральной и выборочной совокупности могут быть использованы:

- генеральная и выборочная дисперсии;
- генеральное и выборочное среднее квадратическое отклонение;
- другие статистические характеристики.

Таблица 7.1 – Обобщающие характеристики генеральной и выборочной совокупности

Показатели	Совокупность	
	генеральная	выборочная
Объём (число единиц) совокупности	N	N
Среднее значение признака	\bar{x}	\tilde{x}
Число единиц, обладающих изучаемым признаком	M	m
Доля единиц, обладающих изучаемым признаком	p	w
Доля единиц, не обладающих изучаемым признаком	1-p (q)	1-w
Дисперсия	$s_0^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2 * f}{\sum f}$	$s_\epsilon^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2 * f_\epsilon}{\sum f_\epsilon}$
Среднее квадратическое отклонение	$s_0 = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 * f}{\sum f}}$	$s_\epsilon = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2 * f_\epsilon}{\sum f_\epsilon}}$

Расхождения между генеральными и выборочными характеристиками изучаются на основе предельных теорем теории вероятности.

В статистике речь идёт о возможных ошибках выборки.

7.3 Виды, способы и методы отбора единиц из генеральной в выборочную совокупность

Для того, чтобы выборка была репрезентативной, необходима объективная система организации отбора единиц из генеральной совокупности.

Различают два вида выборочного наблюдения или отбора единиц:

- повторный отбор;
- бесповторный отбор.

Повторный отбор («схема возвратного шара») предполагает, что отобранная однажды единица возвращается обратно в генеральную совокупность и имеет равную с другими единицами возможность быть

отобранной вновь. Объём генеральной совокупности во время отбора остаётся неизменным.

Бесповторный отбор («схема безвозвратного шара») подразумевает, что однажды отобранная единица не возвращается в генеральную совокупность. Поэтому численность генеральной совокупности всё время уменьшается, а следовательно, вероятность попадания оставшихся единиц в выборку всё время возрастает. Бесповторный отбор даёт более точные результаты и поэтому на практике находит более широкое применение, чем повторный.

При проведении выборочного наблюдения могут использоваться следующие способы отбора единиц из генеральной совокупности:

- индивидуальный отбор – в выборку отбираются отдельные единицы исследуемой совокупности;
- групповой отбор – в выборку попадают качественно однородные группы или серии изучаемых единиц;
- комбинированный отбор предполагает комбинацию (сочетание) индивидуального и группового отбора.

Для формирования выборочной совокупности возможны следующие методы отбора единиц:

- собственно-случайный (случайный);
- механический;
- типический;
- серийный;
- комбинированные наблюдения (многоступенчатый отбор, многофазный отбор);
- моментно-выборочное наблюдение (метод моментных наблюдений).

Случайный (собственно-случайный) отбор предполагает равную вероятность попадания единиц в выборочную совокупность. Он может проводиться при помощи жеребьёвки или таблицы случайных чисел.

Механический отбор заключается в отборе единиц из генеральной совокупности, производимом в каком-либо механическом порядке (например, в отборе каждой 5-ой, каждой 10-й, 20-й и т.д. единицы). При этом для обеспечения репрезентативности выборки предполагается определённое расположение единиц генеральной совокупности (например, в алфавитном порядке либо в проранжированном по размеру признака виде и т.д.).

Промежуток, через который нужно отбирать единицы, или шаг отсчёта зависит от пропорции отбора, исчисляемой делением численности генеральной совокупности на численность выборки:

$$N / n = 10.$$

Следовательно, например: 5-ая, 15-ая, 25-ая и т.д. (первая – любая из первых 10-и и далее + 10). Иногда первая – обязательно середина

итога отсчёта (но это если было произведено предварительное ранжирование по исследуемому (либо существенному) признаку).

Типический отбор имеет место при изучении неоднородных по исследуемым признакам совокупностей. Тогда перед производством выборки генеральная совокупность делится на группы, механическим либо случайным методом отбираются единицы.

Например, при изучении уровня заработной платы имеет смысл вначале сгруппировать работников по отраслям национальной экономики. Обычно из каждой группы берется определенный процент единиц (пропорциональный отбор), но иногда и одинаковое число единиц (непропорциональный отбор).

Например, изучается уровень выполнения норм выработки. Известно, что на предприятии 80 % рабочих имеют высокую квалификацию и 20 % – низкую. Необходимо отобрать 120 человек, тогда:

$120 * 80 / 100 = 96$ чел. – из группы высококвалифицированных рабочих.

$120 * 20 / 100 = 24$ чел. – из группы низкоквалифицированных рабочих.

Типический отбор иногда называют расслоенным или стратифицированным. Он даёт более точные результаты по сравнению с другими методами отбора.

Серийный отбор предполагает отбор из генеральной совокупности не отдельных единиц, а групп, которые принято называть сериями (гнездами). Внутри отобранных серий проводится сплошное обследование всех единиц.

Например, при проведении 20 % статистического контроля качества отбираются пачки (транспортные партии) изделий по 10 ед. Сменный выпуск составляет 250 изделий. Тогда число серий в генеральной совокупности:

$$R = \frac{250}{10} = 25 \text{ серий}$$

Число серий в выборочной совокупности можно определить:

- 1) $\mu = 25 \text{ серий} * 0,2 = 5 \text{ серий}$;
- 2) $\mu = 250 * 0,2 / 10 = 5 \text{ серий}$.

Серийный отбор легче организовать и провести, однако он имеет существенный недостаток: не обеспечивается представительство каждой серии, а следовательно, не исключается влияние межсерийной вариации.

Все рассматриваемые методы формирования выборочной совокупности предлагают отбор единиц совокупности в выборку уже на первом этапе отбора. Такой отбор называется одноступенчатым.

На практике часто используется многоступенчатый отбор, при котором на первом этапе отбираются группы (серии), а на следующем –

механическим или случайным способом из отобранных серий выбираются единицы наблюдения. Учитывая, что при построении многоступенчатой выборки происходит комбинация различных методов отбора, такую выборку иногда называют комбинированной.

К комбинированной выборке относят и многофазный отбор. Его особенностью является тот факт, что из числа единиц, отобранных на первом этапе, на следующих этапах отбирается всё меньше единиц, но расширяется программа наблюдения.

Таблица 7.2 – Признаки, наблюдаемые по предприятиям, по этапам многофазного отбора

№ этапа	Количество наблюдаемых предприятий	Признаки
1 этап	100	1) объем продукции; 2) число работающих; 3) стоимость основных средств
2 этап	30	1) объем продукции; 2) число работающих; 3) стоимость основных средств; 4) фонд заработной платы; 5) выручка от реализации продукции; 6) прибыль; 7) себестоимость
3 этап	10	1) объем продукции; 2) число работающих; 3) стоимость основных средств; 4) фонд заработной платы; 5) выручка от реализации продукции; 6) прибыль; 7) себестоимость продукции; 8) производительность труда; 9) заработная плата 1 работающего; 10) фондоотдача основных средств; 11) затраты на 1 рубль продукции; 12) рентабельность и т.д.

Так как 1, 2, 3 признака повторяются на всех последующих этапах, аналогично далее повторяются 4, 5, 6, 7, это даёт возможность дополнительной проверки.

Основное отличие многофазного отбора от многоступенчатого состоит в том, что при многофазном отборе на каждом этапе единица отбора одна и та же, а при многоступенчатом – на каждом этапе своя единица отбора.

Особым методом выборочного наблюдения является метод моментных наблюдений (или моментно-выборочное наблюдение). Он используется достаточно широко в промышленности для изучения использования рабочего времени (исполнителей и оборудования).

Суть его заключается в том, что через определенные промежутки времени (в определенные моменты) происходит фиксация состояния изучаемой совокупности.

Например, оборудование – может быть зафиксировано два состояния: а) работа; б) простой.

За смену по единице оборудования А зафиксировано 29 элементов «работа» и 4 элемента «простой».

Следовательно

$$\frac{28}{28+4} = 0,875 \text{ или } *100 = 87,5\% - \text{удельный вес элемента "работа"}$$

$$\frac{4}{28+4} = 0,125 \text{ или } 12,5\% - \text{удельный вес элемента "простой"}$$

Т.к. в смене 8 часов или 480 минут, то оборудование работало $(480 * 0,875) 420$ минут или 7 часов и простаивало $(480 * 0,125) 60$ минут или 1 час.

Особенность такой выборки: выборка производится по времени. Т.е. генеральная совокупность – продолжительность смены, выборочная совокупность – совокупность отдельных моментных состояний объекта.

7.4 Ошибки выборочного наблюдения

Информация, получаемая в результате выборочного наблюдения, может иметь расхождение с реальной действительностью. Т.к. речь идет о варьирующих признаках и обследованию подвергается не вся совокупность, а только ее часть, можно с уверенностью утверждать, что статистические показатели, рассчитанные по выборке, не будут абсолютно совпадать с показателями генеральной совокупности.

Так, средняя величина признака в генеральной совокупности имеет всегда одно и то же значение. В то же время средняя, рассчитанная по выборке, будет колебаться по мере того, как будут меняться единицы, отобранные в выборку. То же можно утверждать и о доле и частоте.

Следовательно, речь должна идти о том, чтобы:

во-первых, максимально приблизить показатели выборки к показателям генеральной совокупности;

во-вторых, знать возможные пределы их отклонений;

в-третьих, знать условия, от которых зависит величина этих отклонений.

Расхождения между характеристиками выборочной совокупности и характеристиками генеральной совокупности носят название ошибки выборочного наблюдения.

Различают ошибки выборки и ошибки регистрации (раздел 2.4).

Ошибки выборки называют ошибками репрезентативности. Возникают они вследствие естественного расхождения характеристики выборочной и генеральной совокупности, носят случайный характер и с равной вероятностью могут либо увеличивать, либо уменьшать характеристики генеральной совокупности.

Различают ошибки выборки:

- средние (стандартные);
- предельные.

Средними ошибки называются потому, что они будут разные в зависимости от того, какие единицы попали в выборку, т.е. речь идет о средней величине из возможных ошибок.

Средняя ошибка выборки (m) зависит от: а) объема (численности) выборочной совокупности (чем больше n , тем меньше m); б) степени вариации изучаемого признака (чем больше s^2 , тем больше m); в) схемы отбора единиц из генеральной в выборочную совокупность.

Степень вариации признака в данном случае оценивается дисперсией s^2 . При проведении выборочного наблюдения обычно генеральная дисперсия неизвестна. Представляется возможным расчет лишь выборочной дисперсии. Доказано, что при достаточно больших n , когда величина $\frac{n}{n-1}$ близка к 1, выборочная дисперсия приближенно равна генеральной:

$$s_0^2 \approx s_B^2 \quad \text{при} \quad \frac{n}{n-1} \approx 1.$$

При случайном повторном отборе величина средней ошибки рассчитывается по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{s_0^2}{n}}.$$

Учитывая, что $s_0^2 \approx s_B^2$,

$$m = \sqrt{\frac{s^2}{n}}, \quad \text{где } s^2 \text{ – выборочная дисперсия.}$$

Тогда: а) для средней величины

$$m_x = \sqrt{\frac{s_x^2}{n}} = \frac{\sqrt{\sum (x - \tilde{x})^2}}{n},$$

б) для доли

$$m_w = \sqrt{\frac{s_w^2}{n}} = \sqrt{\frac{w(1-w)}{n}}.$$

При случайном бесповторном отборе численность единиц генеральной совокупности уменьшается в процессе отбора. Следовательно, и вероятность ошибки уменьшается. Потому при исчислении средних ошибок для бесповторного отбора в формулы m_x и m_w вводится дополнительный множитель $(1 - \frac{n}{N})$ ($\frac{n}{N}$ – доля отобранных единиц из генеральной совокупности).

Величина средней ошибки в этом случае определяется по формулам:

а) для средней величины

$$m_x = \sqrt{\frac{s_x^2}{n} * \left(1 - \frac{n}{N}\right)},$$

б) для доли

$$m_w = \sqrt{\frac{w(1-w)}{n} * \left(1 - \frac{n}{N}\right)}.$$

Т.к. $n < N$, выражение $\left(1 - \frac{n}{N}\right) < 1$, ошибки при бесповторном отборе будут меньше, чем при повторном.

При механическом отборе средняя ошибка определяется по формуле случайного бесповторного отбора.

В случае типического отбора в качестве показателя вариации выступает средняя из внутригрупповых дисперсий (см. раздел 6.3). Поэтому средняя ошибка выборки при типическом повторном отборе:

а) для средней величины

$$m_x = \sqrt{\frac{s_{zp}^2}{n}} \quad \overline{s_{zp}^2} = \frac{\sum s_{zp}^2 * f_{zp}}{\sum f_{zp}},$$

б) для доли

$$m_w = \sqrt{\frac{w(1-w)}{n}}, \quad f_{zp} - \text{число единиц в изучаемой группе}$$

$$\overline{w(1-w)} = \frac{\sum [w_{zp}(1-w_{zp})] * f_{zp}}{\sum f_{zp}}.$$

В случае бесповторного отбора также добавляется множитель $\left(1 - \frac{n}{N}\right)$, то есть при типическом бесповторном отборе средняя ошибка рассчитывается:

а) для средней величины

$$m_x = \sqrt{\frac{s_{zp}^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)},$$

б) для доли

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

При серийном отборе оценка вариации признака производится по межсерийной дисперсии d^2 (см. раздел 6.3), а численность выборки характеризуется числом отобранных серий – r .

Тогда для повторного серийного отбора средняя ошибка определяется как:

$$m = \sqrt{\frac{d^2}{r}},$$

а для бесповторного

$$m = \sqrt{\frac{d^2}{r} \left(1 - \frac{r}{R}\right)}.$$

Зная среднюю величину (средний размер) признака в выборке и среднюю ошибку, можно записать пределы (границы) генеральной средней:

$$\tilde{x} - m_x < \bar{x} < \tilde{x} + m_x.$$

Аналогично для доли:

$$w - m_w < p < w + m_w.$$

Вместе с тем, утверждать, что генеральная средняя или доля не выйдут за указанные пределы, можно только с определённой степенью вероятности - 0,683. Это означает, что если в генеральной совокупности 1000 единиц, то 683 из них будут находиться в указанных пределах, а 317 могут выходить за эти пределы. Следовательно, оценка генеральной совокупности по $\bar{x} = \tilde{x} \pm m_x$ или $p = w \pm m_w$ является довольно приблизительной, грубой.

На практике чаще всего требуется получение более точного результата. Для того, чтобы повысить вероятность гарантии пределов характеристик выборки, прибегают к исчислению не средних, а предельных ошибок. Известные математики П.Л. Чебышев и А.М. Ляпунов предложили для повышения вероятности невыхода значений генеральной совокупности за пределы характеристик выборки удвоить

или утроить среднюю ошибки. То есть m_x – средняя ошибка, то предельная ошибка:

$$\Delta x = t * m_x,$$

где t – коэффициент доверия.

$t = 1, 2, 3$ (чаще всего, хотя могут быть другие промежуточные значения).

Аналогично для доли:

$$\Delta_w = t * m_w.$$

Коэффициент доверия определяет вероятность, с которой можно утверждать, что максимальная ошибка выборки не превысит величины $t * m$.

При этом для $t = 1$ эта вероятность - 0,683; для $t = 2$ вероятность - 0,954; а для $t = 3$ вероятность - 0,997.

То есть с вероятностью 0,997 можно утверждать, что

$$\tilde{x} - 3m_x < \bar{x} < \tilde{x} + 3m_x.$$

После того, как рассчитаны показатели выборки, они распространяются на (характеристики) генеральную совокупность с помощью предельных ошибок:

$$\tilde{x} - \Delta_x < \bar{x} < \tilde{x} + \Delta_x \text{ или } w - \Delta_w < p < w + \Delta_w.$$

Предельные ошибки являются абсолютными величинами. Но на их основе могут быть рассчитаны и предельные относительные ошибки:

$$\Delta_x \% = \frac{\Delta_x}{\tilde{x}} * 100 \text{ или } \Delta_w \% = \frac{\Delta_w}{w} * 100.$$

Пример 1: с вероятностью 0,997 необходимо определить, в каких пределах находится средний % выполнения норм выработки, если из 1000 рабочих под обследование выбрано случайным бесповторным методом 50 человек и получены следующие показатели: средний % выполнения норм выработки (по выборке) – 105 %, а дисперсия % выполнения норм выработки по выборке составила 112,5 %.

1. Определяем величину средней ошибки:

$$m_x = \sqrt{\frac{s_x^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} = \sqrt{\frac{112,5}{50} \left(1 - \frac{50}{1000}\right)} = 1,462.$$

2. Определяем величину предельной ошибки, учитывая, что гарантировать вероятность 0,997 может предельная ошибка при $t = 3$:

$$\Delta_x = 3 * 1,462 = 4,386.$$

3. С вероятностью 0,997 можно утверждать, что средний % выполнения норм выработки рабочими (всеми) находится в пределах:

$$105 - 4,386 < \bar{x} < 105 + 4,386$$

$$100,614\% < x < 109,386\% .$$

Пример 2. Определить с вероятностью 0,954 в каких пределах находится удельный вес нестандартной продукции в партии изделий в 1000 единиц, если в отобранных случайным повторным методом 40 единицах оказалось 8 нестандартных.

1. Определяем частоту:

$$w = \frac{m}{n} = \frac{8}{40} = 0,2 .$$

2. Определяем дисперсию:

w – частота нестандартной продукции, $1-w$ – частота стандартной продукции.

$$s_w^2 = 0,2 * 0,8 = 0,16 .$$

3. Определяем среднюю ошибку:

$$m_w = \sqrt{\frac{w(1-w)}{n}} = \sqrt{\frac{0,16}{40}} = 0,063 .$$

4. Определяем предельную ошибку, вероятность 0,954, следовательно, $t = 2$:

$$\Delta_w = t * m_w = 2 * 0,063 = 0,126 .$$

5. С вероятностью 0,954 можно утверждать, что доля нестандартной продукции в исследуемой партии находится в пределах:

$$0,2 - 0,126 < p < 0,2 + 0,126 ,$$

$$0,074 < p < 0,326 ,$$

от 7,4 % до 32,6 %.

7.5 Определение численности выборки

Так как величина ошибок выборочного наблюдения зависит от объёма выборки, то на стадии организации выборочного наблюдения необходимо решить вопрос о том, каким должен быть объём выборки, чтобы была обеспечена требуемая точность результатов.

Формулы для определения необходимой численности выборки выводятся из формул предельных ошибок.

Так, для случайного повторного отбора:

$$\Delta = t * m = t * \sqrt{\frac{s^2}{n}} , \text{ следовательно } \Delta^2 = t^2 * \frac{s^2}{n} .$$

Отсюда получаем $n = \frac{t^2 s^2}{\Delta^2} .$

В случае количественного признака (т.е. для средней величины):

$$n = \frac{t^2 S_x^2}{\Delta_x^2} .$$

В случае качественного признака (для доли):

$$n = \frac{t^2 S_w^2}{\Delta_w^2}.$$

В случае, когда $t = 1$, формулы принимают вид:

$$n = \frac{S^2}{m^2}.$$

Для случайного бесповторного отбора численность выборки составит соответственно:

- для количественного признака (для средней величины):

$$n = \frac{t^2 S_x^2 N}{\Delta_x^2 N + t^2 S_x^2};$$

- для качественного признака (для доли):

$$n = \frac{t^2 S_w^2 N}{\Delta_w^2 N + t^2 S_w^2}, \quad S_w^2 = w(1-w).$$

Аналогичным образом определяют и объем выборок, формируемых по другим схемам [4], т.е. из предельных ошибок, следовательно, задаваясь величиной ошибки в абсолютном выражении, исследователь может определить численность единиц, которые нужно отобрать в выборку. Проблемным остается определение s^2 . Как правило, это происходит с помощью пробного обследования (обычно небольшого объема единиц).

7.6 Малая выборка и сфера ее применения

Несмотря на то, что уменьшение объема выборки сопровождается ростом величины стандартной ошибки, на практике часто приходится ограничиваться малым числом наблюдений. Чаще всего эта необходимость возникает при проверке качества продукции, связанной с ее уничтожением (так называемый разрушающий контроль качества продукции). Например, при проверке ткань на разрыв.

В этих случаях ограничиваются малыми выборками.

Под малой выборкой понимается такое выборочное наблюдение, численность единиц которого не превышает 30 единиц.

Первые работы в теории малых выборок были проведены Стьюдентом и продолжены Фишером. Доказано, что и при малых выборках характеристики выборочной совокупности могут быть перенесены на генеральную совокупность. Однако расчет средней и предельной ошибок в случае малой выборки имеет свои особенности.

В математической статистике доказано, что соотношение между выборочной и генеральной дисперсией:

$$s_0^2 = s_B^2 \left(\frac{n}{n-1} \right)$$

В случае достаточно большого объема выборки сомножителем $\frac{n}{n-1}$ пренебрегают, т.к. $\frac{n}{n-1} \approx 1$ (см. 7.4).

Однако в случае малой выборки этого делать нельзя. Тогда формула средней ошибки малой выборки будет иметь вид:

$$m_{M.B.} = \sqrt{\frac{S_{M.B.}^2}{n-1}}$$

Вывод формулы:

$$m = \sqrt{\frac{S_0^2}{n}} = \sqrt{\frac{S_{M.B.}^2 * n}{n-1}} : n = \sqrt{\frac{S_{M.B.}^2}{n-1}}$$

Предельная ошибка малой выборки

$$\Delta_{M.B.} = tm_{M.B.}$$

Однако величина t иначе связана с вероятностной оценкой, чем при обычной выборке.

Закон распределения величины t носит в статистике название закона распределения Стьюдента.

В данном случае вероятностная оценка зависит не только от t , но и от n .

Распределение вероятности в малых выборках в зависимости от коэффициента доверия t и объема выборки n (фрагмент таблицы 7.3):

Таблица 7.3 – Распределение вероятности ошибок в зависимости от коэффициента доверия и численности малых выборок

n \ t	5	...	10	...	20	...	Обычная выборка
...							
1	0,626		0,657		0,670		0,683
...							
2	0,884		0,924		0,940		0,954
...							
3	0,960		0,984		0,992		0,997

Как и в случае обычной выборки, на заключительном этапе определяются доверительные интервалы, в которых может находиться генеральная средняя

$$\tilde{x} - \Delta_{M.B.} < \bar{x} < \tilde{x} + \Delta_{M.B.}$$

или генеральная доля

$$w - \Delta_{M.B.} < r < w + \Delta_{M.B.} .$$

8 СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

1. Ряды динамики, их виды и правила построения.
2. Аналитические показатели ряда динамики.
3. Средние показатели ряда динамики.
4. Статистические методы выявления основной тенденции в развитии явлений.
 - 4.1 Метод укрупнения интервалов.
 - 4.2 Метод скользящей средней.
 - 4.3 Метод приведения ряда динамики к единому основанию.
 - 4.4 Метод аналитического выравнивания рядов динамики.
5. Сезонные колебания в рядах динамики и методы измерения.
6. Экстраполяция и интерполяция в рядах динамики.

8.1 Ряды динамики, их виды и правила построения

Одной из важнейших задач статистики является изучение изменения общественных (социальных и экономических) явлений во времени. Эта задача решается путём построения и анализа рядов динамики.

Ряд динамики – это ряд последовательно расположенных в хронологическом порядке показателей, которые характеризуют развитие явлений во времени.

Каждый ряд динамики (или динамический ряд, или временной ряд) состоит из двух элементов:

t – показатели времени;

y – соответствующие им уровни развития экономического явления. Их называют уровнями ряда динамики. Например, таблица 8.1.

Таблица 8.1 – Динамика объема товарной продукции (данные условные)

Годы	t	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Объём товарной продукции, млн. руб.	y	840	935	1120	1180	1543	2890	3240

Исследование рядов динамики имеет большое значение для процесса познания, так как они дают возможность выявить закономерность в изменении во времени того или иного общественного явления.

С точки зрения характеристики развития явления во времени ряды динамики делятся на:

- моментные;
- интервальные.

Моментные ряды динамики отображают состояние изучаемых явлений на определённые моменты времени (в большинстве случаев – на дату (таблица 8.2). Их особенности:

- уровни повторяются друг в друге;
- уровни не отражают период, в течение которого сохраняется их размер;
- уровни нельзя суммировать, так как полученная сумма лишена смысла (основное свойство).

Таблица 8.2 – Динамика численности работников (данные условные)

Дата	t	01.01.09	01.02.09	01.03.09	01.04.09
Списочная численность работников, чел	y	517	515	518	517

Интервальные ряды динамики отображают состояние (развитие) изучаемых явлений за отдельные интервалы времени (год, квартал, месяц, декаду и т.п. (таблица 8.3). Их особенности:

- уровни не повторяются друг в друге, так как являются новыми по отношению к предыдущему периоду;
- уровни отражают период, за который они приведены;
- уровни можно суммировать, получая при этом размеры явления за более длительный промежуток времени (основное свойство).

Таблица 8.3 – Динамика фонда заработной платы (данные условные)

Квартал	t	I	II	III	IV
ФЗП, млн. руб.	y	800	780	820	900

$800 + 780 + 820 + 900 = 3300$ млн. руб. – годовой ФЗП.

В зависимости от приводимых в них обобщающих показателей ряды динамики можно подразделить на:

- а) ряды динамики абсолютных величин (все приведенные ранее примеры);
- б) ряды динамики относительных величин (например, интенсивности).

Таблица 8.4 – Динамика обеспеченности мобильными телефонами (данные условные)

Годы	2000	2002	2004	2006	2008
Количество мобильных телефонов на 100 чел.	50	60	65	80	93

Наиболее распространены ряды динамики следующих относительных величин: структуры, темпов роста и интенсивности.

- в) ряды динамики средних величин.

Таблица 8.5 – Динамика средней заработной платы (данные условные)

Годы	2006	2007	2008
Средняя заработная плата, тыс. руб.	820	875	958

Основополагающими в этой системе являются ряды динамики абсолютных величин, так как на их основе составляются ряды динамики относительных и средних величин. В свою очередь, ряды динамики относительных и средних величин позволяют охарактеризовать качественные сдвиги в развитии явлений.

Важнейшей проблемой при построении рядов динамики является проблема сопоставимости уровни ряда. Для обеспечения этой сопоставимости при построении рядов динамики необходимо соблюдать следующие правила:

- 1) Все показатели рядов динамики должны быть исчислены в одних и тех же единицах измерения;
- 2) Все показатели рядов динамики должны быть исчислены по единой методологии;
- 3) Все показатели рядов динамики должны быть исчислены в одних и тех же территориальных границах;
- 4) Все показатели рядов динамики должны быть исчислены относительно одного и того же круга объектов (или объекта);
- 5) Если уровни рядов динамики имеют стоимостную оценку, то цены должны быть сопоставимыми, то есть едиными.

Например, имеется информация об объеме товарной продукции (таблица 8.6):

Таблица 8.6 – Динамика объема товарной продукции (данные условные)

Объём товарной продукции, млрд. руб.	2000	2001	2002	2003	2004	2005
- в ценах 2001г.	20	21				
- в ценах 2002г.		25	24			
- в ценах 2003г.			26	28		
- в ценах 2004г.				30	30	
- в ценах 2005г.					32	35

Располагая такой информацией, можно получить неверный ответ на вопрос, как изменился объём товарной продукции в 2005 году по сравнению с 2000:

$$\frac{32}{20} = 1,75 \text{ – это неверно!}$$

В данном случае для приведения уровней рядов динамики к сопоставимому виду используется приём, который в статистике принято называть смыкание рядов.

Расчет коэффициентов (индексов) изменения цен:

$$K_{2001} = \frac{25}{22} = 1,1364$$

$$K_{2002} = \frac{26}{24} = 1,0833$$

$$K_{2003} = \frac{30}{28} = 1,0714$$

$$K_{2004} = \frac{32}{30} = 1,0667, \text{ можем оценить объемы товарной продукции,}$$

например, в ценах 2005 года.

Тогда уровень 2000 г. = $20 * 1,1364 * 1,0833 * 1,0714 * 1,0667 = 28,139$ млрд. руб.

Уровень 2001 г. = $25 * 1,0833 * 1,0714 * 1,0667 = 30,952$ млрд. руб.

Уровень 2002 г. = $26 * 1,0714 * 1,0667 = 29,714$ млрд. руб.

Уровень 2003 г. = $30 * 1,0667 = 32$ млрд. руб.

Получаем ряд динамики:

Таблица 8.7 – Динамика объема товарной продукции

Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Объем товарной продукции в ценах 2005 года, млрд. руб.	28	31	30	32	32	35

Рост составит $\frac{35}{28} = 1,25$ раза.

8.2 Аналитические показатели ряда динамики

Развитие социальных и экономических явлений во времени оценивается в статистике при помощи специальных показателей динамики:

- аналитических;
- средних.

Аналитические показатели динамики получают в результате сопоставления уровней рядов динамики. Они могут быть определены цепным и базисным способом. При цепном способе каждый уровень ряда динамики сопоставляется с предыдущим, а при базисном способе каждый уровень сопоставляется с одним и тем же уровнем, принятым за базу сравнения (как правило, первым).

К числу важнейших аналитических показателей относят:

- абсолютный прирост;
- темп роста;
- темп прироста;
- вес (абсолютное значение) 1 % прироста;

иногда к ним добавляют:

- ускорение;
- коэффициент опережения;
- темп наращивания.

Абсолютный прирост показывает, на сколько (в единицах измерения уровней ряда) уровень одного периода больше или меньше уровня, принятого за базу сравнения. В зависимости от базы сравнения абсолютные приросты могут быть:

- цепные;
- базисные.

Цепной абсолютный прирост:

$$\Delta y_{\text{ц}} = y_i - y_{i-1}. \quad (8.1)$$

Базисный абсолютный прирост:

$$\Delta y_{\text{б}} = y_i - y_0. \quad (8.2)$$

Если значения $\Delta y_{\text{ц}}$ постоянны, то уровни ряда изменяются равномерно. Если же $\Delta y_{\text{ц}}$ увеличиваются или уменьшаются, это означает, что развитие явления ускоряется или замедляется. Тогда имеет смысл рассчитывать показатель ускорения:

$$\Delta_{\Delta} = \Delta y_i - \Delta y_{i-1} \quad (8.3)$$

Кроме этого, между показателями $\Delta y_{\text{б}}$ и $\Delta y_{\text{ц}}$ существует взаимосвязь: сумма цепных абсолютных приростов равна базисному абсолютному приросту:

$$\Delta y_{\text{б}} = \sum \Delta y_{\text{ц}} \quad (8.4)$$

$$\sum \Delta y_{\text{ц}} = (y_2 - y_0) + (y_2 - y_1) + (y_3 - y_2) + \dots + (y_n - y_{n-1}) = y_n - y_0 \quad (8.5)$$

Темп роста показывает, во сколько раз данный уровень ряда динамики больше (меньше) принятого за базу сравнения. Он может выражаться в виде коэффициента либо в процентах.

Цепной темп роста:

$$T_{pc} = \frac{y_i}{y_{i-1}} (*100\%). \quad (8.6)$$

Базисный темп роста:

$$T_{pb} = \frac{y_i}{y_0} (*100\%). \quad (8.7)$$

Между цепными и базисными темпами роста существует связь, которая позволяет при необходимости переходить от цепных к базисным и наоборот:

- произведение цепных темпов роста (коэффициентов) равно базисному;

- отношение базисного темпа роста (коэффициента) i – ого периода к базисному темпу роста (коэффициенту) $(i - 1)$ –ого периода равно цепному темпу роста i -го периода.

Эта взаимосвязь в формульном виде выражается следующим образом:

$$T_{pbi} = T_{pc1} * T_{pc2} * T_{pc3} * \dots * T_{pci}, \quad (8.8)$$

$$T_{pci} = \frac{T_{pbi}}{T_{pbi-1}}. \quad (8.9)$$

Иногда на практике приходится сравнивать темпы роста разных показателей, относящихся к одной и той же совокупности (заработная плата и производительность труда), либо одного и того же показателя, но рассчитанного в разных совокупностях (ВВП в РБ и РФ). В таких случаях производится сопоставление темпов роста двух показателей, а результат этого сопоставления называют коэффициент опережения.

Таблица 8.8 – Динамика товарооборота (данные условные)

Годы	2005	2006	2007	2008
Базисные темпы роста товарооборота по магазинам, %:				
- магазин 1	100	111	125	139
- магазин 2	100	113	167	187

$$k_{on} = \frac{187}{139} = 1,35$$

Т.е. товарооборот растет и по магазину № 1 и по магазину № 2. Однако по магазину № 2 он растет в 1,35 раза быстрее.

Темп прироста показывает, на сколько процентов данный уровень РД больше либо меньше принятого за базу сравнения. Темп прироста –

это отношение абсолютного прироста к сравниваемому уровню (к базе сравнения):

- цепной темп прироста:

$$T_{np\ u} = \frac{\Delta y_u}{y_{i-1}} (*100\%) \frac{y_1 - y_0}{y_1}; \frac{y_2 - y_1}{y_1} \text{ и т.д.} \quad (8.10)$$

- базисный темп прироста:

$$T_{np\ б} = \frac{\Delta y_б}{y_0} (*100\%) \frac{y_1 - y_0}{y_0}; \frac{y_2 - y_0}{y_0} \text{ и т.д.} \quad (8.11)$$

На практике темп прироста чаще всего рассчитывают исходя из взаимосвязи между показателями темпов роста и темпов прироста:

$$\begin{aligned} T_{np} &= T_r - 1 \text{ (коэффициент)} \\ \text{либо} \\ T_{np} &= T_r - 100 (\%). \end{aligned} \quad (8.12)$$

Абсолютное значение одного процента прироста (или вес 1% прироста) показывает, насколько весом каждый % прироста, какое содержание или какая абсолютная величина за ним скрывается:

$$\text{Абс. зн. 1\%} = \frac{\Delta y}{T_{np}(\%)}. \quad (8.13)$$

Однако можно доказать, что

$$\text{Абс. зн. 1\%} = 0,01 y_{i-1} \text{ (т.е. это 1/100 предыдущего уровня)}$$

$$\frac{\Delta y}{T_{np}(\%)} = \frac{y_1 - y_{i-1}}{\frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} * 100} = \frac{y_{i-1}}{100} = 0,01 y_{i-1}. \quad (8.14)$$

Из этого следует, что абсолютное значение 1 % прироста имеет смысл лишь для цепных показателей, т.к. в случае базисных – это будет постоянное число для всех t.

Темп наращивания исчисляется как отношение цепных абсолютных приростов к уровню, принятому за базисный:

$$T_n = \frac{\Delta y_u}{y_0} \frac{y_1 - y_0}{y_0} \frac{y_2 - y_1}{y_0} \text{ и т.д.} \quad (8.15)$$

Как и ускорение, представляет интерес в том случае, если абсолютные приросты от одного периода к другому возрастают.

Таблица 8.9 – Пример расчета

Наименование показателей	Ед.изм.	Уровни показателей по годам			
		2005	2006	2007	2008
Прибыль	млрд. руб.	69	71	73	77
Аналитические показатели динамики:					
а) абсолютный прирост:	млрд. руб.				
- цепной		-	2	2	4
- базисный		-	2	4	8
б) темп роста:					
- цепной	коэф-т	-	1,029	1,028	1,055
	%	-	102,9	102,8	105,5
- базисный	коэф-т	-	1,029	1,058	1,116
	%	-	102,9	105,8	111,6
в) темп прироста:					
- цепной	коэф-т	-	0,029	0,028	0,055
	%	-	2,9	2,8	5,5
- базисный	коэф-т	-	0,029	0,058	0,116
	%	-	2,9	5,8	11,6
г) абсолютное значение одного процента прироста:	млрд. руб.	-	0,69	0,71	0,73
д) темп наращивания	коэф-т	-	0,029	0,029	0,058
	%	-	2,9	2,9	5,8
е) ускорение	млрд. руб.	-		0	2

8.3 Средние показатели ряда динамики

Ряд динамики представляет статистическую совокупность показателей, варьирующихся во времени. Для сравнения изменений того или иного показателя в разные периоды, в разных странах и т.п. необходимы обобщающие показатели в виде средних величин. Такими обобщающими характеристиками в рядах динамики являются:

- средний уровень ряда динамики;
- средний абсолютный прирост;
- средний темп роста,
- средний темп прироста.

Средний уровень ряда динамики рассчитывается неодинаково для различных видов рядов динамики. Кроме того, в исчислении средних

величин по рядам динамики большое значение играет равенство (либо неравенство) промежутков времени между соседними уровнями.

Так, в интервальном ряду с равными периодами (интервалами) времени средний уровень рассчитывается по формуле средней арифметической простой:

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n}. \quad (8.16)$$

Например, по данным таблицы 8.9:

$$\bar{y} = \frac{69 + 71 + 73 + 77}{4} = 72,5.$$

А в интервальном ряду с неравными периодами он рассчитывается по формуле средней арифметической взвешенной:

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i t_i}{\sum t_i}. \quad (8.17)$$

Таблица 8.10 – Динамика выпуска продукции

Период времени	2007	I кв. 2008	II кв.
Выпуск продукции, млрд.руб.	20	6	7

$$\text{Среднеквартальный уровень} = \frac{20 + 6 + 7 \cdot 0,33}{4 + 1 + 1} = 5,5$$

В моментных рядах динамики с равными интервалами времени средний уровень рассчитывается по формуле средней хронологической:

$$\bar{y} = \frac{\frac{y_1}{2} + y_2 + y_3 + \dots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2}}{n-1}. \quad (8.18)$$

Таблица 8.11 – Динамика остатков готовой продукции на складе организации в первом квартале

Дата	01.01.08	01.02.08	01.03.08	01.04.08
Остатки ГП на складе, млн. руб.	520	600	610	580

$$\bar{y} = \frac{\frac{520}{2} + 600 + 610 + \frac{580}{2}}{4-1} = 586,7 \text{ млн.руб.}$$

Для моментных рядов с неравными интервалами средний уровень определяется по формуле средней арифметической взвешенной, но в качестве весов принимается t_i – количество отрезков времени, на протяжении которых сохраняется данный уровень

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i t_i}{\sum t_i}. \quad (8.19)$$

Например, необходимо определить среднегодовую стоимость основных средств по данным таблицы 8.12.

Таблица 8.12 – Динамика стоимости основных средств

Дата	01.01.08	01.04.08	01.05.08	01.09.08	01.01.09
Стоимость ОС, млрд. руб.	870	830	890	880	880

$$\bar{y} = \frac{870 * 3 + 830 * 1 + 890 * 4 + 880 * 4}{12} = 876,7 \text{ млрд. руб.}$$

t_i – количество месяцев за год $\sum t_i = 12$

Средний абсолютный прирост рассчитывается как средняя арифметическая простая из абсолютных приростов (цепных):

$$\Delta \bar{y} = \frac{\sum \Delta y_u}{n-1}, \quad (8.20)$$

где n – число уровней ряда динамики;

$n-1$ – число абсолютных приростов, которые могут быть получены по n уровням.

Либо учитывая накопление абсолютного прироста:

$$\sum \Delta y_u = (y_1 - y_0) + (y_2 - y_1) + \dots + (y_n - y_{n-1}) = y_n - y_0 \quad (8.21)$$

$$\Delta \bar{y} = \frac{y_n - y_0}{n-1}. \quad (8.22)$$

В нашем примере: $\Delta \bar{y} = \frac{77 - 69}{4 - 1} = 2,667$ либо $\Delta \bar{y} = \frac{2 + 2 + 4}{3} = 2,667$.

Важную роль в анализе рядов динамики играет средний темп роста. Наиболее часто он рассчитывается как средняя геометрическая из цепных темпов роста

$$\bar{T}_p = \sqrt[n-1]{T_{p_1} * T_{p_2} * \dots * T_{p_{n-1}}} . \quad (8.23)$$

Используя выражения $T_{p_i} = \frac{y_i}{y_{i-1}}$, можно получить другую формулу:

$$\bar{T}_p = \sqrt[n-1]{\frac{y_1}{y_0} * \frac{y_2}{y_1} * \frac{y_3}{y_2} * \dots * \frac{y_n}{y_{n-1}}}, \text{ т.е. } \bar{T}_p = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_0}} . \quad (8.24)$$

В нашем примере: $\bar{T}_p = \sqrt[3]{1,029 * 1,028 * 1,055} = 1,037$

либо $\bar{T}_p = \sqrt[3]{\frac{77}{69}} = 1,037$ или 103,7 % .

Средний темп прироста определяется на основе взаимосвязи между темпами роста и прироста.

Если данные о средних темпах роста выражены в виде коэффициента:

$$\bar{T}_{np} = \bar{T}_p - 1, \quad (8.25)$$

$$1,037 - 1 = 0,037,$$

а данные приводятся в процентах, то:

$$\bar{T}_{np} = \bar{T}_p - 100, \quad (8.26)$$

$$103,7 - 100 = 3,7 (\%).$$

По средним показателям в нашем примере можно сделать следующие выводы:

а) размер среднегодовой прибыли за исследуемый период составляет 72,5 млрд.руб.;

б) из года в год прибыль увеличивается в 1,037 раза;

в) за каждый год прибыль возрастает в среднем на 2,667 млрд.руб. или на 3,7 %.

8.4 Статистические методы выявления основной тенденции в развитии явлений

Особый интерес в исследовании закономерностей динамических процессов представляет выявление общей тенденции развития – тренда.

При изучении основной тенденции в рядах динамики решаются две взаимосвязанные задачи:

1) выявление основной тенденции развития и описание ее особенностей (т.е. тенденция роста или снижения);

2) получение количественной оценки основной тенденции развития (т.е. получение уравнения тренда).

Для решения этих задач в анализе рядов динамики используются следующие методы:

- 1) метод укрупнения интервалов;
- 2) метод скользящей средней;
- 3) метод приведения рядов динамики к единому основанию;
- 4) метод аналитического выравнивания.

8.4.1 Метод укрупнения интервалов

Часто в статистических исследованиях имеются ряды динамики, состоящие из большого количества уровней, в которых трудно просматривается закономерность в развитии явления во времени. В этом случае прибегают к использованию метода укрупнения интервалов, сущность которого сводится к следующему: первоначальный ряд динамики преобразуется в ряд динамики с более продолжительными периодами (от месяцев переходят к кварталам, от кварталов – к годам и т.п.).

Например, определить тенденцию выпуска продукции потока по сборке обуви (таблица 8.13).

Таблица 8.13 – Динамика выпуска обуви по месяцам отчетного года

Месяц t	Выпуск обуви, тыс. пар. y	Суммарный выпуск за укрупнённый период (квартал)	Среднемесячные уровни по кварталам	Скольльзящая средняя (по трём уровням)
01	23 ↑	64	21,3	-
02	19 ↓			$\frac{23 + 19 + 22}{3} = 21,3$
03	22 ↓			$\frac{19 + 22 + 25}{3} = 22,0$
04	25 ↓	76	25,3	$\frac{22 + 25 + 24}{3} = 23,6$
05	24 ↓			$25 + 24 + 27 / 3 = 25,3$
06	27 ↓			$24 + 27 + 28 / 3 = 26,3$
07	28 ↓	78	26,0	$27 + 28 + 24 / 3 = 26,3$
08	24 ↓			$28 + 24 + 26 / 3 = 26,0$
09	26 ↓			$24 + 26 + 29 / 3 = 26,3$
10	29 ↓	87	29,0 ↓	$26 + 29 + 30 / 3 = 28,3$
11	30 ↓			$29 + 30 + 28 / 3 = 29,0$
12	28 ↓			-

Анализ исходного ряда не позволяет однозначно определить направление тренда, укрупнение же интервалов указывает на положительную тенденцию в изменении выпуска обуви.

Вместе с тем, необходимо отметить, что назначение данного метода – более наглядное представление тенденции развития явления, но не «затушевывание» этого развития. Поэтому его нельзя использовать:

- а) при анализе ритмичности работы;

б) в тех сферах, где наблюдаются сезонные колебания (сельское хозяйство, услуги и т.д.).

То есть метод имеет ограниченную сферу применения.

8.4.2 Метод скользящей средней

В данном случае от исходных данных переходят к теоретическим уровням – уровням скользящей средней.

Скользящая средняя – это подвижная динамическая средняя из определённого числа уровней ряда (3-х, 4-х, ... и т.д.) при последовательном передвижении на один уровень. То есть первая скользящая средняя из 3-х уровней:

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}, \quad (8.27)$$

вторая

$$\bar{y} = \frac{y_2 + y_3 + y_4}{3}, \quad (8.28)$$

третья

$$\bar{y} = \frac{y_3 + y_4 + y_5}{3} \text{ и т.д.} \quad (8.29)$$

Для большей наглядности уровни скользящей средней (и исходные уровни) наносятся на график.

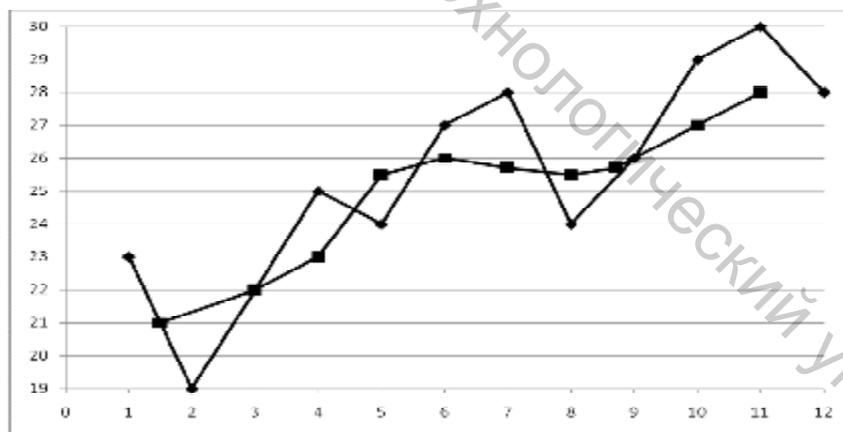


Рисунок 8.14 – Динамика выпуска обуви потоком

Таким образом, изломы линии, отображающей исходную информацию, сглаживаются с помощью уровней скользящей средней, и тенденция в развитии явления рассматривается более чётко.

8.4.3 Метод приведения рядов динамики к единому основанию

Чаще всего этот метод на практике применяется при сравнительном анализе тенденций развития взаимосвязанных явлений:

- заработная плата и производительность труда по предприятию, отрасли и т.д.;

- фондовооружённость и производительность труда;

- выручка от реализации и прибыль от реализации и т.д.

Разные размерности и исходные уровни таких показателей не позволяют определить, уровень какого из них изменяется быстрее.

Например, необходимо сравнить динамику заработной платы и производительности труда.

Таблица 8.15 – Динамика заработной платы и производительности труда рабочих

Квартал	I	II	III	IV
Среднемесячная заработная плата 1 рабочего, тыс. руб.	738	750	780	820
Среднемесячная производительность труда 1 рабочего, шт.	1540	1560	1560	1575

Проведение сравнительного анализа значительно облегчается, если рассматриваемые ряды динамики приведены к единому основанию, то есть их уровни выражены в процентах к начальному уровню (возможно, к среднему или другому характерному уровню).

Приняв в качестве базы сравнения (то есть за 100 %) начальный уровень ряда динамики, исходные ряды преобразуем в ряды базисных темпов роста:

Таблица 8.16 – Базисные темпы роста заработной платы и производительности труда рабочих

Квартал	I	II	III	IV
Темп роста заработной платы, %	100,0	101,6	105,7	111,1
Темп роста производительности труда, %	100,0	101,3	101,3	102,3

То есть заработная плата растёт быстрее, чем производительность труда. Для сравнения может быть рассчитан коэффициент опережения:

$$K_{оп.} = \frac{111,1}{102,3} = 1,086.$$

Этот же приём, то есть приведение рядов к единому основанию, может быть использован при сравнении динамики одного и того же показателя, но в разных совокупностях.

Особое внимание при использовании метода приведения рядов динамики к единому основанию уделяется выбору базы сравнения (или основанию), так как она оказывает весьма существенное влияние на результаты исследования.

Для наглядности часто строится график.

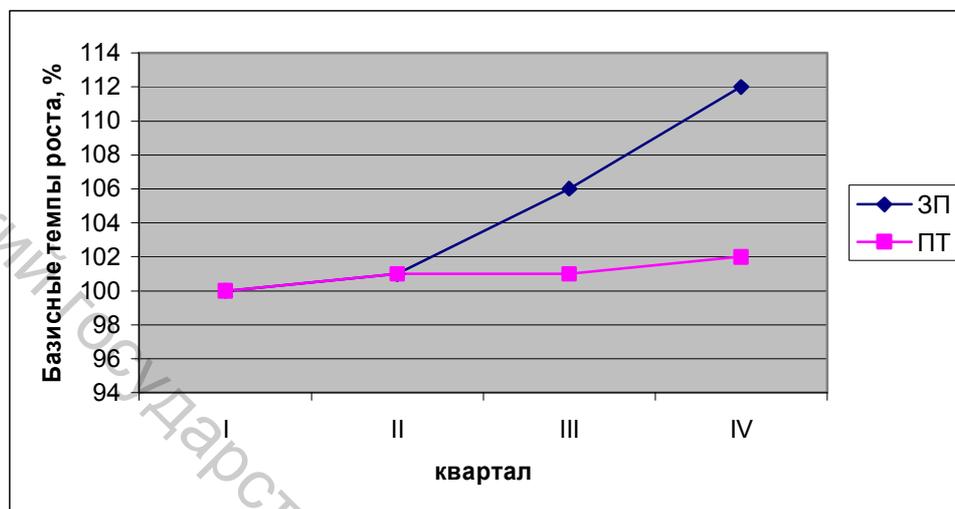


Рисунок 8.2 – Темпы роста заработной платы и производительности труда рабочих

8.4.4 Метод аналитического выравнивания рядов динамики

Этот метод изучения закономерностей в рядах динамики нашёл наиболее широкое применение на практике, так как он имеет существенное преимущество: он позволяет приблизительно выразить определённым математическим законом развитие явления, то есть получить математическое описание этого развития в виде функции:

$$y = f(t). \quad (8.30)$$

По экономическому смыслу и возможности последующей интерпретации математических расчётов рекомендуется выделять 4 типа развития явления во времени:

1) равномерное развитие, то есть в арифметической прогрессии (с постоянным абсолютным приростом):

$$y_t = a_0 + a_1 t \text{ – прямая,} \quad (8.31)$$

где y_t – теоретические уровни ряда динамики;

a_0 – начальный уровень явления;

a_1 – абсолютное изменение явления за единицу времени (скорость ряда динамики).

При этом $a_1 < 0$ – тенденция уменьшения, а $a_1 > 0$ – тенденция роста.

2) равноускоренное (или равнозамедленное) развитие, то есть движение с постоянным во времени ускорением (замедлением):

$$y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 - \text{парабола}, \quad (8.32)$$

где a_2 – величина постоянного изменения скорости в единицу времени (то есть величина ускорения или замедления).

Если $a_2 < 0$ – замедление, а $a_2 > 0$ – ускорение.

3) развитие с переменным ускорением (замедлением):

$$y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 - \text{кубическая парабола}, \quad (8.33)$$

где a_3 – характеризует эффект возрастания ускорения ($a_3 > 0$) или его замедление, ($a_3 < 0$) во времени.

4) развитие по экспоненциальному закону с постоянным темпом роста, то есть в геометрической прогрессии:

$$y_t = a_0 * T_p^t, \quad (8.34)$$

где T_p – темп роста (снижения) в единицу времени.

Выбор типа развития осуществляется по минимальной величине средней квадратической ошибки аппроксимации:

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum (y_t - \hat{y})^2}{n}}. \quad (8.35)$$

Параметры уравнений определяются методом наименьших квадратов. Имеются стандартные программы для расчётов на ЭВМ. При ручном счёте для облегчения расчётов вводятся такие обозначения периодов или моментов времени, чтобы $\sum t = 0$, следовательно $\sum t^3 = 0 \Rightarrow \sum t^5 = 0$.

Рассмотрим получение уравнения тренда на примере прямой:

$$y_t = a_0 + a_1 t. \quad (8.36)$$

Нахождение параметров a_0 и a_1 основано на использовании известного в математике метода наименьших квадратов, согласно которому расчёт a_0 и a_1 сводится к решению системы уравнений:

$$\begin{cases} a_0 n + a_1 \sum t = \sum y \\ a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum yt \end{cases} \quad (8.37)$$

Для упрощения расчётов параметру t придаются такие значения, чтобы $\sum t = 0$ (способ «отсчёта от условного 0»).

Для ряда динамики, состоящего из нечетного количества уровней:

Месяц	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
t	-3	-2	-1	0	1	2	3

Для ряда динамики, состоящего из четного количества уровней:

Месяц	01	02	03	04	05	06
t	-5	-3	-1	1	3	5

При $\sum t = 0$ система уравнений принимает вид:

$$\begin{cases} a_0 n = \sum y \\ a_1 \sum t^2 = \sum yt \end{cases} \quad (8.38)$$

Отсюда легко определить:

$$a_0 = \frac{\sum y}{n} \text{ и } a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2} \quad (8.39, 8.40)$$

Однако, учитывая тот факт, что «условный 0» – это середина ряда динамики, и анализируя формулу расчёта a_0 , приходим к выводу, что a_0 – средний (серединный) уровень ряда динамики.

Например, по данным таблицы 8.17 определить уравнение тренда, характеризующее тенденцию изменения прибыли за 5 лет.

Таблица 8.17 – Расчет параметров уравнения тренда

Годы	Прибыль, млрд.руб	t	y*t	t ²	y _t = 32 + 5,6t		(y _t - y) ²
2005	20	-2	-40	4	Теоретические уровни	20,8	0,64
2006	28	-1	-28	1		26,4	2,56
2007	30	0	0	0		32,0	4,00
2008	40	1	40	1		37,6	5,76
2009	42	2	84	4		43,2	1,44
	Σy = 160	Σt = 0	Σyt = 56	Σt ² = 10	Σy = 160		Σ(y _t - y) = 14,4

Уравнение прямой $y_t = a_0 + a_1 t$

При этом: $a_0 = \frac{\sum y}{n} = \frac{160}{5} = 32,$

$$a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2} = \frac{56}{10} = 5,6.$$

Тогда уравнение тренда принимает вид:

$$y_t = 32 + 5,6t$$

Определяем теоретические уровни и рассчитываем ошибку аппроксимации

$$s_y = \sqrt{\frac{14,4}{5}} = 1,697.$$

Для наглядности можно использовать графический метод:

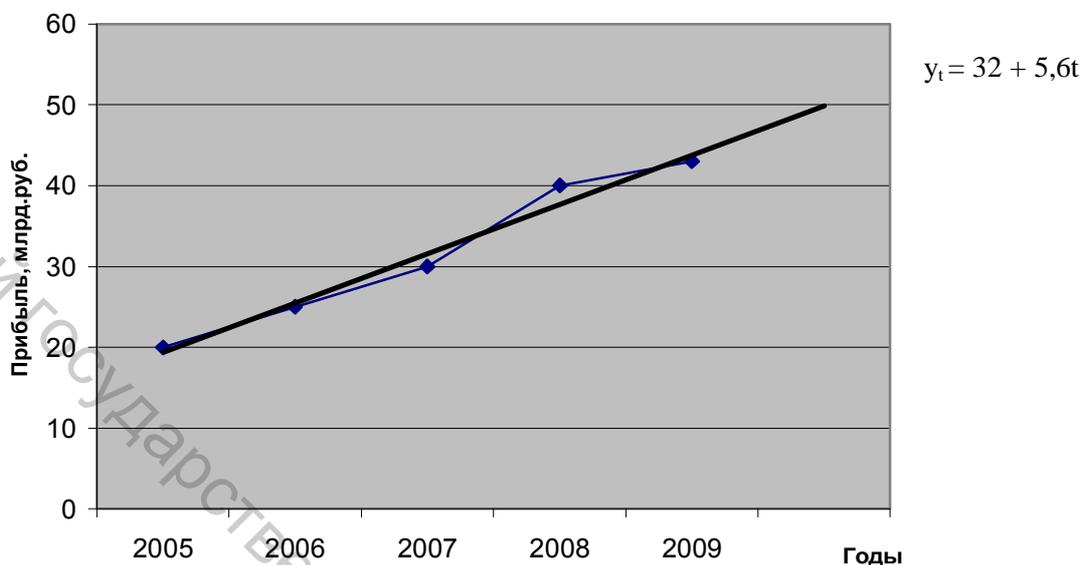


Рисунок 8.3 – Динамика прибыли организации

Экономическая интерпретация тренда: за анализируемый период среднегодовой размер прибыли, получаемой организацией, составил 32 млрд. руб. Наблюдается положительная тенденция в изменении прибыли со среднегодовым увеличением на 5,6 млрд. руб.

Несколько по иному дается интерпретация тренда, рассчитанного для ряда динамики, состоящего из четного количества уровней.

Например, по данным таблицы 8.18 определить уравнение тренда для характеристики динамики прибыли за 4 года.

Таблица 8.18 – Расчет параметров уравнения тренда

Годы	Прибыль, млрд.руб	t	y*t	t ²	y _t =15,5-0,9t
2005	18	-3	-54	9	18,2
2006	16	-1	-16	1	16,4
2007	16	1	16	1	14,6
2008	12	3	36	9	12,8
	Σy = 62		Σyt = -18	Σt ² = 20	Σy _t = 62

$$a_0 = \frac{\sum y}{n} = \frac{62}{4} = 15,5,$$

$$a_1 = \frac{\sum yt}{\sum t^2} = \frac{-18}{20} = -0,9,$$

$y_t = 15,5 - 0,9 * t$ – уравнение тренда.

Экономическая интерпретация тренда: среднегодовой размер прибыли составляет 15,5 млрд. руб., однако наблюдается снижение уровня прибыли со среднегодовым уменьшением 1,8 млрд.руб. ($0,9 * 2$).

Аналитическое выравнивание ряда динамики по параболе предполагает получение уравнения:

$$y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (8.41)$$

при условии $\sum t = 0$

$$a_0 = \frac{\sum y * \sum t^4 - \sum y t^2 * \sum t^2}{n * \sum t^4 - \sum t^2 * \sum t^2}; \quad (8.42)$$

$$a_1 = \frac{\sum y t}{\sum t^2}; \quad (8.43)$$

$$a_2 = \frac{n \sum y t^2 - \sum y * \sum t^2}{n \sum t^4 - \sum t^2 * \sum t^2}. \quad (8.44)$$

Особый интерес в экономической интерпретации представляет a_2 , который позволяет характеризовать ускорение абсолютных приростов ряда динамики. Размеры этого ускорения равны по периодам, т.е. это средний размер ускорения. При этом интерпретация a_2 при упрощенном способе расчетов ($\sum t = 0$) следующая:

а) размер ускорения равен $2 * a_2$, если ряд динамики состоит из нечетного количества уровней;

б) размер ускорения равен $8 * a_2$, если – из четного.

Параметр a_1 показывает скорость развития ряда динамики. В данном случае уровни скорости по периодам не равны,

Параметр a_0 – середина выровненного ряда динамики.

Таблица 8.19 – Расчет параметров уравнения тренда

Годы	Выпуск продукции, млн.руб.	t	y*t	y*t ²	t ⁴	t ²	y _t =5,6+4,7t+1.2t ²	Разница теор. уровней	
								первая (скорость)	вторая (ускорение)
1997	1,0	-2	-2	4	16	4	18,2	-	-
1998	2,0	-1	-2	2	1	1	16,4	1,1	-
1999	6,0	0	0	0	0	0	14,6	3,5	2,4
2000	11,0	1	11	11	1	1	12,8	5,9	2,4
2001	20,0	2	40	80	16	4		8,3	2,4
	$\Sigma y = 40$	0	47	$\Sigma y t = 97$	34	$\Sigma t^2 = 10$	$\Sigma y_t = 40$		

$$y_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2, \quad (8.45)$$

$$a_0 = \frac{\sum y * \sum t^4 - \sum y t^2 * \sum t^2}{n * \sum t^4 - \sum t^2 * \sum t^2} = \frac{40 * 34 - 97 * 10}{5 * 34 - 10 * 10} = 5,6, \quad (8.46)$$

$$a_1 = \frac{\sum y t}{\sum t^2} = \frac{47}{10} = 4,7, \quad (8.47)$$

$$a_2 = \frac{n \sum y t^2 - \sum y * \sum t^2}{n \sum t^4 - \sum t^2 * \sum t^2} = \frac{5 * 97 - 40 * 10}{5 * 34 - 10 * 10} = 1,2, \quad (8.48)$$

$$y_t = 5,6 + 4,7 t + 1,2 t^2. \quad (8.49)$$

Вывод: положительная тенденция со средним ускорением абсолютных приростов выпуска продукции, равным 2,4 млн. руб. (1,2*2) в год.

8.5 Сезонные колебания в рядах динамики и методы их измерения

Сезонными колебаниями называются внутригодичные постоянно повторяющиеся изменения уровней изучаемых явлений.

Т.е. необходимость исследования сезонности возникает при анализе рядов внутригодичной динамики, характеризующих развитие явлений по месяцам.

Внутригодовые колебания явлений наблюдаются во многих сферах деятельности:

- сельское хозяйство,
- пассажирский транспорт,
- торговля,
- бытовое обслуживание населения и т.д.

Для оценки сезонных колебаний могут использоваться следующие показатели:

- 1) размах сезонных колебаний:

$$R_{сез} = y_{\max} - y_{\min};$$

- 2) коэффициент сезонных колебаний:

$$K_{сез} = \frac{y_{\max}}{y_{\min}};$$

3) индексы сезонных колебаний:

$$i_{cee} = \frac{y}{y_{\min}},$$

$$\text{либо } i_{ceз} = \frac{y}{y_{\max}},$$

$$\text{либо } i_{ceз} = \frac{y}{\bar{y}};$$

где \bar{y} – средняя за 12 месяцев или скользящая средняя.

4) среднее линейное отклонение:

$$\bar{d} = \frac{\sum (y - \bar{y})}{12};$$

5) среднее квадратическое отклонение

$$s = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{12}}$$

или

$$s = \sqrt{\frac{\sum i_{ceз}^2}{12}};$$

б) дисперсия

$$s^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{12}$$

или

$$s^2 = \frac{\sum (i_{ceз} - 100)^2}{12};$$

7) коэффициент вариации:

$$V = \frac{s}{\bar{y}} * 100.$$

Существуют различные методы исследования сезонных колебаний в рядах динамики для тех случаев, когда информация приводится за несколько лет (например, аналитическое выравнивание по ряду Фурье).

Наиболее простой метод – построение сезонной волны.

Например, имеются сведения о количестве пассажиров маршрутных такси, следующих рейсом «Витебск – Могилев» за 3 года (таблица 8.20):

Таблица 8.20 – Динамика пассажирских перевозок маршрутными такси, следующими рейсом «Витебск – Могилев»

Месяц	Количество пассажиров, чел.			В среднем за три года	Индекс сезонности, %
	2006 год	2007 год	2009 год		
01	743	732	772	749	89,3
02	784	828	751	788	93,9
03	793	834	765	797	95,0
04	809	835	844	829	98,8
05	811	854	836	834	99,4
06	1029	1084	1100	1071	127,7
07	1010	924	1008	981	116,9
08	833	840	876	848	101,1
09	857	859	789	835	99,5
10	813	750	826	806	96,1
11	767	782	804	784	93,5
12	731	738	768	744	88,7
В среднем за год	834	838	844	$\bar{y} = 839$	

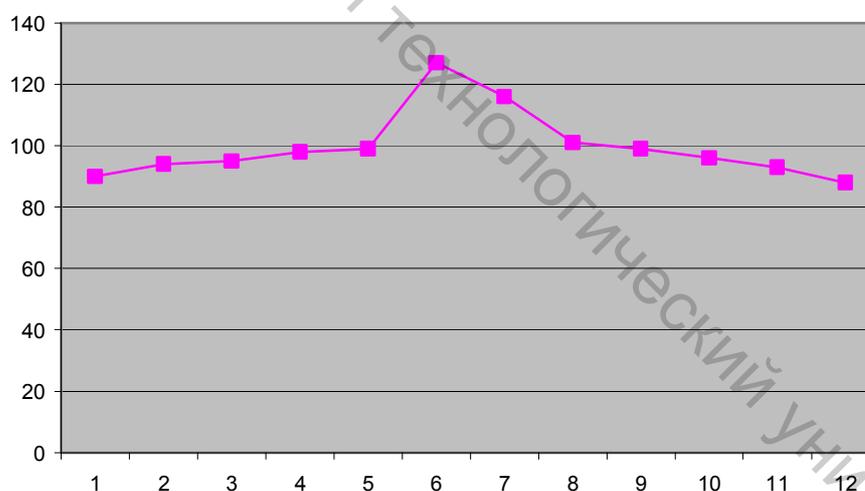


Рисунок 8.4 – Сезонная волна, характеризующая динамику количества пассажиров

8.6 Экстраполяция и интерполяция в рядах динамики

Экстраполяция – это распространение выявленных при анализе рядов динамики закономерностей развития явления в будущее. В результате продолжения выявленных закономерностей в будущее

определяются значения уровней явления на перспективу. Но могут определяться и прошлые значения – ретроспективная экстраполяция.

Экстраполируемый уровень ряда динамики может рассчитываться:

а) при помощи среднего абсолютного прироста:

$$y_{n+t} = y_n + \overline{\Delta y} * t .$$

В нашем примере (таблица 8.9) :

$$y_n = y(2008) = 77 \text{ млрд.руб.} \quad \overline{\Delta y} = 2,667 \text{ млрд.руб.}$$

Например, необходимо определить размер прибыли в 2010 г.

$$Y_{2010} = 77 + 2,667 * 2 = 82,334 \text{ млрд. руб.}$$

б) при помощи среднего темпа роста:

$$y_{n+t} = y_n * \overline{Tr}^t ;$$

$$y_{2010} = y_{2008} * \overline{Tr}^2 = 77 * 1,037^2 = 82,803 \text{ млрд.руб.}$$

в) по уравнению тренда

Таблица 8.21 – Расчет параметров уравнения тренда

	2005	2006	2007	2008	
t	-3	-1	1	3	
y	69	71	73	77	$\sum y = 290$
t ²	9	1	1	9	$\sum t^2 = 20$
yt	-207	-71	73	231	$\sum yt = 26$

$$a_0 = \frac{290}{4} = 72,5 ,$$

$$a_1 = \frac{26}{20} = 1,3 .$$

Уравнение тренда $y_t = 72,5 + 1,3t$

Тогда уровень 2010 г. будет равен:

Годы	2007	2008	2009	2010
t	1	3	5	7

$$Y_{2010} = 72,5 + 1,3 * 7 = 81,6 \text{ млрд. руб.}$$

Ретроспективная экстраполяция (например, необходимо определить уровень 2003 года):

Годы	2003	2004	2005	2003
t	-7	-5	-3	-1

$$Y_{2005} = 72,5 - 1,3 * 7 = 63,4 \text{ млрд. руб.}$$

Интерполяция – это нахождение недостающих промежуточных уровней внутри ряда динамики. Она также производится:

а) с помощью средних абсолютных приростов:

$$y_i = y_1 + \Delta \bar{y} * (i - 1),$$

где i – порядковый номер искомого уровня.

Например, отсутствует уровень 2007 г., т.е.

Годы	2005	2006	2007	2008
t	69	71	...	77

$$Y_{2007} = 69 + 2,667 * (3-1) = 74,334 \text{ млн.руб.}$$

б) с помощью средних темпов роста:

$$y_i = y_1 * \bar{T}_p^{(i-1)},$$

$$Y_{2007} = 69 * 1,037^{(3-1)} = 74,200 \text{ млрд. руб.}$$

в) по уравнению тренда

Годы	2005	2006	2007	2008
	69	71	...	77
t	1	2	3	4

$$a_0 + a_1 t = y_t,$$

$$\begin{cases} t = 1 & a_0 + a_1 = 69 \\ t = 4 & a_0 + 4a_1 = 77, \end{cases}$$

$$3a_1 = 8; \quad a_1 = 2,667;$$

$$a_0 = 69 - a_1 = 66,333;$$

$$y_t = 66,333 + 2,667t;$$

$$Y_{2007} = 66,333 + 3 * 2,667 = 74,334.$$

9 ИНДЕКСНЫЙ МЕТОД В СТАТИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

1. Понятие индекса. Классификация индексов.
2. Агрегатные индексы. Построение взаимосвязанных агрегатных индексов.
3. Средние индексы (средние арифметические и средние гармонические индексы).
4. Индексы с постоянной и переменной базой сравнения, с постоянными и переменными весами.
5. Индексный метод анализа динамики среднего уровня (индексы переменного состава, постоянного состава, структурных сдвигов).
6. Методология построения многофакторных индексов.
7. Территориальные индексы и принципы их построения.

9.1 Понятие индекса. Классификация индексов

Латинское по происхождению слово «index» буквально означает указатель, показатель.

В статистике индекс – это относительная величина, полученная в результате соотношения двух уровней одного явления.

Вместе с тем, не всякая относительная величина может быть названа индексом.

Индексами называются лишь такие относительные величины, которые характеризуют изменение явления во времени, степень выполнения плана, или являются результатом сравнения в пространстве.

Следовательно, относительные величины структуры, интенсивности, координации индексами не являются.

Показатель, изменения которого характеризуется индексом, называется индексируемой величиной.

В статистике при использовании индексного метода применяется своя терминология и символика. Так, каждая индексируемая величина имеет свое обозначение:

q – физический объем продукции, товара (работ, услуг) (количество в натуральном выражении). Слово «физический» означает, что объем продукции, товаров измеряется в единицах, свойственных их физическому состоянию: л, м, м², кг, тонны, шт., пары и т.д.;

p – цена единицы продукции, товара;

$p \cdot q = s$ – стоимость данного вида продукции, товара (объем в стоимостном выражении);

$S = \sum pq$ – стоимость всей продукции предприятия, товаров магазина и т.д. (т.е. это могут быть показатели товарной продукции, реализованной продукции, товарооборота и т.д.);

z – себестоимость единицы продукции;

$Z = \sum qz$ – издержки, т.е. себестоимость всей продукции по совокупности (цеху, предприятию и т.п.).

Обозначение самих индексов:

i – индивидуальный индекс, т.е. индекс который характеризует изменение признака у отдельного элемента изучаемой совокупности.

Так, индекс физического объема определенного продукта (товара):

$$i_q = \frac{q_1}{q_0}. \quad (9.1)$$

При построении индексов для обозначения базового значения индексируемой величины используется подстрочечный знак «0», а для обозначения отчетного – «1». Далее можем записать:

$$i_p = \frac{p_1}{p_0} \text{ – индивидуальный индекс цены;}$$

$$i_z = \frac{z_1}{z_0} \text{ – индивидуальный индекс себестоимости.}$$

Вместе с тем, при исследовании экономических явлений наряду с индивидуальными индексами, которые характеризуют изменение отдельных элементов изучаемой совокупности, широко используются сводные относительные величины для характеристики изменения совокупности (продукции, товаров и т.д.) в целом. Для этих целей рассчитывают общие индексы, которые обозначают I .

Например, индекс стоимости продукции:

$$I_s = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_0} \quad (9.2)$$

либо индекс издержек:

$$I_z = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_0 z_0}. \quad (9.3)$$

Эти индексы позволяют оценить изменение индексируемой величины в целом по сложной совокупности, отдельные элементы которой несопоставимы (т.е. несоизмеримы в физических единицах). Например товароборот магазина: молоко (л) + мясо (кг) + сигареты (шт) +

Допустим, что товароборот магазина характеризуется следующими данными (таблица 9.1):

Таблица 9.1 – Динамика товарооборота магазина за май-июнь отчетного года

Вид товара	Ед. измер.	Кол-во проданных товаров		Цена ед. товара, тыс. руб.		Товарооборот			
		май q_0	июнь q_1	май p_0	июнь p_1	май q_0p_0	июнь q_1p_1	q_1p_0	q_0p_1
А	л	500	600	1,200	1,250	600	750	720	625
Б	кг	400	440	9,000	9,000	3400	3960	3740	3600
В	шт	1200	1100	1,150	1,150	1320	1265	1210	1380
						$S_0 = \Sigma q_0p_0 = 5320$	$S_1 = \Sigma q_1p_1 = 5975$	$\Sigma q_1p_0 = 5670$	$\Sigma q_0p_1 = 5605$

Получаем индекс товарооборота:

$$I_z = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_0 z_0} = \frac{5975}{5320} = 1,1231 (+12,31\%).$$

Это означает, что в июне товарооборот увеличился на 12,31 % по сравнению с маем.

Примеры индивидуальных индексов:

- индекс цены для товара А

$$i_p = \frac{1250}{1200} = 1,0417 (+4,17\%)$$

либо индекс физического объема товара В

$$i_q = \frac{1100}{1200} = 0,9167 (-8,33\%).$$

Т.о., общий индекс позволил дать оценку совокупности, отдельные элементы которой несопоставимы.

Общие индексы широко используются в статистической практике на различных уровнях: предприятие, отрасль, национальная экономика в целом.

Когда речь идет об индексном методе или индексной теории, в статистике подразумевается под этим построение общих индексов.

Множество индексов, разработанных статистикой, классифицируются по различным признакам:

1) по степени охвата явления (по степени охвата единиц изучаемой совокупности):

- индивидуальные;
- общие.

Могут быть также и групповые: индекс промышленного производства – общий; индекс производства легкой промышленности – групповой; индекс производства ОАО «КИМ» – индивидуальный.

2) по базе сравнения они могут быть:

- динамические, когда в качестве базы сравнения принимается показатель прошлого периода:

$$i_p = \frac{\text{цена1пальтов2009г.}}{\text{цена1пальтов2008г.}} = \frac{p_1}{p_0}; \quad (9.4)$$

- территориальные, когда в качестве базы сравнения выступает другая территория, другие предприятия и т.д., т.е. сравнение в пространстве:

$$i_p = \frac{\text{цена1пальтоОАО"Элема"}}{\text{цена1пальтоОАО"Веснянка"}} = \frac{p_1}{p_0}; \quad (9.5)$$

- нормативные, в которых за базу сравнения принимаются плановые или нормативные показатели:

$$i_p = \frac{\text{цена1пальтофактическая}}{\text{цена1пальтоплановая}} = \frac{p_1}{p_0}; \quad (9.6)$$

3) по характеру объекта исследования:

- количественные (объемные);
- качественные.

Количественные характеризуют изменение объемных показателей и в случае общих индексов составляются на основании неизменных качественных показателей.

Например, индекс физического объема:

$$i_q = \frac{q_1}{q_0} \text{ или } I_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} \left. \vphantom{\frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}} \right\} \text{(цена остается неизменной).}$$

Качественные индексы характеризуют изменение качественных показателей (цены, себестоимости, производительности труда и т.д.) и составляются с неизменными количественными показателями. Например, индекс себестоимости:

$$i_z = \frac{z_1}{z_0} \quad (9.7)$$

или

$$I_z = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 z_0} \text{ (объем остается неизменным);} \quad (9.8)$$

4) по методологии расчёта индексы могут быть:

- агрегатные и средние;
- с постоянными и переменными весами;
- с постоянной и переменной базой сравнения;
- постоянного и переменного состава и структурных сдвигов

и т.д.

9.2 Агрегатные индексы. Построение взаимосвязанных агрегатных индексов

Общие индексы по форме построения могут быть агрегатными и средними.

Агрегатные индексы – это индексы, в которых числитель и знаменатель представляют собой сумму произведений показателей (т.е. агрегат). Как правило, перемножаются два показателя: один из них – индексируемая величина, а второй – ее вес.

Агрегатная форма индекса является основной, наиболее распространенной формой индекса в экономических исследованиях.

Агрегатный способ построения индексов позволяет с помощью определенных соизмерителей получить итоговое (суммарное) значение несопоставимых единиц сложной совокупности и в последующем сопоставить эти суммы в отчетном и базисном периоде (см. пример, таблица 9.1).

Наиболее типичные представители агрегатных индексов – индексы физического объема и цен, а также индекс стоимости. В тех случаях, когда имеются данные о производстве (о продаже) различных несоизмеримых в физических единицах продуктов в одной и той же совокупности за 2 периода и необходимо охарактеризовать изменение всего объема продуктов, они с помощью определенных соизмерителей (цены, себестоимости, трудоёмкости и т.п.) выражаются в одинаковых единицах измерения: например, q^*p , q^*z , q^*t , и т.д. Это дает возможность соизмерить объемы продуктов в отчетном и базисном периодах:

$$I_s = I_{pq} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_0} \text{ агрегатный индекс стоимости,} \quad (9.9)$$

который показывает относительное изменение стоимости продуктов как за счет изменения цен, так и за счет изменения объема продуктов.

Абсолютное изменение стоимости продуктов может быть оценено как

$$\Delta S = \sum q_1 p_1 - \sum q_0 p_0 . \quad (9.10)$$

Индекс стоимости показывает, что изменение индексируемой величины обусловлено воздействием двух факторов: физического объема и цен. Для того, чтобы выявить влияние каждого из них, рассчитываются так называемые факторные индексы, которые по форме построения также являются агрегатными.

Агрегатный индекс физического объема получают путем сопоставления стоимости продукции отчетного и базисного периода, исчисленной в неизменных ценах: ценах базисного периода:

$$I_q = \frac{\Sigma q_1 p_1}{\Sigma q_0 p_0}, \quad (9.11)$$

где $\Sigma q_1 p_1$ – стоимость продукции отчетного периода в базисных ценах;
 $\Sigma q_0 p_0$ – стоимость продукции базисного периода.

Вычитая из числителя знаменатель, можно определить, на сколько в абсолютном выражении изменилась стоимость продукции за счет изменения физического объема:

$$\Delta S q = \Sigma q_1 p_0 - \Sigma q_0 p_0. \quad (9.12)$$

По аналогии строится и агрегатный индекс цен. Только в данном случае индексируемая величина – p , а веса – физические объемы, т.е. q_1 .

$$I_p = \frac{\Sigma q_1 p_1}{\Sigma q_1 p_0}, \quad (9.13)$$

где $\Sigma q_1 p_1$ – стоимость продукции отчетного периода;
 $\Sigma q_1 p_0$ – стоимость продукции отчетного периода в базисных ценах.

Изменение стоимости продукции за счет изменения цен в абсолютном выражении:

$$\Delta S p = \Sigma q_1 p_1 - \Sigma q_1 p_0. \quad (9.14)$$

В нашем примере (таблица 9.1):
 Общее изменение товарооборота:

$$I_s = \frac{\Sigma q_1 p_1}{\Sigma q_0 p_0} = \frac{5975}{5320} = 1,1231 (+12,31 \%)$$

или в абсолютном выражении:

$$\Delta S = 5975 - 5320 = 675 \text{ тыс.р.}$$

В т.ч.

1) за счет изменения количества проданных товаров:

$$I_q = \frac{\Sigma q_1 p_0}{\Sigma q_0 p_0} = \frac{5670}{5320} = 1,0658 (+ 6,58 \%)$$

или в абсолютном выражении:

$$\Delta S_q = 5670 - 5320 = 350 \text{ тыс.р.}$$

2) за счет изменения цен:

$$I_p = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_1 p_0} = \frac{5975}{5670} = 1,0538,$$

что в абсолютном выражении составит:

$$\Delta S_q = 5975 - 5670 = 325 \text{ тыс.р.}$$

Вывод: товарооборот в июне увеличился по сравнению с предыдущим месяцем на 12,31 % или на 675 тыс. р. Это увеличение вызвано воздействием двух факторов: за счет роста физического объема проданных товаров – на 6,58 % (350 т.р.) и за счет роста цен – на 5,38 % (350 т.р.)

Взаимосвязь индексов $I_s = I_q * I_p$ носит название сопряженности индексов.

Построение системы взаимосвязанных индексов требует соблюдения следующих правил:

- веса сопряженных (факторных) индексов должны быть зафиксированы в факторных индексах на разных уровнях;
- при построении агрегатных индексов количественных величин веса (цены, себестоимость, t) фиксируются на базисном уровне;
- при построении агрегатных индексов качественных величин веса (физический объем) фиксируется на уровне отчетного периода.

Так, например, агрегатный индекс общих издержек:

$$I_z = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_0 z_0}, \quad (9.15)$$

в т.ч. 1) за счет физического объема:

$$I_q = \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_0 z_0}, \quad (9.16)$$

2) за счет себестоимости единицы продукции:

$$I_z = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 z_0}. \quad (9.17)$$

Тогда $I_z = I_q * I_z$ – сопряженные индексы.

Свойство сопряженности используется:

- а) для проверки правильности расчетов;
 б) для нахождения неизвестного индекса по остальным известным, с которыми он связан как сопряженный. Например:

$$I_q = \frac{I_s}{I_p} \quad \text{или} \quad I_z = \frac{I_z}{I_q}.$$

Однако на практике индексы цен и индексы физического объема могут рассчитываться и по-иному. У этого факта есть исторический аспект.

Впервые агрегатная форма индекса была предложена немецким ученым Э.Ласпейресом для измерения цен на товары. В качестве весов он предложил использовать физические объемы базисного периода.

$$I_p = \frac{\sum q_0 p_1}{\sum q_0 p_0} \quad \text{«Индекс Ласпейреса»}. \quad (9.18)$$

В 1874 г. другой немецкий ученый Г.Пааше предложил строить индекс цен по физическим объемам отчетного периода:

$$I_p = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_1 p_0} \quad \text{«Индекс Пааше»}. \quad (9.19)$$

На практике могут использоваться как один, так и другой. При этом индекс Ласпейреса показывает, во сколько бы раз товары базисного периода подорожали (или подешевели) из-за изменения цен на них в отчетном периоде (условная экономия или перерасход).

В нашем примере:

$$I_p = \frac{\sum q_0 p_1}{\sum q_0 p_0} = \frac{5605}{5320} = 1,0536.$$

В свою очередь индекс Пааше показывает, во сколько раз товары в отчетном периоде стали дороже (дешевле), чем в базисном (фактическая экономия или перерасход):

$$I_p = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_1 p_0} = 1,0538.$$

В официальной статистике исчисление индекса цен осуществляется по индексу Пааше. Он нашел наибольшее распространение и на практике, т.к. наибольший интерес для исследователя представляет фактическое изменение цен, его фактическое влияние на стоимость, а не условное изменение товарооборота или стоимости продукции.

Впоследствии названия этих разных методов (с весами базисного периода и с весами отчетного периода) были механически распространены и на другие индексы, в т.ч. и на индекс физического объема. Т.е. он может исчисляться либо по формуле:

$$I_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} \text{ (Ласпейреса)} \quad (9.20)$$

либо по формуле
$$I_q = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_1} \text{ (Пааше)}. \quad (9.21)$$

В первом случае $I_q = 1,0660$,

а во втором
$$I_q = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_1} = \frac{5975}{5605} = 1,0660.$$

Общий подход: если в индексе использованы базисные веса – индекс построен по методу Ласпейреса;

Если в индексе использованы веса текущего периода – он построен по методу Пааше.

В начале 20 века американский экономист И.Фишер предложил в качестве формулы индекса цен – среднюю геометрическую из произведения индексов Ласпейреса и Пааше.

Индекс Фишера
$$I_q = \sqrt{\frac{\sum q_0 p_1 * \sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_0 * \sum q_1 p_0}}. \quad (9.22)$$

Его назвали идеальным. Однако он имеет недостаток: его трудно интерпретировать.

9.3 Средние индексы (средние арифметические и средние гармонические индексы)

Общие индексы могут быть вычислены не только как агрегатные, но и как средние из индивидуальных индексов. Для исчисления агрегатных индексов необходима информация об индексируемых величинах и весах в отчетном и базисном периодах. На практике часто приводится информация, в которой вместо этих данных приводятся данные об индивидуальных индексах. В этих случаях формой построения индекса становится средняя величина, причем в виде взвешенной, а рассчитанные индексы называют средними арифметическими или средними гармоническими.

Рассмотрим порядок их построения и условия применения.

1. Средний арифметический индекс физического объема

Индекс физического объема в форме агрегатного:

$$I_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} \quad (9.23)$$

требует наличия информации о q_1, q_0, p_0 .

Если отсутствует информация о q_1 , но известны индивидуальные индексы физического объема i_q , то построение среднего индекса основывается на рассуждениях:

$$i_q = \frac{q_1}{q_0} \Rightarrow q_1 = i_q \cdot q_0, \text{ следовательно } q_1 p_0 = i_q q_0 p_0,$$

а индекс физического объема

$$I_q = \frac{\sum i_q q_0 p_0}{\sum q_0 p_0}. \quad (9.24)$$

Проведём аналогию: $i_q = x$; $q_0 p_0 = f$

$$I_q = \bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}. \quad (9.25)$$

Следовательно, это средневзвешенная арифметическая величина из индивидуальных индексов физического объема, в которой в качестве частот (весов) используются стоимости базисного периода.

Например, по имеющейся информации необходимо определить, как изменился выпуск (физический объём) продукции в целом по предприятию.

Таблица 9.2 – Расчет среднеарифметического индекса физического объема

Изделие	Индивидуальный индекс объёма продукции	Стоимость продукции предыдущего периода в ценах предыдущего периода, млн. руб.	$i_q q_0 p_0$
	i_q	$q_0 p_0$	
А	1,027	1200	1232
Б	1,065	800	852
В	1,112	500	556
		$\sum q_0 p_0 = 2500$	$\sum i_q q_0 p_0 = 2640$

$$I_q = \frac{\sum i_q * q_0 p_0}{\sum q_0 p_0} = \frac{2640}{2500} = 1,056 (+5,6 \%).$$

2. Средний гармонический индекс физического объёма.

Рассуждаем аналогично:

$$I_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} \text{ есть } q_1, p_0, \text{ отсутствует } q_0, \text{ но есть } i_q. \quad (9.26)$$

$$\text{Тогда } i_q = \frac{q_1}{q_0} \Rightarrow q_0 = \frac{q_1}{i_q} \Rightarrow q_0 p_0 = \frac{q_1 p_0}{i_q} \Rightarrow I_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum \frac{q_1 p_0}{i_q}}.$$

Если обозначить: $i_q = x$, $q_1 p_0 = W$, то

$$I_q = \bar{x} = \frac{\sum W}{\sum \frac{W}{x}}, \text{ то есть это средняя гармоническая величина.}$$

Таблица 9.3 – Расчет среднегармонического индекса физического объема

Изделие	Индивидуальный индекс объёма продукции	Стоимость продукции отчетного периода в базисных ценах	$\frac{q_1 p_0}{i_q}$
	$i_q = q_1 / q_0$	$q_1 p_0$	
А	1,027	1232	1200
Б	1,065	852	800
В	1,112	556	500
		$\sum q_1 p_0 = 2640$	$\sum \frac{q_1 p_0}{i_q} = 2500$

$$I_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum \frac{q_1 p_0}{i_q}} = \frac{2640}{2500} = 1,056.$$

Аналогичным образом выводятся формулы средних индексов цен:

3) Средний арифметический индекс цен.

$$I_p = \frac{\sum q_1 p_1}{q_1 p_0} \text{ есть информация о } q_1, p_0, \text{ отсутствует } p_1, \text{ но есть и } i_p,$$

$$\text{тогда } i_p = \frac{p_1}{p_0} \Rightarrow p_1 = i_p * p_0 \Rightarrow q_1 p_1 = i_p * q_1 p_0.$$

Индекс цен принимает вид

$$I_p = \frac{\sum i_p \cdot q_1 p_0}{\sum q_1 p_0} \quad (9.27)$$

При обозначении $i_p = x$; $q_1 p_0 = f$; формула имеет вид

$$I_p = \frac{\sum xf}{\sum f}, \text{ т.е. средней арифметической.} \quad (9.28)$$

4. Средний гармонический индекс цен.

$$I_p = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_1 p_0} \quad (9.29)$$

Имеется информация о q_1 , p_1 , i_p , но отсутствует p_0 .

Тогда
$$i_p = \frac{p_1}{p_0} \Rightarrow p_0 = \frac{p_1}{i_p} \Rightarrow q_1 p_0 = \frac{q_1 p_1}{i_p}. \quad (9.30)$$

Формула индекса цен принимает вид $I_p = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \frac{q_1 p_1}{i_p}}$. При условии,

что $q_1 p_1 = W$, а $i_p = x$, она трансформируется с формулу средней гармонической $I_p = \frac{\sum \frac{W}{x}}{\sum \frac{W}{x}}$.

На практике по исходной информации важно правильно определить вид индекса, который необходимо исчислять для характеристики изменения показателя.

Например: по данным таблицы 9.4 необходимо определить, как в среднем изменились цены в отчётном периоде по сравнению с предыдущим и какова экономия (или перерасход) денежных средств у населения.

Таблица 9.4 – Расчет среднего индекса цен

Вид товара	Товарооборот отчётного периода, млн. руб.	Индивидуальные индексы цен по группам товаров	$\frac{q_1 p_1}{i_p}$
	$q_1 p_1$	$i_p = \frac{p_1}{p_0}$	
А	2500	1,12	2232
Б	3800	1,05	3619
В	4200	0,98	4286
Г	3800	1,15	3304
Д	1600	1,08	1481
	$\sum q_1 p_1 = 15900$		$\sum \frac{q_1 p_1}{i_p} = 14922$

Введя условные обозначения, видим, что есть информация о $q_1 p_1$ и i_p . Следовательно, можно воспользоваться средним гармоническим индексом цен:

$$I_p = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \frac{q_1 p_1}{i_p}}; \quad (9.31)$$

т.е. $I_p = \frac{15900}{14922} = 1,0655 (+6,55 \%)$.

Перерасход денежных средств у населения:

$$15900 - 14922 = 978 \text{ млн. руб.}$$

По форме средних индексов цен строятся известные во всём мире индексы ценных бумаг:

- индекс Доу-Джонса (Dow Jones Industrial Average Index). Это средний арифметический индекс значений курсов акций, котирующихся на Нью-Йоркской фондовой бирже. Один сводный и три групповых индекса рассчитываются через каждые три часа. Публикуются ежедневно их значения на момент закрытия биржи;

- индекс Стэндарда и Пура (Standart fnd Poor's 500 Stock Index) – индекс, который рассчитывается по курсам акций 500 крупнейших компаний Нью-Йоркской фондовой биржи. Он рассчитывается как средневзвешенный показатель, учитывающий общее количество выпущенных акций.

9.4 Индексы с постоянной и переменной базой сравнения, с постоянными и переменными весами

При построении динамических индексов, если известны данные за несколько периодов, может быть построен ряд (система индексов).

Ряд индексов, каждый из которых рассчитан по отношению к предыдущему периоду, называют цепными индексами, а ряд индексов, рассчитанных по отношению к одному (постоянному) периоду, называют базисными индексами.

Так цепные индивидуальные индексы цен имеют вид:

$$i_{p_{1/0}} = \frac{p_1}{p_0}; i_{p_{2/1}} = \frac{p_2}{p_1}; i_{p_{3/2}} = \frac{p_3}{p_2} \dots i_{p_{n/n-1}} = \frac{p_n}{p_{n-1}}, \quad (9.32)$$

а физического объёма:

$$i_{q_{1/0}} = \frac{q_1}{q_0}; i_{q_{2/1}} = \frac{q_2}{q_1}; i_{q_{3/2}} = \frac{q_3}{q_2} \dots i_{q_{n/n-1}} = \frac{q_n}{q_{n-1}}. \quad (9.33)$$

В свою очередь базисные индексы:

$$\text{- цен } i_{p^{1/2}} = \frac{p_1}{p_0}; \quad i_{p^{2/0}} = \frac{p_2}{p_0}; \quad i_{p^{3/0}} = \frac{p_3}{p_0} \quad \dots \quad i_{p^{n/0}} = \frac{p_n}{p_0}; \quad (9.34)$$

$$\text{- физического объёма } i_{q^{1/0}} = \frac{q_1}{q_0}; \quad i_{q^{2/0}} = \frac{q_2}{q_0}; \quad i_{q^{3/0}} = \frac{q_3}{q_0} \quad \dots \quad i_{q^{n/0}} = \frac{q_n}{q_0}. \quad (9.35)$$

Между цепными и базисными индексами существует определённая взаимосвязь, которая позволяет переходить от одних индексов к другим:

- произведение цепных индексов даёт базисный индекс соответствующего периода;

- отношение базисного индекса данного периода к базисному индексу предыдущего периода даёт цепной индекс данного периода.

$$\text{Например, } i_{p^{3/0}} = i_{p^{1/0}} * i_{p^{2/1}} * i_{p^{3/2}} \quad \text{или} \quad \frac{i_{p^{4/0}}}{i_{p^{3/0}}} = i_{p^{4/3}}. \quad (9.36)$$

Таким же образом, цепные индексы имеют всё время изменяющуюся базу сравнения и поэтому называются индексами с переменной базой сравнения. В то же время базисные индексы имеют постоянную базу сравнения и соответственно называются индексами с постоянной базой сравнения.

Цепные и базисные индексы могут быть построены и для общих индексов. Однако в данном случае дополнительно решается вопрос о весах, так как они также могут быть постоянными и переменными.

Допустим, что имеется информация о выпуске (q) и ценах (p) нескольких видов продукции (А,Б,В) за несколько периодов (например, за 4 квартала).

Таблица 9.5 – Исходная информация для расчёта динамических индексов

Вид продукции	I квартал		II квартал		III квартал		IV квартал	
	выпуск, шт.	цена, тыс. руб.						
А	q ₀	p ₀	q ₁	p ₁	q ₂	p ₂	q ₃	p ₃
Б								
В								

В данном случае при расчёте цепных индексов физического объёма по агрегатной формуле продукцию всех периодов можно

оценить в одних и тех же ценах, например в p_0 . Тогда такие цепные индексы будут иметь следующий вид:

$$I_{q\%} = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}; \quad I_{q\%_1} = \frac{\sum q_2 p_0}{\sum q_1 p_0}; \quad I_{q\%_2} = \frac{\sum q_3 p_0}{\sum q_2 p_0}; \quad (9.37)$$

Эти индексы будут называться индексами с постоянными весами, т.к. все они имеют один и тот же соизмеритель – p_0 .

Однако при исчислении цепных индексов физического объема можно поступить и иначе: принимать в качестве весов цены предыдущего периода. В этом случае цепные индексы физического объема будут иметь такой вид:

$$I_{q\%} = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}; \quad I_{q\%_1} = \frac{\sum q_2 p_1}{\sum q_1 p_1}; \quad I_{q\%_2} = \frac{\sum q_3 p_2}{\sum q_2 p_2}. \quad (9.38)$$

Т.к. эти индексы построены по разным соизмерителям (p_0, p_1, p_2), их принято называть индексами с переменными весами.

По аналогии с агрегатными индексами физического объема могут быть построены цепные агрегатные индексы цен:

- с постоянными весами

$$I_{p\%} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}; \quad I_{p\%_1} = \frac{\sum p_2 q_1}{\sum p_1 q_1}; \quad I_{p\%_2} = \frac{\sum p_3 q_1}{\sum p_2 q_1}; \quad (9.39)$$

- с переменными весами

$$I_{p\%} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}; \quad I_{p\%_1} = \frac{\sum p_2 q_1}{\sum p_1 q_1}; \quad I_{p\%_2} = \frac{\sum p_3 q_3}{\sum p_2 q_3} \text{ и т.д.} \quad (9.40)$$

В свою очередь, базисные агрегатные индексы цен:

- с постоянными весами

$$I_{p\%} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}; \quad I_{p\%_1} = \frac{\sum p_2 q_1}{\sum p_0 q_1}; \quad I_{p\%_2} = \frac{\sum p_3 q_1}{\sum p_0 q_1}; \quad (9.41)$$

- с переменными весами

$$I_{p\%} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}; \quad I_{p\%_1} = \frac{\sum p_2 q_2}{\sum p_0 q_2}; \quad I_{p\%_2} = \frac{\sum p_3 q_3}{\sum p_0 q_3}. \quad (9.42)$$

Соответственно базисные агрегатные индексы физического объема:

- с постоянными весами

$$I_{q^1\%} = \frac{\sum q_1 P_0}{\sum q_0 P_0}; I_{q^2\%} = \frac{\sum q_2 P_0}{\sum q_0 P_0}; I_{q^3\%} = \frac{\sum q_3 P_0}{\sum q_0 P_0}; \quad (9.43)$$

- с переменными весами

$$I_{q^1\%} = \frac{\sum q_1 P_0}{\sum q_0 P_0}; I_{q^2\%} = \frac{\sum q_2 P_1}{\sum q_0 P_1}; I_{q^3\%} = \frac{\sum q_3 P_2}{\sum q_0 P_2}. \quad (9.44)$$

В случае агрегатных индексов взаимосвязи между цепными и базисными индексами (сформулированные для индивидуальных индексов) действуют только для индексов с постоянными весами.

Например, индексы физического объема:

$$\frac{\sum q_1 P_0}{\sum q_0 P_0} * \frac{\sum q_2 P_0}{\sum q_1 P_0} * \frac{\sum q_3 P_0}{\sum q_2 P_0} = \frac{\sum q_3 P_0}{\sum q_0 P_0} \quad (9.45)$$

цепной цепной цепной базисный
индекс индекс индекс индекс
II кв. III кв. IV кв. IV кв.

или

$$\frac{\sum q_3 P_0}{\sum q_0 P_0} : \frac{\sum q_2 P_0}{\sum q_0 P_0} = \frac{\sum q_3 P_0}{\sum q_2 P_0} \quad (9.46)$$

базисный базисный цепной
индекс индекс индекс
IV кв. III кв. IV кв.

На цепные и базисные агрегатные индексы с переменными весами эти взаимосвязи не распространяются.

9.5 Индексный метод анализа динамики среднего уровня

При исследовании различных экономических процессов и явлений используются не только объемные показатели: товарная продукция, реализованная продукция, товарооборот, издержки и т.п., но и целый ряд средних показателей:

- средняя заработная плата 1 работника,
- средняя выработка 1 рабочего (работника),
- средняя себестоимость единицы продукции,
- средняя цена товара и т.д.

Во всех этих случаях необходимо учитывать, как влияет на динамику показателя изменение структуры изучаемой совокупности. Например, средняя заработная плата на предприятии может вырасти не только за счет того, что она выросла у отдельных работников, но и за счет того, что увеличился удельный вес (доля) высокооплачиваемых работников.

При исследовании динамики таких (средних) показателей важно определить, в какой мере изменение показателя вызвано структурными сдвигами, а в какой – непосредственно изменением показателя у отдельных единиц совокупности. Эта задача на практике решается с помощью индексного метода.

Если ввести следующие обозначения:

x – (индивидуальные значения) групповые средние (средняя заработная плата по категориям работающих, средняя производительность труда по цехам, средний балл успеваемости по группам и т.д.);

f – численность единиц совокупности в группе (численность единиц с данным уровнем);

то \bar{x} – средний уровень по совокупности (средняя заработная плата по предприятию, средняя производительность труда по предприятию, средний балл успеваемости по факультету или университету и т.д.), очевидно, что $\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}$.

Тогда изменение среднего уровня показателя по совокупности в целом может быть оценено с помощью следующего индекса:

$$I_{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_0} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} : \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0}. \quad (9.47)$$

Такой индекс получил в статистике название индекса переменного состава. Он отражает влияние на динамику показателя двух факторов: изменения индексируемой величины (x) и изменения структуры совокупности.

Так, индекс средних цен может быть построен следующим образом:

$$I_{\bar{p}_{n.c.}} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum q_1} \div \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0}, \quad m.e. \quad I_{\bar{p}} = \frac{\bar{p}_1}{\bar{p}_0}. \quad (9.48)$$

Аналогично индекс средней себестоимости единицы продукции

$$I_{\bar{z}_{n.c.}} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0}, \quad m.e. \quad I_{\bar{z}} = \frac{\bar{z}_1}{\bar{z}_0}. \quad (9.49)$$

Для обособленной оценки влияния на изменение средней величины каждого из указанных ранее факторов строятся следующие индексы:

а) для оценки влияния изменения индексируемой величины:

$$I_{\bar{x}} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} : \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} \text{ или } I_{\bar{x}} = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum x_0 f_1}. \quad (9.50)$$

Такой индекс носит название индекса постоянного (фиксированного) состава, т.к. состав изучаемой совокупности фиксируется на одном уровне – уровне отчетного периода.

Индекс постоянного состава средней цены строится по формуле:

$$I_{\bar{p}.c.} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1} \text{ или } I_{\bar{p}} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}, \quad (9.51)$$

а индекс постоянного состава средней себестоимости:

$$I_{\bar{z}.c.} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1} \text{ или } I_{\bar{z}} = \frac{\sum z_1 q_1}{\sum z_0 q_1}; \quad (9.52)$$

б) для оценки влияния изменения структуры изучаемой совокупности, т.е. структурных сдвигов:

$$I_{\bar{x}} = \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} : \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} \text{ или } I_{\bar{x}} = \frac{\sum x_0 f_1}{\sum x_0 f_0} : \frac{\sum f_1}{\sum f_0}. \quad (9.53)$$

Этот индекс принято называть индексом структурных сдвигов.

Индекс структурных сдвигов определяется по формулам:

- для средней цены $I_{\bar{p}.c.} = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0} \text{ или } I_{\bar{p}} = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} : \frac{\sum q_1}{\sum q_0}; \quad (9.54)$

- для средней себестоимости

$$I_{\bar{z}.c.} = \frac{\sum z_0 q_1}{\sum q_1} : \frac{\sum z_0 q_0}{\sum q_0} \text{ или } I_{\bar{z}} = \frac{\sum z_0 q_1}{\sum z_0 q_0} : \frac{\sum q_1}{\sum q_0}. \quad (9.55)$$

Можно легко доказать, что индексы переменного, постоянного состава и структурных сдвигов находятся во взаимосвязи:

$$I_{\bar{x}n.c.} = I_{\bar{x}\phi.c.} * I_{\bar{x}c.c.}, \quad (9.56)$$

$$\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} = \left(\frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} \right) * \left(\frac{\sum x_0 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} \right) = \frac{\sum x_1 f_1}{\sum f_1} \cdot \frac{\sum x_0 f_0}{\sum f_0} \quad (9.57)$$

Как и в случае агрегатных индексов, эта взаимосвязь используется:

- 1) для контроля за правильностью выполнения расчетов;
- 2) для нахождения значения неизвестного индекса по значениям 2-х известных.

Например: по данным таблицы 9.6 необходимо определить, как изменилась средняя цена единицы продукции и под воздействием каких факторов сложилось это изменение (цифры условные).

Таблица 9.6 – Расчет индексов средней цены

Вид продукции	Количество продукции, ед.		Цена единицы продукции, тыс.р.		p ₀ q ₀	p ₁ q ₁	p ₀ q ₁
	базисный период q ₀	отчетный период q ₁	базисный период p ₀	отчетный период P ₁			
А	200	300	20	25	4000	7500	6000
Б	200	100	40	50	8000	5000	4000
	Σq ₀ = 400	Σq ₁ = 400			Σp ₀ q ₀ = 12000	Σp ₁ q ₁ = 12500	Σp ₀ q ₁ = 10000

Изменение средней цены составило:

$$I_{\bar{p}.c.} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0} = \frac{12500}{400} \cdot \frac{12000}{400} = 31,25 : 30 = 1,0416 (+4,16 \%)$$

или в абсолютном выражении

$$\Delta \bar{p} = 31,25 - 30 = 1,25 \text{ т.р.}$$

В т.ч. за счет непосредственного изменения цен на продукцию:

$$I_{\bar{p}\phi.c.} = \frac{\sum p_1 q_1}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1} = \frac{12500}{400} \cdot \frac{10000}{400} = 31,25 : 25 = 1,2500 (+25,00 \%)$$

в абсолютном выражении $\Delta \bar{p}_p = 31,25 - 25 = 6,25 \text{ т.р.};$

и за счет структурных сдвигов:

$$I_{\bar{p}.c.} = \frac{\sum p_0 q_1}{\sum q_1} \cdot \frac{\sum p_0 q_0}{\sum q_0} = 25 : 30 = 0,8333 (-16,67 \%),$$

в абсолютном выражении $\Delta \bar{p}_{cmm} = 25 - 35 = -5 \text{ т.р.};$

Вывод: средняя цена единицы продукции в отчетном периоде по сравнению с базисным возросла на 4,16 % (на 1,35 т.р.). Этот рост был вызван непосредственно ростом цен на продукцию на 25 %. Одновременно структурные сдвиги в составе продукции: увеличение доли дешевой и уменьшение доли дорогой продукции привели к снижению средней цены на 16,67 %.

9.6 Методология построения многофакторных индексов

Построение агрегатных индексов, рассмотренных ранее, позволяет оценить влияние двух факторов, которые формируют результативный показатель. Однако индексный метод позволяет оценить влияние не только двух, но и большего количества факторов.

Многофакторные индексы строятся в тех случаях, когда результативный показатель можно представить как произведение нескольких факторов.

Например, пример 1:

Среднегодовая выработка 1 рабочего W	=	среднечасовая выработка 1 рабочего a	x	продолжительность рабочего дня в часах b	x	среднее число дней, отработ. 1 рабочим c
---	---	---	---	---	---	---

Или пример 2:

Среднемес. ЗП одного рабочего K	=	Среднее число дней, отработ. 1 рабочим x	x	Средняя продолж. рабочего дня в часах y	x	среднечасовая оплата труда (в руб.) z
--	---	---	---	--	---	--

Построение многофакторных статистических моделей подчиняется следующим правилам:

1) факторы-сомножители должны быть расположены таким образом, чтобы умножение каждого из них на один или несколько предыдущих давало экономически осмысленную величину.

Например, $a \cdot b$ – среднедневная выработка,

$y \cdot z$ – среднедневная заработная плата,

$x \cdot y$ – время в часах, отработанное 1 рабочим за месяц, и т.д.

2) первым фактором-сомножителем в модели может быть либо интенсивный (количественный) показатель либо экстенсивный (количественный, объемный) показатель.

Пример 1: a – качественный показатель,

Пример 2: x – количественный показатель.

Если результирующий показатель является произведением факторных, то и связь между их индексами выражается произведением:

$$W = abc,$$

$$I_w = I_a * I_b * I_c = \frac{a_1 b_1 c_1}{a_0 b_0 c_0}. \quad (9.58)$$

Аналогично $I_k = \frac{x_1 y_1 z_1}{x_0 y_0 z_0}$.

Для оценки влияния каждого фактора на результирующий показатель используется система последовательно-цепных аналитических индексов: последовательно меняются величины каждого

фактора и остаются неизменными другие. При этом возможны два варианта:

Вариант 1. Если система взаимосвязанных факторов начинается с качественного показателя, то еще не рассмотренные факторы фиксируются на уровне отчетного периода, а уже рассмотренные – на уровне базисного.

Т.е. для оценки влияния на результирующий показатель W строятся следующие индексы:

- для оценки влияния фактора а:

$$I_a = \frac{a_1 b_1 c_1}{a_0 b_1 c_1}, \quad (9.59)$$

- для оценки влияния фактора b:

$$I_b = \frac{a_0 b_1 c_1}{a_0 b_0 c_1}, \quad (9.60)$$

- для оценки влияния фактора с:

$$I_c = \frac{a_0 b_0 c_1}{a_0 b_0 c_0}. \quad (9.61)$$

Можно доказать $I_w = I_a * I_b * I_c$. (9.62)

Вариант 2. Если система взаимосвязанных факторов начинается с количественного показателя, то еще не рассмотренные факторы фиксируются на уровне базисного периода, а уже рассмотренные – на уровне отчетного.

Следовательно, изменение результирующего показателя К происходит под влиянием факторов, количественная оценка которого производится с помощью следующих индексов:

- фактора x:
$$I_x = \frac{x_1 y_0 z_0}{x_0 y_0 z_0}, \quad (9.63)$$

- фактора y:
$$I_y = \frac{x_1 y_1 z_0}{x_1 y_0 z_0}, \quad (9.64)$$

- фактора z:
$$I_z = \frac{x_1 y_1 z_1}{x_1 y_1 z_0}. \quad (9.65)$$

Взаимосвязь доказывается:

$$I_k = I_x * I_y * I_z. \quad (9.66)$$

Абсолютное изменение результирующего показателя и факторных влияний на него происходит вычитанием из числителя знаменателя индекса. Так, абсолютное изменение среднегодовой выработки 1 рабочего:

$$\Delta W = a_1 b_1 c_1 - a_0 b_0 c_1, \quad (9.67)$$

в т.ч.: - за счет фактора а

$$\Delta W(a) = a_1 b_1 c_1 - a_0 b_1 c_1 = (a_1 - a_0) * b_1 c_1, \quad (9.68)$$

- за счет фактора b

$$\Delta W(b) = a_0 b_1 c_1 - a_0 b_0 c_1 = a_0 (b_1 - b_0) * c_1, \quad (9.69)$$

- за счет фактора с

$$\Delta W(c) = a_0 b_0 c_1 - a_0 b_0 c_0 = (c_1 - c_0) * a_0 b_0. \quad (9.70)$$

В итоге:

$$\Delta W = \Delta W(a) + \Delta W(b) + \Delta W(c) \quad (9.71)$$

9.7 Территориальные индексы и принципы их построения

Территориальные индексы представляют собой разновидность относительных величин сравнения, когда сопоставляются к одному и тому же периоду времени, но к разным территориям (странам, регионам).

Расчет этих индексов считается более сложным, чем динамических индексов, по следующим причинам:

1) различия, которые наблюдаются в структуре цен и количества товаров в разных регионах, гораздо серьезнее, чем между соседними временными периодами одной территории;

2) территориальные индексы часто определяются для группы стран (например, страны ЕС и страны СНГ). Когда сопоставляются две территории, речь идет о прямых парных сопоставлениях, когда несколько – о многосторонних сопоставлениях.

Основные принципы построения территориальных индексов:

а) характерность весов. Если сравниваются страны А и В, то в качестве весов используются цены или физический объем стран А и В, но не страны С.

б) независимость от выбора базисной страны:

$$I_{A/B} * I_{B/A} = 1, \quad (9.72)$$

где $I_{A/B}$ – индекс цен страны А по сравнению со страной В;

$I_{B/A}$ – индекс цен страны В по сравнению с А.

в) транзитивность

$I_{A/B} = \frac{I_{A/C}}{I_{B/C}}$, т.е. индекс, полученный для стран А и В путем прямого

сопоставления, должен быть равен тому же индексу, полученному косвенным путем: страна А сопоставляется со страной С, страна В сопоставляется со страной С и полученные индексы делятся друг на друга.

г) аддитивность – если индексируемый показатель раскладывается на группы, то индекс, исчисленный по совокупности, в целом должен согласовываться с индексами, исчисленными для всех групп.

д) требование факторной пробы. Это означает, что произведение факторных индексов равно общему индексу, т.е.

$$I_{S_{A/B}} = I_{q_{A/B}} * I_{p_{A/B}}. \quad (9.73)$$

Простейший пример территориальных индексов – индексы товарооборота двух регионов (регион Б – база сравнения).

Индекс товарооборота:

$$I_{S_{A/B}} = \frac{\sum p_A q_A}{\sum p_B q_B}. \quad (9.74)$$

Территориальный индекс физического объема

$$I_{q_{A/B}} = \frac{\sum q_A \bar{p}}{\sum q_B \bar{p}}, \quad (9.75)$$

где \bar{p} – средняя межрегиональная цена для товара каждого вида:

$$\bar{p} = \frac{p_A * q_A + p_B * q_B}{q_A + q_B}. \quad (9.76)$$

Территориальный индекс цен:

$$I_{p_{A/B}} = \frac{\sum p_A q}{\sum p_B q}, \quad (9.77)$$

$q = q_A + q_B$ – суммарный объем продаж.

Однако при использовании этих индексов условие $I_s = I_q * I_p$ может нарушаться, хотя и незначительно.

Витебский государственный технологический университет

10 СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

1. Виды и формы взаимосвязей между явлениями.
2. Статистические методы изучения взаимосвязей.
 - 2.1 Метод сравнения параллельных рядов.
 - 2.2 Метод аналитических группировок.
 - 2.3 Графический метод.
 - 2.4 Балансовый метод.
3. Дисперсионный анализ.
4. Корреляционно-регрессионный анализ.
5. Непараметрические методы оценки тесноты связи.
6. Понятие о множественной корреляции.

10.1 Виды и формы взаимосвязей между явлениями

Все явления общественной жизни находятся во взаимосвязи и взаимообусловленности. Одной из важнейших задач статистики является установление и измерение связи и зависимости между явлениями.

Так как формы и виды этих взаимосвязей весьма разнообразны, существуют их различные классификации.

Прежде всего, необходимо отметить, что по своему содержанию связи между экономическими явлениями могут быть:

- балансовые, они имеют большое распространение в системе национальных счетов, в экономике промышленности, торговли и т.д.

Например:

Стоимость основных средств на начало года	+	Стоимость основных средств, поступивших за год	=	Стоимость основных средств на конец года	+	Стоимость основных средств, выбывших за год
--	---	--	---	---	---	---

- компонентные, в которых изменение показателя определяется изменением другого показателя, входящего в его состав.

Например: основные средства = здания + сооружения + передаточные устройства + машины и оборудование + транспорт + инструменты и инвентарь + прочие основные средства.

- причинно-следственные (факторные), в которых изменение одного из факторов (причины) ведёт к изменению другого (следствия).

Например: рост текучести кадров (x) ведет к снижению производительности труда (y).

Причина – признак-фактор (x).

Следствие – признак-результат (y).

Объектом нашего внимания в данном случае и будут факторные или причинно-следственные связи.

По степени тесноты связи (по степени детерминизма) эти связи могут быть двух видов:

- функциональные;
- стохастические (статистические).

Функциональная связь предполагает, что определённому значению признака-фактора соответствует одно, строго определённое значение признака-результата.

Например:

$$S = \pi r^2$$
$$Y = 3,14x^2$$

x = 1	y = 3,14
x = 2	y = 12,56
x = 3	y = 28,26
x = ...	y = ...
x = 10	y = 314,00 и т.д.

Такие связи принято называть жёсткими или полными. Они присутствуют в физике, математике, астрономии и других точных науках.

Статистические связи присущи социально-экономическим явлениям и характеризуются тем, что в данном случае связь наблюдается не в каждом конкретном случае, а в среднем, при большом количестве наблюдений.

Например:

Стаж работы, лет (x)	% выполнения норм выработки (y)
5	102
10	108
4	102
8	105
5	104
1	98
12	110
...	...

То есть одному и тому значению $x = 5$ соответствует $y = 102\%$ и $y = 104\%$; или разным $x = 5$ и $x = 4$ соответствует $y = 102\%$. Это неполная, нежёсткая связь, так как на признак-результат действует много других, кроме учтённого, признаков-факторов. Однако в среднем при увеличении стажа работы увеличивается % выполнения норм выработки.

Частным случаем статистической связи является корреляционная связь.

Связь, которая проявляется при большом числе наблюдений в виде определённой зависимости между средним значением признака-результата и признаком-фактором, называется корреляционной.

По числу взаимодействующих факторов связи бывают:

- однофакторные (парная корреляция);
- многофакторные (множественная корреляция).

По направлению эти связи могут быть:

- прямые, когда с увеличением признака-фактора (x) признак-результат (y) также увеличивается;
- обратные, когда с увеличением значений признака-фактора (x) наблюдается уменьшение значений признака-результата (y).

По форме (по аналитическому выражению) статистические связи могут быть:

- линейные (прямолинейные) – величина признака-результата равномерно изменяется под воздействием признака-фактора

$$y = a_0 + a_1x ;$$

- нелинейные (криволинейные), когда величина признака-результата изменяется под воздействием признака-фактора неравномерно:

например, по уравнению параболы $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$; показательной функции $y = a_0 * a_x^x$ и т.п.

Общая задача статистического изучения взаимосвязей может быть сформулирована следующим образом:

- по результатам n измерений исследуемых факторов x и y

x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	...	x _n
y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	...	y _n

необходимо получить функцию, которая позволила бы по заданным значениям факторных переменных (x) восстанавливать (прогнозировать) значения результирующих переменных (y), то есть $y = f(x)$.

Однако задачи исследования взаимосвязей могут быть конкретизированы и носить более частный характер в зависимости от цели исследования:

- 1) выявление наличия или отсутствия корреляционной связи между изучаемыми признаками;
- 2) измерение тесноты связи между признаками;
- 3) определение математической модели для описания зависимости между признаками: признаком-результатом и одним либо несколькими признаками-факторами.

Для решения каждой из этих задач теория статистики разработала свои приёмы и методы:

- 1-ая задача может быть решена с помощью так называемых элементарных методов изучения взаимосвязей: графического,

балансового, метода аналитических группировок, метода сравнения параллельных рядов;

- 2-ая задача может быть решена с помощью корреляционного анализа, дисперсионного анализа;

- 3-я задача требует построения функции $y = f(x)$, то есть проведения регрессионного анализа.

10.2 Статистические методы изучения взаимосвязей

Неотъемлемым элементом любого метода изучения взаимосвязей является предшествующий теоретический анализ, в результате которого будет выявлено, что связь между изучаемыми признаками возможна.

Например, с ростом заработной платы возможен рост производительности труда.

Но: рост успеваемости студентов экономического факультета УО «ВГТУ» и рост производства продукции РУПП «Витязь» – ложная корреляция!

10.2.1 Метод сравнения параллельных рядов

Метод сравнения параллельных рядов позволяет установить направление связи между изучаемыми признаками. Для этого единицы изучаемой совокупности располагаются в порядке возрастания (убывания) признака-фактора. Параллельно записываются соответствующие им значения признака-результата. На основании логического анализа делается вывод о наличии и характере взаимосвязи между признаками:

а) если с возрастанием уровней признака-фактора наблюдается рост уровней признака-результата, то между ними существует прямая связь; то есть связь есть, связь прямая;

б) если с возрастанием уровней признака-фактора наблюдается снижение уровней признака-результата, связь есть, и она обратная;

в) если с возрастанием уровней признака-фактора наблюдается хаотичное распределение значений признака-результата, то связь отсутствует.

Например, имеются сведения об уровне фондоотдачи и удельном весе активной части в общей стоимости основных средств (ОС) по 10 предприятиям отрасли. Необходимо установить, существует ли взаимосвязь между этими показателями и каков её характер (или каково её направление).

Таблица 10.1 – Показатели использования и структуры основных средств по предприятиям отрасли (данные условные)

№ предприятия	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фондоотдача, руб.	3,7	3,4	2,9	2,8	3,0	2,5	3,7	2,9	2,8	3,2
Удельный вес активной части ОС, %	65	63	56	53	58	48	61	58	48	61

Произведём ранжирование уровней x (удельного веса активной части ОС) и расположим элементы изучаемой совокупности в порядке возрастания признака-фактора (таблица 10.2, графы 1 и 2).

Анализируя полученные параллельные ряды, можем сделать вывод о наличии прямой связи (то есть связь есть, связь прямая) между фондоотдачей (y) и удельным весом активной части ОС (x), хотя она проявляется не в каждом конкретном случае, а в целом, в среднем.

Таблица 10.2 – Расчетная таблица

x	y	$x - \bar{y}$	$(y - \bar{y})^2$	x^2	xy	$y_x = -0,279 + 0,059x$	y^2	$(y - y_x)^2$	Знаки отклонений		Ранги		Разность рангов d	d^2
									x от \bar{x}	y от \bar{y}	x	y		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
48	2,5	-0,59	0,3481	2304	120,0	2,553	6,25	0,0028	-	-	1,5	1	0,5	0,25
48	2,8	-0,29	0,0841	2304	134,4	2,553	7,84	0,0610	-	-	1,5	2,5	-1,0	1,00
53	2,8	-0,29	0,0841	2809	148,4	2,848	7,84	0,0023	-	-	3	2,5	0,5	0,25
56	2,9	-0,19	0,0361	3136	162,4	3,025	8,41	0,0156	-	-	4	4,5	-0,5	0,25
58	2,9	-0,19	0,0361	3364	168,2	3,143	8,41	0,0590	+	-	5,5	4,5	1,0	1,00
58	3,0	-0,09	0,0081	3364	174,0	3,143	9,00	0,0204	+	-	5,5	6	-0,5	0,25
61	3,7	0,61	0,3721	3721	225,7	3,320	13,69	0,1444	+	+	7,5	9,5	-2,0	4,00
61	3,2	0,11	0,0121	3721	195,2	3,320	10,24	0,0144	+	+	7,5	7	0,5	0,25
63	3,4	0,31	0,0961	3969	214,2	3,438	11,56	0,0014	+	+	9	8	1,0	1,00
65	3,7	0,61	0,3721	4225	240,5	3,556	13,69	0,0207	+	+	10	9,5	0,5	0,25
$\sum x =$ = 571	$\sum y =$ = 30,9		$\sum (y - \bar{y})^2 =$ = 1,4490	$\sum x^2 =$ = 32917	$\sum xy =$ = 1783,0	$\sum y_x =$ = 30,899	$\sum y^2 =$ = 96,93	$\sum (y - y_x)^2 =$ = 0,3420						$\sum d^2 =$ = 8,50

10.2.2 Метод аналитических группировок

При сравнении индивидуальных значений признаков (метод сравнения параллельных рядов) не всегда отчетливо просматривается корреляционная зависимость. Более наглядное представление об этой зависимости можно получить, если сравнивать не индивидуальные значения признака, а групповые средние значения признака-фактора и признака-результата. Такой прием изучения взаимосвязей получил название метода аналитических группировок. Чтобы выявить наличие и направление связи между признаками, производится группировка единиц изучаемой совокупности по признаку-фактору (x) и по каждой группе рассчитывается среднее значение признака-результата (y).

Далее, как и в методе сравнения параллельных рядов, сравнивается направление изменения признака-фактора и признака-результата. Если они совпадают – связь есть, связь прямая; если они не совпадают – связь есть, связь обратная.

Для построения группировки в нашем примере принимаем количество интервалов $k = 4$ (т.к. $n = 10$, исходя из формулы Стерджеса), следовательно, ширина интервала группировки составит:

$$i_x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} = \frac{65 - 48}{4} = 4,25.$$

Таблица 10.3 – Группировка предприятий отрасли по удельному весу активной части основных средств и фондоотдачи

Группы предприятий по удельному весу активной части ОС, x	Число предприятий в группе, $f_{гр}$	Суммарное значение признака-результата в группе $\sum y_{гр} * f_{гр}$	Среднее значение признака-результата по группе $\bar{y}_{гр} = \frac{\sum y_{гр} * f_{гр}}{\sum f_{гр}}$	$\bar{y}_{гр} - \bar{y}$	$(\bar{y}_{гр} - \bar{y})^2$	$(\bar{y}_{гр} - \bar{y})^2 * f_{гр}$
1	2	3	4	5	6	7
48,00-52,25	2	2,5+2,8=5,3	2,65	-0,44	0,1936	0,3872
52,25-56,50	2	2,8+2,9=5,7	2,85	-0,24	0,0576	0,1152
56,50-60,75	2	2,9+3,0=5,9	2,95	-0,14	0,0196	0,0392
60,75-65,00	4	3,7+3,2+3,4+3,7=14,0	3,50	0,41	0,1681	0,6724
Сумма	10	30,9				1,2140

Т.к. направления изменения признаков (графа 1 и графа 4 таблицы 10.3) совпадают, принимается вывод о наличии прямой связи между фондоотдачей и удельным весом активной части ОС.

Метод аналитической группировки является единственно приемлемым в случае большого числа единиц совокупности, например не 10, а 1000. Это является его существенным преимуществом

10.2.3 Графический метод (метод корреляционного поля)

Графический метод часто называют методом корреляционного поля. Сущность его заключается в следующем: на график, у которого одна ось x – признак-фактор, а другая ось y – признак-результат, наносятся точки, отображающие исходную информацию (удобнее в ранжированном виде, по таблице 10.2), и соединяются ломаной линией. Далее по расположению этих точек на графике делается вывод о наличии, направлении и, частично, о тесноте связи:

а) если точки на графике концентрируются около некоторой прямой, направленной из левого нижнего в правый верхний угол, то принимается вывод о наличии прямой связи (связь есть, связь прямая);

б) если точки концентрируются около прямой, направленной из левого верхнего в правый нижний угол, связь есть и она обратная;

в) если точка концентрируется в виде дуги около некоторой кривой (например, параболы), принимается вывод о наличии криволинейной связи;

г) если на корреляционном поле наблюдается хаотичный разброс точек, принимается вывод об отсутствии взаимосвязи исследуемых признаков.

Примерный вывод о тесноте связи делается на основании разброса точек на корреляционном поле. Чем ближе они концентрируются вокруг некоторой прямой или кривой, т.е. чем меньше их рассеяние, тем теснее корреляционная связь.

В нашем примере

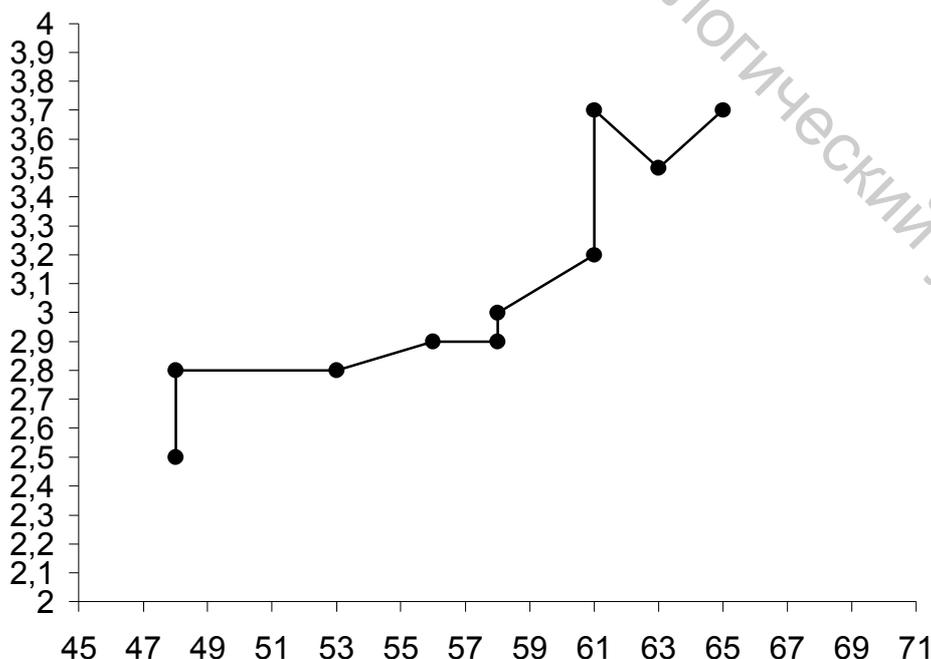


Рисунок 10.1 – Корреляционное поле зависимости фондоотдачи (y) от удельного веса активной части основных средств (x)

Вывод: связь есть, связь прямая и достаточно тесная.

10.2.4 Балансовый метод

Этот метод имеет и целый ряд других названий: табличный метод, метод корреляционной таблицы, метод корреляционной решетки.

Для построения такой таблицы (она имеет форму шахматной таблицы), группируются уровни x и y исходя из следующих правил:

- интервалы устанавливаются равные, т.е. ширина интервала определяется по формуле:

$$\text{для признака-фактора } i_x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k},$$

$$\text{для признака-результата } i_y = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{k},$$

- количество групп (k) одинаковое для x и для y ;

- количество интервалов не следует делать большим, т.к. таблица теряет наглядность (хотя строгих правил нет).

В нашем примере примем $k = 4$, тогда

$$i_x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k} = \frac{65 - 48}{4} = 4,25,$$

$$i_y = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{k} = \frac{3,7 - 2,5}{4} = 0,3.$$

После этого строится макет корреляционной таблицы по строкам – признак-фактор, по столбцам – признак-результат.

Группы предприятий по y	2,5 -2,8	2,8-3,1	3,1-3,4	3,4-3,7	Всего
Группы предприятий по x					
48,00 - 52,25	.	.			2
52,25 – 56,50		..			2
56,50 – 60,75		..			2
60,75 – 65,00			4
Всего	1	5	1	3	10

Заполнение построенной таблицы производится методом точек или черточек: на пересечении соответствующей строки (x) и столбца (y) в любом месте квадрата (прямоугольника) ставится точка либо черточка. Иногда ставится число, показывающее общее количество единиц совокупности, которое попало в данный прямоугольник (в левом верхнем квадрате должна быть 1, а в правом нижнем – 3).

На последнем этапе производится анализ расположения единиц совокупности по группам, т.е. в таблице:

а) если точки вписываются в эллипс, направленный из левого верхнего в правый нижний угол, связь есть, и она прямая;

б) если точки вписываются в эллипс, направленный из левого нижнего в правый верхний угол, связь есть, и она обратная;

в) если точки концентрируются около некоторой дуги, делается предположение о наличии криволинейной связи;

г) при хаотичном разбросе данных принимается вывод об отсутствии связи между исследуемыми признаками.

В нашем примере точки в корреляционной таблице вписываются в эллипс, направленный из левого верхнего в правый нижний угол, следовательно, между фондоотдачей и удельным весом активной части основных средств существует прямая связь.

10.3 Дисперсионный анализ

Дисперсионный анализ применяют:

1) для оценки тесноты связи между признаками в аналитических группировках (в балансовом методе также представляется такая возможность)

2) для определения роли исследуемого признака-фактора в изменении (вариации) признака-результата.

Для характеристики тесноты связи между признаками рассчитывают эмпирическое корреляционное отношение:

$$h = \sqrt{\frac{d_y^2}{G_y^2}}, \quad (10.1)$$

где d_y^2 – межгрупповая дисперсия признака-результата;

G_y^2 – общая дисперсия признака-результата (см. «Виды дисперсий»)

В нашем примере общую дисперсию можно вычислить по формуле (по таблице 10.2):

$$s_y^2 = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n}. \quad (10.2)$$

Учитывая, что $\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{30,9}{10} = 3,09$ и проведя необходимые расчеты в таблице 10.2, получим:

$$s_y^2 = \frac{1,4490}{10} = 0,1449.$$

Межгрупповая дисперсия рассчитывается по формуле (по таблице 10.3):

$$d^2 = \frac{\sum (\bar{y}_{ep} - \bar{y})^2 f_{ep}}{\sum f_{ep}}, \quad (10.3)$$

где \bar{y}_{ep} – среднее значение признака-результата по группе;

f_{zp} – число единиц совокупности в группе.

$$d^2 = \frac{1,2140}{10} = 0,1214.$$

Тогда эмпирическое корреляционное отношение составит:

$$h = \sqrt{\frac{0,1214}{0,1449}} = 0,915.$$

Чем ближе h к 1, тем более тесная связь. В нашем примере она весьма тесная, т.к. h достаточно близко к 1.

Для того, чтобы определить, какая доля вариации признака-результата вызвана действием признака-фактора, положенного в основание группировки, используют коэффициент детерминации

$$h^2 = \frac{d_y^2}{s_y^2}. \quad (10.4)$$

В нашем примере $h^2 = 0,838$. Следовательно, вариация фондоотдачи по предприятиям отрасли на 83,8 % вызвана изменением доли активной части ОС в их общей стоимости.

10.4 Корреляционно-регрессионный анализ

Корреляционно-регрессионный анализ решает две важные, неразрывные и дополнительные друг для друга задачи:

1) определение формы связи между признаками x и y , т.е. установление математической модели или аналитического выражения этой связи;

2) измерение тесноты, т.е. меты связи между x и y .

1-ая задача решается с помощью регрессионного анализа, 2-ая – с помощью корреляционного анализа. Последовательность их решения может быть различной: вначале регрессионный анализ, а затем – корреляционный либо наоборот.

Регрессионный анализ начинается с выбора формы связи между признаками x и y . Определяющая роль в этом выборе отводится теоретическому анализу (например, рост текучести кадров будет вызывать падение уровня производительности труда; рост заработной платы будет сопровождаться ростом производительности труда и т.д.).

В зависимости от характера изменения признака-результата под влиянием изменения признака-фактора теоретическая форма связи может принимать различные виды уравнений:

- прямой $y_z = a_0 + a_1x$;
- параболы $y_x = a_0 + a_1x + a_2x^2$;
- гиперболы $y_x = a_0 + a_1 \frac{1}{x}$;
- показательной функции $y_z = a_0 + a_1^x$;

– и др.

Выбор формы связи всегда является несколько условным, так как статистическая зависимость только приближается к функциональной, а исследователь осуществляет поиск функциональной связи. Для выбора формы связи могут быть использованы такие элементарные методы изучения взаимосвязей, как графический или балансовый.

Теоретическая линия связи, с помощью которой описывается исследуемая статистическая связь, называется уравнением регрессии. Выбор, построение и анализ этого уравнения – регрессионным анализом.

Рассмотрим на примере линейной зависимости:

$$y_x = a_0 + a_1 x.$$

После того, как определён выбор типа функции, необходимо решить уравнение регрессии, то есть найти параметры этого уравнения a_0 и a_1 .

Независимо от формы связи параметры a_0 и a_1 уравнения регрессии определяются с помощью метода наименьших квадратов.

Система нормальных уравнений метода наименьших квадратов для линейного уравнения имеет вид:

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

Для нахождения $\sum x$, $\sum y$, $\sum x^2$, $\sum xy$ в нашем примере используем таблицу 10.2. В результате получаем:

$$\begin{cases} 10a_0 + 571a_1 = 30,9 \\ 571a_0 + 32917a_1 = 1783 \end{cases}.$$

Для нашего примера уравнение регрессии принимает вид:

$$y_x = -0,279 + 0,059x.$$

Подставляя значения x в уравнение регрессии, определяем теоретические уровни признака-результата (таблица 10.2), а затем рассчитываем ошибку (или расхождение), которая не должна превышать 1%:

$$E = \frac{\sum y_x - \sum y}{\sum y} * 100 \quad (10.5)$$

В нашем примере:

$$E = \frac{30,899 - 30,9}{30,9} * 100 = 0,003\% < 1\%$$

Следовательно, форма связи выбрана правильно.

Анализ (экономическая интерпретация) уравнения регрессии основан на параметре a_1 , который называют коэффициентом регрессии.

Он показывает на сколько в абсолютном выражении изменится признак-результат при изменении признака-фактора на единицу.

В нашем примере: увеличение удельного веса активной части в общей стоимости основных средств на 1 процентный пункт вызывает рост фондоотдачи на 0,059 рублей.

Для более удобного восприятия результатов регрессионного анализа целесообразно рассчитывать коэффициент эластичности. Он выражает зависимость y от x в %-ах и определяется по формуле

$$\varepsilon = a_1 \frac{\bar{x}}{\bar{y}} . \quad (10.6)$$

В нашем примере: $\bar{x} = 57,1$; $\bar{y} = 3,09$;

$$\varepsilon = 0,059 \frac{57,1}{3,09} = 1,090 .$$

Это означает, что при увеличении удельного веса активной части основных средств на 1 %, фондоотдача возрастает на 1,09 %.

Если уравнение регрессии $y_x = -0,279 + 0,059x$ нанести на график (корреляционное поле) и провести на нём ещё одну линию $y = \bar{y}$, то на графике получится три линии, расположение которых имеет своё объяснение:

- большой угол наклона (y_x) теоретической линии связи (2) к ($\bar{y} = 3,09$) горизонтальной линии (3) свидетельствует о наличии тесной связи между x и y .

- несовпадение теоретической линии (2) связи (y_x) и эмпирической (1) (ломаной линии) объясняется действием на признак-результат не только фактора x , но и других факторов.

Значение уравнения регрессии на практике; предполагая, что признак-фактор примет определённое значение, можно составить прогноз признака-результата.

Корреляционный анализ предполагает оценку тесноты связи между признаками x и y .

В случае линейной зависимости для оценки степени тесноты этой связи используется линейный коэффициент корреляции (он нашёл наибольшее распространение на практике).

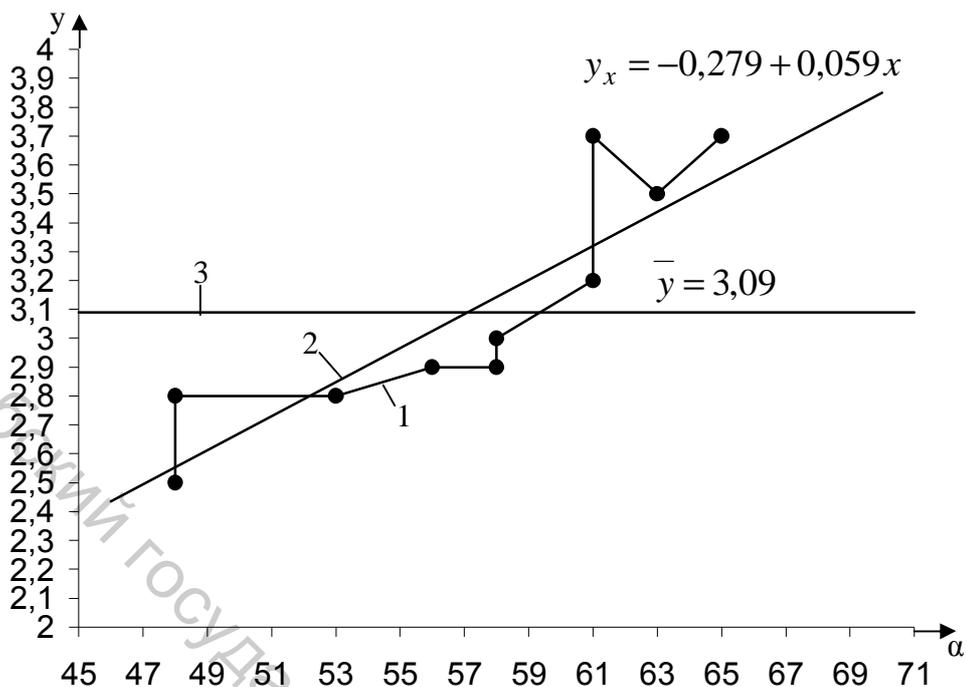


Рисунок 10.2 – Корреляционное поле зависимости фондоотдачи (y) от удельного веса активной части основных средств (x)

В теории статистики существует множество формул для определения линейного коэффициента корреляции. Исходным положением является следующее: линейный коэффициент корреляции представляет собой среднюю величину из произведений нормированных отклонений для x и y:

$$r = \frac{\sum \left(\frac{x - \bar{x}}{s_x} \right) * \left(\frac{y - \bar{y}}{s_y} \right)}{n} \quad (10.7)$$

Другой вид формулы получается в том случае, если s_x и s_y как постоянные величины выносятся за знак суммы:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n * s_x * s_y} \quad (10.8)$$

Путём математических преобразований можно данную формулу привести к виду:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} * \bar{y}}{s_x * s_y}, \text{ при этом:} \quad (10.9)$$

$$s_x = \sqrt{\overline{x^2} - (\bar{x})^2}, \quad (10.10)$$

$$s_y = \sqrt{y^2 - (\bar{y})^2} . \quad (10.11)$$

Рассчитаем необходимые составляющие последней формулы для нашего примера (по таблице 10.2):

$$\overline{xy} = \frac{1783}{10} = 178,3;$$

$$\bar{x} = \frac{571}{10} = 57,1;$$

$$\bar{y} = \frac{30,9}{10} = 3,09.$$

Из раздела 10.3 $s_y^2 = 0,1449$, следовательно $s_y = \sqrt{0,1449} = 0,381$.

Все дальнейшие необходимые расчеты проведем в таблице 10.2. По данным графы 5:

$$\overline{x^2} = \frac{\sum x^2}{n} = \frac{32917}{10} = 3291,7;$$

а квадрат средней величины признака-фактора:

$$(\bar{x})^2 = 57,1^2 = 3260,4.$$

Следовательно:

$$s_x = \sqrt{3291,7 - 3260,4} = 5,595.$$

По данным графы 8 таблицы 10.2:

$$\overline{y^2} = \frac{\sum y^2}{n} = \frac{96,93}{10} = 9,693;$$

а квадрат среднего значения признака-результата:

$$(\bar{y})^2 = 3,09^2 = 9,548.$$

Тогда $s_y = \sqrt{9,693 - 9,548} = 0,381$.

Подставляя полученные значения в формулу 10.9, получаем:

$$r = \frac{178,3 - 57,1 * 3,09}{5,595 * 0,381} = 0,87.$$

Иногда линейный коэффициент корреляции удобно рассчитывать по итоговым суммам:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right]}} . \quad (10.12)$$

В нашем примере (по данным таблицы 10.2):

$$r = \frac{1783 - \frac{571 \cdot 30,9}{10}}{\sqrt{\left(32917 - \frac{571^2}{10}\right) \left(96,93 - \frac{30,9^2}{10}\right)}} = 0,87.$$

Достаточно часто линейный коэффициент корреляции может быть рассчитан и по более простой формуле:

$$r = a_1 \frac{s_x}{s_y}. \quad (10.13)$$

В примере $r = 0,059 \frac{5,595}{0,381} = 0,87.$

Линейный коэффициент корреляции может быть рассчитан и по другим производным от указанных формул, однако методика его исчисления на результат не влияет.

Коэффициент корреляции может принимать значения от -1 до +1. При этом, положительное значение коэффициента указывает на наличие прямой связи, а отрицательное – обратной.

В оценке тесноты связи обычно руководствуются следующими соотношениями:

[r]	связь
< 0,3	слабая
0,3:0,5	умеренная
0,5:0,7	заметная
> 0,7	высокая (тесная).

В нашем примере $r = 0,87$, следовательно, между признаками существует прямая тесная связь.

Учитывая, что r рассчитывается по выборке, он как и любой выборочный показатель подвержен случайным ошибкам. Оценка значимости линейного коэффициента корреляции производится по критерию Стьюдента:

$$t_{расч} = \frac{|r|}{s_r}, \quad (10.14)$$

где s_r – средняя квадратическая ошибка r .

При небольшом n ($n < 30$) средняя ошибка

$$s_r = \frac{\sqrt{1-r^2}}{\sqrt{n-2}}. \quad (10.15)$$

Тогда расчетное значение t-критерия определяется по формуле:

$$t_{расч} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (10.16)$$

и сравнивается с табличным.

Условие $t_{расч} \geq t_{табл}$ должно выполняться.

В нашем примере

$$t_{расч} = \frac{0,87\sqrt{8}}{\sqrt{1-0,87^2}} = 4,99.$$

При $n=10$ $t_{табл} = 3,35$.

Следовательно $t_{расч} > t_{табл}$, а это означает, что полученное значение коэффициента корреляции достоверно.

Линейный коэффициент корреляции служит показателем тесноты связи в линейных зависимостях. Однако универсальным показателем тесноты связи считается теоретическое корреляционное отношение. Оно представляет собой относительную величину сравнения среднего квадратического отклонения теоретических уровней признака результата от \bar{y} и среднего квадратического отклонения эмпирических уровней признака результата от \bar{y} :

$$h_{теор.} = \sqrt{\frac{\sum (y_x - \bar{y})^2 / n}{\sum (y - \bar{y})^2 / n}}. \quad (10.17)$$

факторная дисперсия / общая дисперсия

Эта формула может быть преобразована следующим образом:

$$h_{теор.} = \sqrt{\frac{\sum (y_x - \bar{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}. \quad (10.18)$$

Если учесть, что дисперсия эмпирического ряда характеризует общую вариацию признака-результата за счёт всех факторов (включая и фактор x), а дисперсия теоретического ряда характеризует только ту часть вариации, которая обусловлена действием фактора x , то отношение второй дисперсии к первой показывает, какую долю в общей дисперсии занимает дисперсия, вызванная фактором x .

Это отношение получило название теоретический коэффициент детерминации:

$$h^2_{теор.} = \frac{\sum (y_x - \bar{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}. \quad (10.19)$$

Если учесть, что остаточная дисперсия (то есть дисперсия, вызванная действием других, неучтённых факторов) может быть рассчитана по формуле

$$s^2_{ост.} = \frac{\sum (y - y_x)^2}{n}, \quad (10.19)$$

по правилу сложения дисперсий:

$s^2_{общая} = s^2_{факторная}$ (т.е. вызванная фактором x) + $s^2_{остаточная}$ (вызванная другими факторами).

Следовательно:

$$s_{\text{факторная}}^2 = s_{\text{общая}}^2 - s_{\text{остаточная}}^2 \quad (10.20)$$

Тогда используемое в формуле теоретического корреляционного отношения выражение:

$$\frac{s_{\text{факт.}}^2}{s_{\text{общ.}}^2} = \frac{s_{\text{общ.}}^2 - s_{\text{ост.}}^2}{s_{\text{общ.}}^2} = 1 - \frac{s_{\text{ост.}}^2}{s_{\text{общ.}}^2} \quad (10.21)$$

Расчитанное в таком виде корреляционное отношение обычно называют индексом корреляции:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{\sum (y - y_x)^2}} \quad \text{или} \quad R = \sqrt{1 - \frac{s_{\text{ост.}}^2}{s_{\text{общ.}}^2}} \quad (10.22)$$

Индекс корреляции применяется для оценки тесноты связи линейной и нелинейной, парной и множественной.

Индекс корреляции может находиться в пределах от 0 до 1:

$R = 1$ – связь функциональная $s_{\text{ост.}}^2 = 0$;

$R = 0$ – связь отсутствует $s_{\text{ост.}}^2 = s_{\text{общая}}^2$.

Интерпретация индекса корреляции обычно производится следующим образом:

Значение R	Зависимость
< 0,3	малая
0,3 ÷ 0,6	средняя
0,6 ÷ 0,8	выше средней
> 0,8	большая, сильная

Расчитаем индекс корреляции для нашего примера (по данным таблицы 10.2.):

$$\begin{aligned} \sum (y - \bar{y})^2 &= 1,4490, \\ \sum (y - y_x)^2 &= 0,3420, \end{aligned}$$

$$(h_{\text{теор.}}) = R = \sqrt{1 - \frac{0,3420}{1,4490}} = 0,87.$$

10.5 Непараметрические методы оценки тесноты связи

Оценка тесноты связи с помощью дисперсионного и корреляционного анализа достаточно сложна и громоздка. Для измерения тесноты связи между исследуемыми признаками могут быть использованы менее точные, но более простые методы.

Методы дисперсионного и корреляционного анализа основаны на вычислении параметров распределения (средних величин, дисперсий) и

поэтому их называют параметрическими методами оценки тесноты связи.

В свою очередь, методы измерения тесноты связи между признаками, которые не предусматривают использование количественных значений признаков (а следовательно, и параметров распределения), принято называть непараметрическими. К ним относят такие показатели, как:

- коэффициент корреляции знаков;
- коэффициент корреляции рангов;
- коэффициент ассоциации;
- и другие.

Коэффициент корреляции знаков (коэффициент Фехнера) предполагает установление знаков отклонений каждого значения x от \bar{x} и каждого значения y от \bar{y} . Затем определяется число единиц изучаемой совокупности, у которых эти знаки совпадают – C , и число единиц, у которых они не совпадают – H . Коэффициент Фехнера определяется по формуле

$$K_{\text{Фех.}} = \frac{C - H}{C + H} \quad (10.23)$$

Очевидно, что $C + H = n$ (число единиц наблюдения).

В нашем примере (таблица 10.2, графы 10, 11):

$$C = 8$$

$$H = 2$$

$$K_{\text{Фех.}} = \frac{8 - 2}{8 + 2} = 0,6$$

Коэффициент Фехнера меняется в диапазоне $-1 < K_{\text{Ф}} < 1$

$K_{\text{Ф}} = 0,6$ означает, что связь прямая и достаточно тесная.

Коэффициент корреляции рангов. Известны два коэффициента: Спирмена и Кендэлла, но наиболее распространенным является коэффициент Спирмена. Он определяется по рангам. Ранг – это порядковый номер, присваиваемый каждому индивидуальному значению x и y в ранжированных рядах. Если несколько значений одинаковых, то их ранги определяются делением приходящейся на них суммы мест на число значений признака (таблица 10.2, графы 12, 13). После того, как определены по каждой единице совокупности ранги x и y , определяют их разность d (для каждой единицы) (таблица 10.2, графа 14). Коэффициент ранговой корреляции определяется по формуле

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (10.24)$$

В нашем примере:

$$r = 1 - \frac{6 * 8,5}{10(100 - 1)} = 0,948$$

Следовательно, связь прямая, тесная.

Основное преимущество коэффициента ранговой корреляции: он может быть использован там, где нет возможности измерить признак, но можно его проранжировать, например, оттенки цветов.

Коэффициент ассоциации применяется для оценки тесноты связи между альтернативными признаками. В этих случаях строится 4-х клеточная таблица, в которой отражена связь между двумя альтернативными признаками.

Например, необходимо установить, имеется ли зависимость между семейным положением работников и обеспеченностью их жильем, если из 65 семейных обеспечены отдельными квартирами 55 человек, а из 40 одиноких квартиры имеют 25 человек.

Таблица 10.4 – Группировка работников по семейному положению и обеспеченности жильем

Обеспеченность жильём \ Семейное положение	Имеют отдельную квартиру	Не имеют отдельной квартиры
Семейные	a - 55	b - 10
Одинокие	c - 25	d - 15

Каждая клетка этой таблицы имеет условное обозначение: a,b,c,d.

Коэффициент ассоциации определяют по формуле

$$K_a = \frac{ad - bc}{ad + bc} \quad (10.25)$$

В нашем примере:

$$K_a = \frac{55 * 15 - 10 * 25}{55 * 15 + 10 * 25} = \frac{575}{1075} = 0,535.$$

Следовательно: связь есть, связь прямая.

На практике известны случаи, когда один из квадратов такой таблицы может оказаться пустым (= 0), тогда $K_a = 1$. В этих случаях прибегают к исчислению коэффициента контингенции:

$$K_{\text{конт.}} = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}} \quad (10.26)$$

В нашем примере:

$$K_{\text{конт.}} = \frac{55 * 15 - 10 * 25}{\sqrt{(55+10)(25+15)(55+25)(10+15)}} = \frac{575}{\sqrt{65 * 40 * 80 * 25}} = \frac{575}{2280} = 0,252$$

На практике значение $K_{\text{конт.}}$ всегда меньше значения K_a .

Некоторые авторы [18, с. 85] приводят только один коэффициент для оценки тесноты связи альтернативных признаков, называя его коэффициентом ассоциации:

$$K_{ac} = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}. \quad (10.27)$$

10.6 Понятие множественной корреляции

Уровень социально-экономических явлений складывается под воздействием целого ряда факторов, часто взаимодействующих между собой. Попытка определить совокупное влияние нескольких признаков-факторов на признак-результат получила название множественной корреляции.

Если в случае парной корреляции необходимо получить уравнение регрессии $y = f(x)$, то при исследовании множественной корреляции это уравнение имеет вид:

$$y = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_m),$$

где m – число исследуемых признаков-факторов.

Наиболее сложный момент – это отбор признаков-факторов. Он производится в несколько этапов:

1. На основе теоретического (логического) анализа выбираются факторы, которые могут влиять на признак-результат и интересуют исследователя.

Например: y – производительность труда;

x_1 – фондовооружённость труда;

x_2 – фондоотдача;

x_3 – коэффициент текучести;

x_4 – заработная плата;

x_5 – коэффициент механизации труда и т.д.

2. Определяются парные коэффициенты корреляции:

r_{yx_1}	r_{yx_2}	r_{yx_3}	...
$r_{x_1x_2}$	$r_{x_1x_3}$	$r_{x_1x_4}$...
$r_{x_2x_1}$	$r_{x_2x_3}$	$r_{x_2x_4}$...
...

В многофакторную модель включаются только те факторы, по которым r_{yx} указывает наличие достаточной связи, то есть $|r_{xy}| > 0,3$.

Определение $r_{x_i x_j}$ – это проверка факторов на мультиколлинеарность: если, например, $r_{x_3 x_4} = -0,875$, то из числа факторов мы должны исключить либо $K_{\text{тек}}$ либо заработную плату, так как они тесно взаимосвязаны, то есть мультиколлинеарны.

3. Из числа признаков-факторов исключаются те, которые связаны между собой и признаком-результатом функциональной зависимостью.

Например:

$$ПТ = \frac{\text{Фондоотдача}}{\text{Фондовооружённость}}, \text{ т.е. } y = \frac{x_2}{x_1}.$$

Выбираем либо x_2 либо x_1 .

4. Строятся различные варианты многофакторных моделей и если они противоречат теории или логике, производится поочерёдное исключение факторов и выбирается наиболее приемлемая модель.

Экономическая интерпретация полученного уравнения регрессии производится по коэффициентам a_1, a_2, a_3, \dots , которые указывают размер изменения признака-результата при изменении j -го фактора на единицу.

Оценка тесноты связи – по коэффициенту множественной корреляции R .

В случае 2-факторной модели

$$R_{y(x_1, x_2)} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2r_{yx_1} * r_{yx_2} * r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}},$$

R , как и r , изменятся от 0 до 1.

Определяется и коэффициент детерминации R^2 .

Как правило, расчёты выполняются на ЭВМ по стандартным программам. Задача исследователя состоит в следующем:

- а) правильное определение факторов;
- б) набор необходимого количества данных (иногда объём выборки определяют упрощённо: $n = 8 * m$, то есть если 5 факторов, то значений y и x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 должно быть по 40);
- в) умение выбрать модель, наиболее полно решающую задачи исследования и имеющую теоретическое (логическое) объяснение.

Практическое значение многофакторных моделей:

- 1) регулируя уровни x_1, x_2, \dots, x_m , воздействуем на y ;
- 2) модель показывает, изменение какого фактора даёт наиболее ощутимое изменение результата.

11 СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

1. Промышленное предприятие и промышленность как объект изучения статистики.

2. Классификация предприятий по формам собственности и организационно-правовым формам.

3. Предмет и метод статистики промышленности.

4. Изучение структурных изменений в промышленности Республики Беларусь.

11.1 Промышленное предприятие и промышленность как объект изучения статистики

Экономический механизм страны формируется в результате деятельности огромного количества субъектов хозяйствования, т.е. экономических единиц. Самой крупной экономической единицей принято считать предприятие (организацию), т.к. оно охватывает полный процесс производства. В системе национальных счетов используют термин предприятия для обозначения инвестиционной единицы как производителя товаров и услуг.

В государственной статистике Республики Беларусь все экономические единицы принято классифицировать по отраслям народного хозяйства (код ОКОНХ).

ОКОНХ – Общегосударственный классификатор отраслей народного хозяйства, утвержденный постановлением Госстандарта СССР от 14.11.1975 г. №18 (с изменениями и дополнениями).

Действующий в настоящее время классификатор отраслей народного хозяйства отражает отраслевую структуру экономики РБ и имеет многоуровневый (до 6 уровней) характер построения.

На первом уровне все отрасли народного хозяйства разделены на:

- промышленность;
- сельское хозяйство;
- лесное хозяйство;
- транспорт и связь;
- строительство;
- торговля и общественное питание;
- материально-техническое снабжение и сбыт;
- заготовки;
- информационно-вычислительное обслуживание;
- операции с недвижимым имуществом;
- общая коммерческая деятельность по обеспечению функционирования рынка;
- геология и разведка недр, геодезическая и гидрометеорологическая службы;

- прочие виды деятельности сферы материального производства;
- жилищно-коммунальное хозяйство;
- здравоохранение, физическая культура и социальное обеспечение;
- народное образование;
- культура и искусство;
- финансы, кредит, страхование, пенсионное обеспечение;
- управление;
- общественные объединения.

Несомненно, что главенствующая роль в экономике страны принадлежит промышленности, разнообразие отраслевых особенностей которой охвачено в классификаторе отраслей народного хозяйства 460 позициями (при общем количестве записей 750).

Второй уровень классификатора предлагает выделение отраслей промышленности:

- электроэнергетика;
- топливная промышленность;
- цветная металлургия;
- химическая и нефтехимическая промышленность;
- машиностроение и металлообработка;
- лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность;
- промышленность строительных материалов;
- стекольная и фарфорово-фаянсовая промышленность;
- легкая промышленность;
- пищевая промышленность;
- микробиологическая промышленность;
- мукомольно-крупяная и комбикормовая промышленность;
- медицинская промышленность;
- полиграфическая промышленность;
- другие промышленные производства;
- государственная приемка продукции в промышленности, государственный надзор и контроль за стандартами и средствами измерения;
- хозяйственное управление промышленностью.

Как уже отмечалось, дальнейшая детализация отраслевых особенностей может доходить до 6 уровней.

Так, например, субъект хозяйствования, который занимается производством оборудования для предприятий бытового обслуживания, будет иметь код ОКОНХ 01060124042, что будет означать:

1-ый уровень 0100000000	– промышленность;
2-ой уровень 0106000000	– машиностроение и металлообработка;
3-ий уровень 0106010000	– машиностроение;
4-ый уровень 01060124000	– строительно-дорожное и коммунальное

	машиностроение;
5-ый уровень 01060124040	– коммунальное машиностроение;
6-ой уровень 01060124042	– производство оборудования для предприятий бытового обслуживания

Переход нашей страны на рыночные условия хозяйствования сопровождается значительным расширением видов деятельности отдельных предприятий. В соответствии с принятой в международной практике классификацией экономических единиц наша страна переходит от классификатора ОКОНХ к классификатору ОКЭД – общегосударственный классификатор видов экономической деятельности, утвержденный и введенный в действие постановлением Госстандарта РБ от 28.12.2001 №52. Органами государственной статистики разработаны переходные ключи между ОКЭД и ОКОНХ.

В соответствии с общегосударственным классификатором все виды экономической деятельности сгруппированы следующим образом:

- сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях;
- лесное хозяйство и предоставление услуг в этой области;
- рыболовство и предоставление услуг в этой области;
- добыча угля, лигнита и торфа;
- добыча сырой нефти и природного газа; предоставление услуг в этих областях;
- добыча урановой и ториевой руд;
- добыча металлургических руд;
- прочие отрасли горнодобывающей промышленности;
- производство пищевых продуктов, включая напитки;
- производство табачных изделий;
- текстильное производство;
- производство кожи, изделий из кожи и производство обуви;
- обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и плетенки;
- производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них;
- издательская и полиграфическая деятельность, тиражирование записанных носителей информации;
- производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов;
- химическое производство;
- производство резиновых и пластмассовых изделий;
- производство прочих неметаллических минеральных продуктов;
- металлургическое производство;
- производство готовых металлических изделий;
- производство машин и оборудования;
- производство офисного оборудования и вычислительной техники;

- производство электрических машин и электрооборудования;
- производство аппаратуры для радио, телевидения и связи;
- производство изделий медицинской техники, средств измерений, оптических приборов и аппаратуры, часов;
- производство автомобилей, прицепов и полуприцепов;
- производство прочих транспортных средств;
- производство мебели и прочей продукции, не включенной в другие группировки;
- обработка вторичного сырья;
- производство и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды;
- сбор, очистка и распределение воды;
- строительство;
- торговля автомобилями и мотоциклами, их техническое обслуживание и ремонт;
- оптовая торговля через агентов, кроме торговли автомобилями и мотоциклами;
- ремонт бытовых изделий и предметов личного использования;
- предоставление услуг гостиницами и ресторанами;
- деятельность сухопутного транспорта;
- деятельность водного транспорта;
- деятельность воздушного транспорта;
- вспомогательная и дополнительная транспортная деятельность;
- связь;
- финансовое посредничество;
- страхование;
- вспомогательная деятельность в сфере финансового посредничества и страхования;
- операции с недвижимым имуществом;
- аренда машин и оборудования без оператора и прокат бытовых изделий и предметов личного использования;
- деятельность, связанная с вычислительной техникой;
- исследования и разработки;
- предоставление прочих видов услуг потребителям;
- государственное управление;
- образование;
- здравоохранение и предоставление социальных услуг;
- удаление сточных вод, отходов и аналогичная деятельность;
- деятельность общественных и религиозных организаций (объединений);
- деятельность по организации отдыха и развлечений, культуры и спорта;
- предоставление индивидуальных услуг.

Каждая из перечисленных групп видов деятельности конкретизируется. Например, «деятельность, связанная с вычислительной техникой» включает в себя следующие коды и виды экономической деятельности:

72100	консультирование по аппаратным средствам вычислительной техники
72200	разработка программного обеспечения, консультирование в этой области
72300	обработка данных
72400	деятельность, связанная с базами данных
72500	техническое обслуживание и ремонт офисных машин и вычислительной техники
72600	прочая деятельность, связанная с вычислительной техникой

Каждое предприятие имеет как минимум одну единицу вида деятельности из указанных групп.

С другой стороны, одно предприятие может вести несколько видов деятельности. В последнем случае вся деятельность предприятия должна быть разделена на:

- основную;
- вспомогательную;
- побочную (вторичную).

В соответствии с международной стандартной классификацией видов экономической деятельности основная деятельность производственной единицы дает наибольшую добавленную стоимость по сравнению с другими видами деятельности, осуществляемыми той же единицей.

Вспомогательная деятельность осуществляется с целью создания условий для осуществления основной или побочной деятельности (ремонтные работы, транспортные услуги, складирование, инструментальное обслуживание и т.п.).

Побочная (вторичная) деятельность дополняет основную (например, подсобное сельское хозяйство на промышленном предприятии).

11.2 Классификация предприятий по формам собственности и организационно-правовым формам

Рыночная экономика базируется на многообразии форм собственности.

Все предприятия Республики Беларусь по формам собственности классифицируются следующим образом:

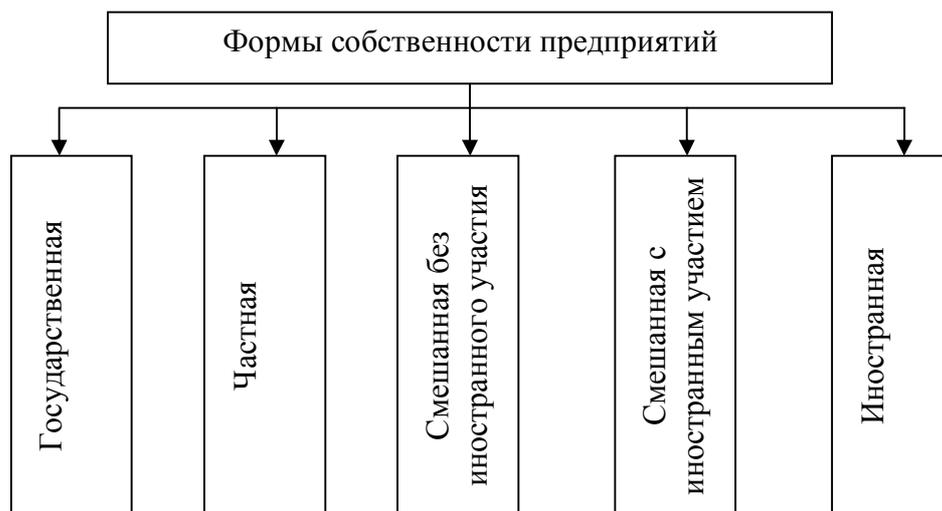


Рисунок 11.1 – Формы собственности предприятий

Государственная форма собственности предполагает выделение предприятий республиканской собственности и коммунальной собственности.

Частная собственность в статистике Республики Беларусь представлена двумя группами предприятий:

- 1) предприятия, представляющие собственность физических лиц;
- 2) предприятия, представляющие собственность негосударственных юридических лиц.

Смешанная собственность без иностранного участия предполагает различные сочетания (до 50 %, 50 % и более) собственности акционерных обществ с государственной собственностью:

- собственность АО с долей республиканской собственности до 50 %;
- собственность АО с долей республиканской собственности 50 % и более;
- собственность АО с долей коммунальной собственности до 50 %;

и т.д.

Смешанная собственность с иностранным участием может быть основана на объединении:

- частной и иностранной;
- государственной (республиканской и коммунальной) и иностранной.

Иностранная собственность классифицируется на:

- собственность иностранных государств;
- собственность иностранных юридических и физических лиц;
- собственность международных организаций;
- собственность лиц без гражданства.

Промышленное предприятие как отчетная единица в государственной статистике подлежит кодированию по своей организационно-правовой форме. Действующий в отечественной статистике справочник организационно-правовых форм может быть представлен в следующем виде:

Код	Уровень кодирования			
	1-ый	2-ой	3-ий	4-ый
1	2	3	4	5
1000	Коммерческие организации			
1100		Хозяйственные товарищества и общества		
1110			Полные товарищества	
1120			Коммандитные товарищества	
1130			Акционерные общества	
1131				Открытые акционерные общества
1132				Закрытые акционерные общества
1140			Общества с ограниченной ответственностью	
1150			Общества с дополнительной ответственностью	
1200		Производственные кооперативы (артели)		
1210			Колхозы	
1300		Унитарные предприятия		
1310			Унитарные предприятия, основанные на праве хозяйственного ведения	
1320			Унитарные предприятия, основанные на праве оперативного управления (как звенные предприятия)	

1	2	3	4	5
1400		Объединения предприятий, созданные органами государственного и местного управления и самостоятельно		
1500		Арендные предприятия		
1600		Коллективные предприятия		
1700		Крестьянские (фермерские) хозяйства		
2000	Некоммерческие организации			
2100		Потребительские кооперативы		
2110			Потребительские союзы	
2120			Потребительские общества	
2130			Жилищно-строительные кооперативы	
2140			Садоводческие и садово-огородные товарищества	
2190			Прочие потребительские кооперативы	
2191				Коллективы индивидуальных застройщиков
2200		Общественные организации (объединения)		
2300		Религиозные организации (объединения)		
2400		Фонды		
2500		Учреждения		
2600		Объединения юридических лиц		
2610			Ассоциации	
2620			Союзы	

1	2	3	4	5
2700		Товарищества собственников		
3000	Обособленные подразделения юридических лиц			
3100		Представительст ва		
3200		Филиалы		
4000	Индивидуальные предприниматели			
5000	Граждане			

11.3 Предмет и метод статистики промышленности

Предметом статистики является количественная сторона массовых явлений в неразрывной связи с их качественной стороной.

Исходя из этого определения предмета статистики, можно сформулировать и понятие предмета статистики промышленности.

Предметом статистики промышленности является количественная сторона массовых экономических и социальных явлений и процессов в совокупностях промышленных предприятий в конкретных условиях места и времени в неразрывной связи с их качественной стороной.

Статистика промышленности изучает явления и процессы, происходящие в отдельных совокупностях промышленных предприятий в связи с другими частями промышленности, в связи с экономикой в целом. Статистика промышленности, относясь к экономическим наукам, изучает проявление экономических законов в конкретных условиях промышленного производства.

Так как количественная сторона явлений и процессов характеризуется статистическими показателями, статистика должна, во-первых, определить содержание этих показателей, а во-вторых, разработать методику их расчета.

Основными направлениями статистического изучения промышленных предприятий являются:

1. Показатели факторов производства:
 - 1.1 показатели трудовых ресурсов;
 - 1.2 показатели основных средств;
 - 1.3 показатели материальных ресурсов.
2. Показатели затрат производства:
 - 2.1 показатели рабочего времени;
 - 2.2 показатели оплаты труда;
 - 2.3 показатели использования сырья, материалов, топлива, энергии;
 - 2.4 показатели амортизационных отчислений;

2.5 показатели себестоимости продукции, работ, услуг.

3. Показатели результатов производства:

3.1 показатели производства и реализации промышленной продукции;

3.2 показатели финансовых результатов и финансового состояния;

3.3 показатели эффективности промышленного производства.

В процессе общественного развития возникают новые экономические проблемы, новые пути и средства их решения, что, в свою очередь, требует постоянного совершенствования системы статистических показателей. Примером последнего дополнения этой системы в РБ являются показатели инноваций. В соответствии с законодательными актами, инструкциями и другими регламентирующими документами постоянно меняется содержание и методы исчисления отдельных статистических показателей. Это позволяет отметить существенный недостаток современной системы статистических показателей промышленных предприятий – ее нестабильность, что, в свою очередь, является серьезным препятствием для изучения динамики показателей.

Статистическое исследование промышленных предприятий, как и любое статистическое исследование, состоит из трех этапов:

- 1) массовое статистическое наблюдение;
- 2) сводка статистических данных;
- 3) расчет статистических показателей и их анализ.

Каждый из этих этапов применяет свои приемы и методы, которые в совокупности и образуют метод статистики промышленности.

Метод статистики промышленности включает в себя всю совокупность приемов, выработанных теорией статистики.

На первом этапе происходит сбор статистических данных, то есть массовое статистическое наблюдение. Его основной формой является статистическая отчетность предприятий, дополнением к которой служат специально организованные статистические наблюдения.

На втором этапе производится сводка и группировка промышленных предприятий по отраслевому, территориальному признаку, по формам собственности, по организационно-правовым формам и другим необходимым признакам.

Третий этап предполагает расчет или построение статистических показателей и их дальнейший анализ с использованием методов относительных и средних величин, методов оценки вариации, индексного метода, методов оценки динамики, различных методов исследования взаимосвязи, в том числе корреляционного и регрессионного анализа и др.

Метод статистики промышленности включает в себя всю совокупность общих для всех отраслевых статистик приемов, которые

разработаны теорией статистики и в совокупности образуют статистическую методологию.

Вместе с тем, от других отраслевых статистик (статистики сельского хозяйства, статистики торговли и т.д.) статистику промышленности отличает свой объект исследования – совокупность промышленных предприятий.

11.4 Изучение структурных изменений в промышленности Республики Беларусь

Как отмечалось ранее, основной формой статистического наблюдения промышленных предприятий является статистическая отчетность. Основными формами статистической отчетности современного предприятия являются:

- по промышленности:

Форма № 12-п (срочная), месячная «Отчет о производстве продукции и выполненных работах, услугах промышленного характера»;

Форма № 1-п (натура), годовая «Отчет о производстве и отгрузке промышленной продукции»;

Форма № 6-п (анкета), 3 раза в год «Анкета об объеме производства промышленной продукции (работ, услуг)»;

Форма № 6-п (недельная), срочная «Отчет об основных показателях промышленной деятельности»;

Форма № 1-п (баланс мощностей), годовая «Баланс производственных мощностей»;

Форма № 1-п (затраты), годовая «Отчет о затратах на производство промышленной продукции (работ, услуг)»;

- по труду:

Форма № 1-т (сводная), годовая «Отчет по труду»;

Форма № 1-т (фонд времени), годовая «Отчет об использовании календарного фонда времени»;

Форма № 12-т (месячная) «Отчет по труду»;

Форма № 12-т (задолженность), месячная «Отчет о просроченной задолженности по заработной плате»;

Форма № 4-т (руководители), квартальная «Отчет о заработной плате руководителей»;

Форма № 6-т (кадры), 1 раз в 2 года «Отчет о численности, составе и профессиональном обучении кадров»;

Форма № 1-т (травматизм), годовая «Отчет о численности потерпевших при несчастных случаях на производстве»;

- по финансам:

Форма № 1-ф (ОФП), годовая «Отчет об отдельных финансовых показателях»;

Форма № 12-ф (прибыль), месячная «Отчет о финансовых результатах»;

Форма № 12-ф (расчеты), месячная «Отчет о состоянии расчетов»;

Форма № 4-ф (баланс), квартальная «Отчет о составе средств и источниках их образования»

Форма № 4-ф (инвест), квартальная «Отчет об инвестициях в Республику Беларусь из-за рубежа и инвестициях из Республики Беларусь за рубежом»;

Форма № 4-ф (затраты), квартальная «Отчет о затратах на производство продукции (работ, услуг)»;

Форма № 1-ф (ОС), годовая «Отчет о наличии и движении основных средств и других внеоборотных активов»;

Форма № 2-ф (ГП), полугодовая «Отчет о ходе выполнения государственной программы»;

- по инвестициям и строительству:

Форма № 1-ис (инвестиции), годовая «Годовой отчет о вводе в действие объектов, основных средств и использовании инвестиций в основной капитал»;

Форма № 6-ис (инвестиции), месячная «Отчет о вводе в действие объектов, основных средств и использовании инвестиций в основной капитал»;

Форма № 4-ис (инвестиции), квартальная «Отчет о вводе в действие объектов, основных средств и использовании инвестиций в основной капитал»;

Форма № 6-ис (инвест), месячная «Отчет о строительстве объектов, включенных в Государственную инвестиционную программу»

Форма № 12-ис (строительство), месячная «Отчет о выполнении подрядных работ»;

- по науке и инновациям:

Форма № 1-нт (наука), годовая «Отчет о выполнении научных исследований и разработок»;

Форма № 1-нт (инновация), годовая «Отчет об инновационной деятельности организации».

Особое место в статистической отчетности отводится субъектам малого предпринимательства, для которых предусмотрена форма статистической отчетности форма №1-МП «Отчет о финансово-хозяйственной деятельности субъекта малого предпринимательства». Это годовая форма статистической отчетности, которая содержит в себе 13 основных разделов:

1) структура юридического лица;

2) труд и заработная плата (данные о численности и фонде заработной платы);

3) расход и остатки отдельных видов топлива, сырья и материалов (бензина, газа, брикетов, дров и др.);

4) автомобильный транспорт (показатели наличия транспортных средств, грузооборота, перевозок, пассажирооборота);

5) уставный фонд организации (при наличии в уставном фонде иностранной валюты);

6) инвестиции в основной капитал и строительство (инвестиции, их источники, ввод в эксплуатацию объектов основных средств);

7) финансовые результаты (выручка от реализации товаров, продукции, работ, услуг, налоги и сборы из выручки, себестоимость реализованных товаров, работ, услуг, прибыль по составляющим ее элементам);

8) основные средства и оборотные активы (первоначальная стоимость, амортизация, движение основных средств; остатки на конец года оборотных активов по видам);

9) затраты на производство продукции, работ, услуг (в разрезе экономических элементов);

10) производство потребительских товаров (в стоимостном выражении по основным группам);

11) состояние расчетов на 1 января года следующего за отчетным (данные о дебиторской и кредиторской задолженности);

12) сведения о деятельности субъекта малого предпринимательства по видам экономической деятельности;

13) производство продукции в натуральном выражении (по наименованиям видов выпускаемой продукции).

Формы статистической отчетности заполняются и предоставляются в указанные сроки в органы государственной статистики, где осуществляются различные своды (группировки) по общепринятым признакам. Результаты этих сводов в дальнейшем публикуются в статистических сборниках.

Например, в Статистическом ежегоднике «Республика Беларусь, 2005» приведены результаты группировки промышленных предприятий по формам собственности (таблица 11.1).

Изучение состава промышленного производства и его структуры проводится в различных направлениях, после чего делается анализ изменений этой структуры.

Оценка структурных изменений, происходящих в промышленности, требует выявления тенденций в изменении доли каждой группы предприятий в той или иной группировке.

Таблица 11.1 – Структура промышленного производства по формам собственности в 2004 году (в процентах к итогу)

	Число предприятий и производств	Объем промышленной продукции	Численность промышленно-производственного персонала
Вся промышленность	100	100	100
в том числе по формам собственности:			
государственная собственность	25,1	37,0	41,5
республиканская собственность	9,7	34,0	35,9
коммунальная собственность	15,4	3,0	5,6
частная собственность	72,4	61,0	56,5
собственность физических лиц	8,7	1,0	2,4
собственность негосударственных юридических лиц	51,0	9,0	16,0
смешанная собственность без иностранного участия	8,8	44,6	32,1
смешанная собственность с иностранным участием	3,9	6,4	6,0
иностранная собственность	2,5	2,0	2,0

Если обозначить d_0 – доля данной группы промышленных предприятий в исследуемой совокупности в базисном периоде; d_1 – доля данной группы промышленных предприятий в исследуемой совокупности в отчетном периоде, то сводная оценка структурных изменений может быть дана либо с помощью среднего линейного отклонения

$$\bar{\Delta}_d = \frac{\sum |d_1 - d_0|}{n}, \quad (11.1)$$

либо на основе среднего квадратического отклонения:

$$d_d = \sqrt{\frac{\sum (d_1 - d_0)^2}{n}}. \quad (11.2)$$

При этом показатели d_0, d_1 могут рассматриваться по показателям численности работающих, по показателям продукции, по показателям основных средств и т.д.

Показатели $\bar{\Delta}_d$ и d_d характеризуют средние отклонения структуры исследуемой совокупности промышленных предприятий в отчетном периоде по сравнению с базисным.

Наряду с ними для сводной характеристики структурных изменений рекомендуется использовать индексы.

В частности,

$$\text{индекс Салаи} = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{d_0 - d_1}{d_0 + d_1} \right)^2}{n}} ; \quad (11.3)$$

$$\text{индекс Казинца} = \sqrt{\sum \frac{(d_1 - d_0)^2}{d_0}} ; \quad (11.4)$$

$$\text{индекс Рябцева} = \frac{\sum \left| \frac{d_0 - d_1}{\left(\frac{d_0 + d_1}{2} \right)} \right| * 100}{n} = \frac{\sum \left| \frac{d_0 - d_1}{\left(\frac{d_0 + d_1}{2} \right)} \right| * 100}{2n} . \quad (11.5)$$

Так, например, с помощью этих индексов могут быть оценены структурные изменения промышленного производства РБ по динамике удельных весов продукции отдельных отраслей в общем объеме продукции промышленности.

Тогда в нашем примере при оценке сводной характеристики относительных изменений структуры промышленного производства по формам собственности с помощью структурных индексов получаем (таблица 11.2):

- индекс Салаи будет равен $\sqrt{\frac{0,3863}{11}} = 0,1873$;

- индекс Казинца, в свою очередь, равен $\sqrt{2,8512} = 1,6885$.

Т.е. изменение структуры оценивается в первом случае примерно на 0,19 %, а во втором – на 1,69 %. Расхождение полученных значений индексов объясняется тем, что в первом случае мы получили характеристику среднеотраслевого изменения структуры, во втором – сводную или общую характеристику относительных изменений.

Таблица 11.2 – Структурные показатели промышленного производства РБ по удельному весу продукции отрасли

Отрасли промышленности	Удельный вес отрасли в общем объеме промышленного производства		$d_0 - d_1$	$d_0 + d_1$	$\frac{d_0 - d_1}{d_0 + d_1}$	$\left(\frac{d_0 - d_1}{d_0 + d_1}\right)^2$	$d_1 - d_0$	$(d_1 - d_0)^2$	$\frac{(d_1 - d_0)^2}{d_0}$
	2000г. d_0	2004г. d_1							
1.Электроэнергетика	7,1	7,1	0	14,2	0	0	0	0	0
2.Топливная	16,2	18,9	-2,7	35,1	-0,08	0,0064	2,7	7,29	0,4500
3.Черная металлургия	2,9	4,0	-1,1	6,9	-0,16	0,2560	1,1	1,21	0,4172
4.Цветная металлургия	0,1	0,1	0	0,2	0	0	0	0	0
5.Химическая и нефтехимическая	12,5	11,3	1,2	23,8	0,05	0,0250	-1,2	1,44	0,1152
6.Машиностроение и металлообработка	20,5	22,2	-1,7	42,7	-0,04	0,0160	1,7	2,89	0,1410
7.Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	5,0	5,1	-0,1	10,1	0,01	0,0001	0,1	0,01	0,0020
8.Промышленность строительных материалов	3,4	4,3	-0,9	7,7	0,12	0,0144	0,9	0,81	0,2382
9. Легкая	8,4	5,4	3,0	13,8	0,22	0,0484	-3,0	9,00	1,0714
10. Пищевая	17,3	16,6	0,7	33,9	0,02	0,0004	-0,7	0,49	0,0283
11. Другие	6,6	5,0	1,6	11,6	0,14	0,0196	-1,6	2,56	0,3879
Вся промышленность	100	100				$\sum \left(\frac{d_0 - d_1}{d_0 + d_1}\right) = 0,3863$			$\sum \frac{(d_1 - d_0)^2}{d_0} = 2,8512$

12 СТАТИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ

1. Понятие продукции промышленности и ее классификация по степени готовности.
2. Показатели объема промышленной продукции.
3. Оценка объема промышленной продукции.
4. Статистическое изучение выполнения плана по ассортименту.
5. Статистическое изучение ритмичности выпуска продукции.
6. Статистика качества продукции.

12.1 Понятие продукции промышленности и ее классификация по степени готовности

Целью деятельности любого промышленного предприятия является производство продукции. Поэтому показатели продукции занимают одно из центральных мест в системе показателей статистики промышленного предприятия.

Продукция промышленности – это прямой полезный результат промышленно-производственной деятельности предприятий, выражающийся в форме продуктов либо в форме работ и услуг промышленного характера.

Это определение отмечает, что:

во-первых, промышленной продукцией считается результат деятельности предприятия, т.е. то, к чему был приложен труд. Следовательно, если какие-либо продукты без переработки на данном предприятии реализованы на сторону, они не войдут в состав объема продукции данного предприятия;

во-вторых, учитывается результат именно промышленно-производственной деятельности (т.е. основной), а не всей. Следовательно, продукция подсобных хозяйств, столовых, капитального строительства и т.д. включается в объем продукции других отраслей материального производства (сельского хозяйства, капитального строительства и т.д.);

в-третьих, в составе продукции промышленности учитывается прямой результат промышленно-производственной деятельности. Это означает, что технологические отходы в состав промышленной продукции не включаются;

в-четвертых, это полезный результат промышленно-производственной деятельности, удовлетворяющий требованиям стандартов и технических условий. Т.е. брак не считается промышленной продукцией даже в том случае, если он реализован.

Для правильной организации учета промышленной продукции необходимо учесть продукцию в том состоянии, которое соответствует степени ее готовности:

- готовые изделия (готовая продукция);
- полуфабрикаты;

- незавершенное производство.

Готовые изделия (готовая продукция) – это продукты, которые прошли все стадии обработки на данном предприятии, предназначены для отпуска на сторону или своим непромышленным организациям, соответствуют требованиям стандартов или технических условий, приняты отделом технического контроля и сданы на склад готовых изделий.

Полуфабрикаты промышленного предприятия – это продукты, прошедшие обработку в одних цехах, но подлежащие дальнейшей обработке или сборке в других цехах этого же предприятия. Часть полуфабрикатов может отпускаться на сторону; такие полуфабрикаты по своему экономическому содержанию не отличаются от готовой продукции.

Незавершенное производство – это продукты, обработка которых начата, но еще не закончена в пределах одного цеха предприятия.

В продукцию предприятия включаются также производственные услуги или работы промышленного характера, которые либо восстанавливают частично утраченную потребительскую стоимость продуктов (например, ремонт), либо увеличивают ранее созданную потребительскую стоимость (окраска, раскрой, расфасовка и т.д.).

12.2 Показатели объема промышленной продукции

Для измерения объема продукции могут быть использованы следующие методы:

- натуральный;
- условно-натуральный;
- стоимостной.

Основным методом учета промышленной продукции является натуральный, т.е. учет продукции в свойственных ей физических единицах измерения (штуки, метры, пары, кг и т.д.). Первостепенность данного метода обусловлена двумя факторами: во-первых, он лежит в основе других методов учета; во-вторых, он показывает, какое количество конкретных потребительских стоимостей произведено за отчетный период.

Условно-натуральный метод учета считается разновидностью натурального. Его сущность состоит в том, что разнообразные продукты данного вида выражаются в единицах одного вида продукции, условно принятого за единицу измерения.

Определение объема продукции в условно-натуральных единицах ($Q_{\text{усл.-нат}}$) производится по формуле

$$Q_{\text{усл.-нат.}} = \sum q * K_{\text{пер.}}, \quad (12.1)$$

где q – физический объем продукции;

$K_{\text{пер.}}$ – переводной коэффициент (или коэффициент пересчета).

В свою очередь,

$$K_{пер.} = \frac{\text{Потребительское значение данного продукта}}{\text{Потребительское значение условного продукта}}.$$

Например, необходимо оценить степень выполнения плана по производству продукции

Таблица 12.1 – Выполнение плана в натуральных и условно-натуральных единицах

Вид продукции	Производство продукции		Переводной коэффициент	Производство продукции в условных единицах (400 г.)	
	план	отчет		план	отчет
Сок (пачка 400 г.)	1200	1800	1,00	1200	1800
Сок (пачка 1000 г.)	800	1000	2,50	2000	2500
Сок (пачка 1500 г.)	800	500	3,75	3000	1875
Сок (пачка 2000 г.)	1500	1000	5,00	7500	5000
Всего	4300	4300		13700	11175

Произведенные расчеты показали, что в натуральном выражении план по производству продукции выполнен на 100 %:

$$\frac{4300}{4300} * 100 = 100 \quad (\%).$$

В то же время перевод объемов производства в условно-натуральные единицы указывает на невыполнение плана на 18,43 %.

$$\frac{11175}{13700} * 100 = 81,57 \quad (\%).$$

В тех сферах производства, где не представляется возможным выделить какое-то одно основное потребительское свойство для расчета переводных коэффициентов (например, легкая промышленность), коэффициенты пересчета устанавливаются по соотношению трудоемкости.

Необходимо учитывать, что условно-натуральные измерители не заменяют, а дополняют натуральные.

Для получения обобщающей характеристики объема продукции в целом по предприятию, по отрасли, по региону используется стоимостной метод учета.

Система стоимостных показателей объема продукции включает в себя:

- валовой оборот;
- валовую продукцию;
- товарную продукцию;
- реализованную продукцию.

Валовой оборот характеризует в стоимостном выражении объем продукции, произведенной за отчетный период всеми промышленно-производственными цехами предприятия как для отпуска на сторону за пределы предприятия, так и для дальнейшей переработки и производственного использования в других целях. Показатели валового оборота включают

повторный счет стоимости продукции в пределах предприятия, равный стоимости внутриводского оборота. Внутриводской оборот, в свою очередь, представляет собой сумму произведенных и потребленных на промышленно-производственные нужды полуфабрикатов.

Валовая продукция промышленного предприятия представляет собой общий объем продуктов основной деятельности предприятия за отчетный период в денежном выражении. В этом показателе учитываются все произведенные в данном периоде продукты (работы, услуги), отпущенные за пределы предприятия и предназначенные для собственного потребления, а также продукты различной степени готовности. Валовая продукция может рассчитываться двумя способами:

1) исходя из валового оборота

$$ВП = ВО - ВЗО, \quad (12.2)$$

где *ВП* – валовая продукция;

ВО – валовой оборот;

ВЗО – внутриводской оборот.

2) на основе поэлементного подсчета, т.е. в валовую продукцию включают:

- стоимость готовых изделий, выработанных за отчетный период основными и подсобными цехами как из своего сырья, так и из материалов заказчика;

- стоимость полуфабрикатов собственного производства и изделий вспомогательных цехов, отпущенных за пределы предприятия;

- стоимость прироста или убыли полуфабрикатов собственного производства;

- стоимость изменения остатков незавершенного производства.

Определяют величину каждого элемента без внутриводского оборота, и результаты по всем элементам суммируются.

Товарная продукция представляет собой показатели, характеризующие объем продукции, произведенной для реализации на сторону.

Товарная продукция включает:

- стоимость готовых изделий, произведенных основными и подсобными подразделениями предприятия;

- стоимость полуфабрикатов собственного производства и изделий вспомогательных цехов, отпущенных на сторону;

- стоимость работ промышленного характера, выполненных для непромышленных подразделений и организаций своего предприятия.

Таким образом, товарная продукция, в отличие от валовой, не включает те результаты производственной деятельности, которые остаются на предприятии и не предназначены к отпуску на сторону (изменение остатков полуфабрикатов, незавершенного производства), а также стоимость сырья и

материалов заказчика, из которых вырабатывается продукция на данном предприятии.

Реализованная продукция представляет собой продукцию, отгруженную потребителю и оплаченную им (либо принятую к оплате).

На практике реализованная продукция может отличаться от товарной как в большую, так и в меньшую сторону в зависимости от наличия остатков готовой продукции на складах.

Более того, если предприятие в своей учетной политике определяет учет реализации по факту поступления денежных средств от покупателя, показатели отгруженной (ОП) и реализованной продукции (РП) не совпадают.

Все перечисленные стоимостные показатели не отражают реальный вклад предприятия в выпуск продукции, так как содержат в себе многократный учет продуктов. Этому недостатка лишены показатели добавленной стоимости.

Добавленная стоимость представляет собой стоимость, добавленную к продукции обработкой на данном предприятии. Она определяется вычитанием из объема произведенной продукции в фактических отпускных ценах промежуточного потребления. Различают валовую добавленную стоимость

$$ВДС = ВП - (МЗ + НУ + АП + КР + ПР), \quad (12.3)$$

где $МЗ$ – материальные затраты, в т.ч. сырье заказчика;
 $НУ$ – нематериальные услуги сторонних организаций;
 $АП$ – арендная плата;
 $КР$ – командировочные расходы;
 $ПР$ – представительские расходы.

Чистая добавленная стоимость

$$ЧДС = ВДС - А, \quad (12.4)$$

где $А$ – амортизация основных средств.

Амортизация в данном случае характеризует величину потребления основных средств.

Иными словами, валовая добавленная стоимость включает в себя стоимость оплаты труда (СОТ), амортизацию (А) и прибыль (П), а чистая добавленная стоимость – это сумма стоимости труда и прибыли:

$$ЧДС = СОТ + П. \quad (12.5)$$

В соответствии с инструкцией Национального статистического комитета в качестве стоимостного показателя, характеризующего уровень производства продукции, применяется показатель «Объем производства продукции, работ, услуг», в состав которого включаются:

- готовые изделия, выработанные за отчетный период всеми цехами организации, предназначенные для реализации другим организациям, непромышленным хозяйствам своей организации;

- полуфабрикаты своей выработки и продукция вспомогательных и подсобных производств (ремонтных, тарных участков и цехов, производство электрической и тепловой энергии, пара, газа, воды, сжатого воздуха, инструментов, приспособлений, штампов, моделей), отпущенные другим организациям за отчетный период, своему строительству и непромышленным подразделениям своей организации;

- стоимость работ (услуг) промышленного характера, выполненных по заказам других организаций или промышленных подразделений своей организации;

- стоимость работ по освоению и внедрению новой техники. Организации, осуществляющие силами своего промышленно-производственного персонала освоение новой техники в производстве, расходы на которое относятся на себестоимость продукции, включают работы по освоению в объеме продукции в фактических и сопоставимых ценах, в размере произведенных в отчетном периоде затрат;

- продукция, изготовленная из покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов, включается в объем продукции с учетом стоимости покупных комплектующих изделий, полуфабрикатов, израсходованных на производство этой продукции. В том случае, если организация производит сборку агрегатов (механических передвижных мастерских, механических станков, телескопических вышек, рентгеновых передвижных кабинетов и так далее) и при этом использует полученные от других организаций автомобили, тракторы, прицепы, оборудование, агрегаты, инструменты, то в объем продукции (работ, услуг) стоимость полученных от других организаций автомобилей, тракторов, прицепов, оборудования, агрегатов и инструментов не включается, их стоимость включается в отпускные цены на готовую продукцию (работы, услуги), (механические передвижные мастерские, механические станки, телескопические вышки, рентгеновские передвижные кабинеты и так далее). После реализации готовой продукции стоимость автомобилей, тракторов и так далее отражается в государственной статистической отчетности по реализации прочих материальных ценностей;

- стоимость тары, произведенной для отпуска другим организациям. Если стоимость тары, используемой для упаковки своей продукции, оплачивается потребителем сверх отпускной цены на эту продукцию, то стоимость такой тары включается в объем промышленной продукции сверх стоимости готовой продукции в том случае, когда это невозвратная тара собственного производства. Стоимость покупной возвратной тары в объем произведенной продукции (работ, услуг) (в сопоставимых и фактических ценах) не включается. Если стоимость тары, используемой для упаковки своей продукции, не оплачивается покупателем сверх цены на готовую продукцию, то при определении объема

промышленной продукции стоимость этой тары не подлежит вычету из стоимости готовой продукции;

- ремонт тары заказчика включается в объем продукции (работ, услуг) в стоимостном выражении по стоимости работ с включением стоимости израсходованных на производство ремонта материалов организации. Стоимость ремонтируемой тары, а также материалов заказчика, израсходованных на ремонт тары (хотя бы и оплаченных организацией, производящей ремонт), в объем продукции (работ, услуг) не включается.

Определяя в качестве основного показателя объем производства продукции (работ, услуг), обозначив его ОПП, можно представить его структуру формулой

$$ОПП = СПР + СОТ + А + П, \quad (12.6)$$

где СПР – стоимость потребленных ресурсов,

$$\text{или } ОПП = СПР + А + ЧДС, \quad (12.7)$$

$$\text{либо } ОПП = СПР + ВДС. \quad (12.8)$$

Эти формулы дают возможность оценить влияние каждого из указанных факторов на изменение объема производства продукции.

На практике вызывает интерес исследование взаимосвязи показателей объема производства продукции (ОПП), объема отгруженной покупателям продукции (ОП) и объема оплаченной покупателями продукции (РП).

Не следует забывать о том, что в соответствии с выбранной учетной политикой возможно равенство $ОП = РП$.

Если учет реализации ведется по оплате, связь между указанными показателями выглядит следующим образом:

$$РП = ОПП * \frac{ОП}{ОПП} * \frac{РП}{ОП}, \quad (12.9)$$

где $\frac{ОП}{ОПП}$ – доля отгруженной продукции в объеме произведенной;

$\frac{РП}{ОП}$ – доля оплаченной продукции в объеме отгруженной.

Учитывая, что показатели ОПП, ВДС, ЧДС тоже взаимосвязаны:

$$ЧДС = ОПП * \frac{ВДС}{ОПП} * \frac{ЧДС}{ВДС}, \quad (12.10)$$

где $\frac{ВДС}{ОПП}$ – доля валовой добавленной стоимости в объеме произведенной продукции;

$\frac{ЧДС}{ВДС}$ – доля чистой добавленной стоимости в общем объеме добавленной стоимости. Представляется возможным указать взаимосвязь рассмотренных показателей:

$$РП = ЧДС * \frac{ВДС}{ЧДС} * \frac{ОПП}{ВДС} * \frac{ОП}{ОПП} * \frac{РП}{ОП}. \quad (12.11)$$

Эта модель также позволяет исследовать динамику показателя реализованной продукции и влияния на эту динамику целого ряда показателей.

12.3 Оценка объема промышленной продукции

В соответствии с инструкцией Национального статистического комитета по заполнению отчетности по продукции показатель «Объем производства продукции (работ, услуг)» измеряется в фактических и сопоставимых ценах без НДС акцизов и других платежей из выручки, сформированных на условиях франко-станция отправления.

Пункты 26 ÷ 37 вышеуказанной инструкции отражают все вопросы, связанные с применением действующих и сопоставимых цен. Приведем отдельные выдержки из документа:

«п. 26.....Готовые изделия, произведенные в отчетном периоде и предназначенные для отгрузки другим организациями, но еще неотгруженные и неоплаченные, включаются в объем произведенной промышленной продукции по отпускным ценам, действовавшим на момент сдачи их, на склад готовой продукции. В случае значительного колебания цен на момент сдачи готовой продукции используется средняя взвешенная отпускная цена.

Продукция (работы, услуги), отпускаемая по товарообменным операциям, передаваемая потребителям безвозмездно, направляемая производителем на собственные непромышленные нужды, предоставляемая своим работникам в счет оплаты труда, а также предназначенная для зачисления в состав собственных основных фондов, при включении в объем произведенной (отгруженной) промышленной продукции (работ, услуг) оценивается в фактических отпускных ценах такой же или аналогичной продукции (работ, услуг). В случае отсутствия отгрузки такой или аналогичной продукции (работ, услуг) объем произведенной промышленной продукции в фактических отпускных ценах определяется по цене последней отгрузки, но не ниже фактической себестоимости.

п. 27. Изделия, выработанные из сырья и материалов, принадлежащих организации-изготовителю, включаются в отчетные данные по объему

продукции в фактических отпускных ценах без исключения стоимости сырья и материалов.

Если изделия выработаны из сырья и материалов заказчика, не оплаченных организацией-изготовителем, то в объем продукции в фактических отпускных ценах стоимость этого сырья и материалов не включается, а отражается отдельной строкой ...

п. 29. Для оценки динамики развития промышленности республики применяется показатель объема продукции в сопоставимых ценах.

Оценка продукции в сопоставимых ценах производится непосредственно в организациях. В качестве сопоставимых цен при определении показателя «Объем продукции (работ, услуг) за отчетный и соответствующий периоды прошлого года» принимаются цены на продукцию, сложившиеся в организации после первого их изменения в январе отчетного года. Если в январе отчетного года не было изменения цены на изделия, то в качестве сопоставимой принимается цена, фактически действовавшая на конец предыдущего года.

При определении объемов продукции в сопоставимых ценах и исчисления индексов изменения физического объема в организациях изделия, вырабатываемые из давальческого сырья, включаются в объемы производства по ценам января отчетного года на аналогичные изделия, вырабатываемые из собственного сырья. В тех случаях, если вырабатываемая из давальческого сырья продукция в организации-изготовителе из собственного сырья не производилась, цены на эту продукцию определяются по согласованию с заказчиком на основе стоимости сырья заказчика и услуг организации-изготовителя.

п. 30. ... Для оценки выпуска сезонной продукции принимается первая сложившаяся цена отчетного года. В случае отсутствия отгрузки принимается цена производства данного вида продукции.

п. 31. ... Для новой продукции в качестве сопоставимой отпускной цены должна применяться цена, действовавшая в отчетном периоде, с корректировкой не средний индекс роста цен в целом по организации, исчисленный следующим образом:

$$J_{ц} = \frac{V_{омф}}{V_{омс}} * 100, \quad (12.12)$$

где $V_{омф}$ – объем продукции отчетного месяца в фактических ценах (без учета произведенной в данном месяце новой продукции);

$V_{омс}$ – объем продукции отчетного месяца в сопоставимых ценах января отчетного года (без учета произведенной в данном месяце новой продукции).

п. 35. Работы и услуги промышленного характера включаются в объем продукции по фактическим отпускным ценам, согласованным с заказчиком, включая стоимость израсходованных при этом вспомогательных материалов,

узлов, деталей, запасных частей организации, но без стоимости изделий и материалов, полученных от заказчика для обработки, ремонта при доведении до полной готовности, а также без стоимости израсходованных при этом вспомогательных материалов, узлов, деталей и запасных частей заказчика.

Для оценки работ и услуг промышленного характера в сопоставимых ценах производится корректировка фактических данных на средний индекс роста цен, исчисленный по формуле, указанной в пункте 31 настоящей Инструкции.

Показатель «Объем производства продукции (работ, услуг)» характеризует размеры предприятия и служит основой для расчета показателей отраслевой структуры. Он также является основой для исчисления таких показателей, как производительность труда, фондоотдача, материалоемкость, затраты на рубль продукции (работ, услуг) и т.д.

12.4 Статистическое изучение выполнения плана по ассортименту

Показатель выполнения плана по ассортименту продукции раскрывает одну из важных особенностей выполнения плана по объему продукции. План по объему продукции может быть выполнен и перевыполнен, но по некоторым важнейшим ее видам не выполнен. В этом случае нельзя положительно оценивать итоги работы предприятия.

При проведении анализа выполнения плана с учетом сдвигов в ассортименте показатель выполнения плана по ассортименту вычисляется следующим образом: продукты или услуги, по которым план выполнен и перевыполнен, засчитываются в размере планового задания. Продукты, по которым план не выполнен, в размере стоимости фактического выпуска.

План по выпуску продукции считается выполненным, если выполнено задание по каждому виду продукции.

Пример. Определить, как выполнен план с учетом ассортимента по швейной фабрике.

Таблица 12.2 – Выполнение плана по ассортименту продукции

Наименование изделий	План, ед.	Отчет, ед.	Засчитанный в выполнение плана выпуск продукции, ед.
1. Платье женское из хлопчатобумажной ткани	400	420	400
2. Халат женский из хлопчатобумажной ткани	500	460	460
3. Женское платье из шелковой ткани	100	120	100
4. Платье женское из шерстяной ткани	200	240	200
	1200	1240	1160

Из данных, приведенных в таблице, мы видим, что выполнение плана без учета сдвигов в ассортименте составило

$$\frac{1240}{1200} * 100 = 103 \%$$

Выполнение плана с учетом сдвигов в ассортименте

$$\frac{1160}{1200} * 100 = 97 (-3 \%)$$

Вывод: план по ассортименту невыполнен на 3 %.

Актуальность такого анализа была крайне высока в условиях административно-командной экономики, когда каждое предприятие имело утвержденную номенклатуру изделий.

В условиях рыночной экономики ассортимент диктуется рынком, и такой анализ несколько утрачивает свое значение. Определенный интерес будет иметь анализ, связанный с определением влияния ассортиментных сдвигов на объем продукции в стоимостном выражении на финансовые результаты и т.д.

12.5 Статистическое изучение ритмичности выпуска продукции

При анализе объемов продукции важную роль играет оценка ритмичности выпуска продукции.

Ритмично работающим считается такое предприятие, которое осуществляет выпуск продукции в соответствии с суточным (сменным, часовым) заданием (планом).

В статистических исследованиях применяют различные методы оценки ритмичности:

- по уровню среднесуточного выпуска;
- по коэффициенту ритмичности;
- графический метод;
- по коэффициенту вариации.

При оценке ритмичности по уровню среднесуточного выпуска данные о выпуске продукции приводятся за определенные промежутки времени (за неделю, за декаду, за месяц и т.д.).

Например, оценим ритмичность выпуска продукции в январе при следующих условиях:

- план по выпуску продукции за месяц составляет 840 тыс. руб.;
- фактический выпуск в I декаду составил 180 тыс. руб., во II – 280 тыс. руб., в III – 380 тыс. руб.;
- количество рабочих дней в январе – 21, в т.ч. в I декаде – 6, во II – 7, в III – 8.

Таблица 12.3 – Оценка ритмичности выпуска продукции по уровню среднесуточной выработки

№ пп	Показатели	План	Фактическое выполнение			
			всего за месяц	в т.ч. по декадам		
				I	II	III
1.	Выпуск продукции, тыс. руб.	840	840	180	280	380
2.	Количество рабочих дней	21	21	6	7	8
3.	Среднесуточный выпуск продукции, тыс. руб.	40	40	30	40	47,5
4.	Выполнение среднесуточного задания, %	-	100	75	100	118,75

Следовательно, при 100 % – ном выполнении плана за январь предприятие может считаться ритмично работающим только во II декаде.

Коэффициент ритмичности определяется как отношение фактического выпуска продукции в пределах плана к плановому выпуску.

Определим коэффициент ритмичности по приведенному ранее примеру.

Таблица 12.4 – Расчетная таблица

Декада	Выпуск продукции, тыс. руб.		
	плановый	фактический	фактический в пределах плана
I	240	180	180
II	280	280	280
III	320	380	320
Всего за месяц	840	840	780

$$\text{Коэффициент ритмичности} = \frac{780}{840} = 0,9286.$$

Следовательно, только 92,86 % продукции выпускалось без нарушения декадного графика.

Такой способ расчета коэффициента ритмичности иногда называют способом наименьших чисел.

Сущность графического метода заключается в построении графика выпуска продукции, на котором предварительно нанесена линия, отражающая плановое задание. Это наиболее простой, элементарный метод, но вместе с тем он обеспечивает высокий уровень наглядности (рисунок 12.1). В нашем примере график ритмичности может быть построен по показателям среднесуточного выпуска.

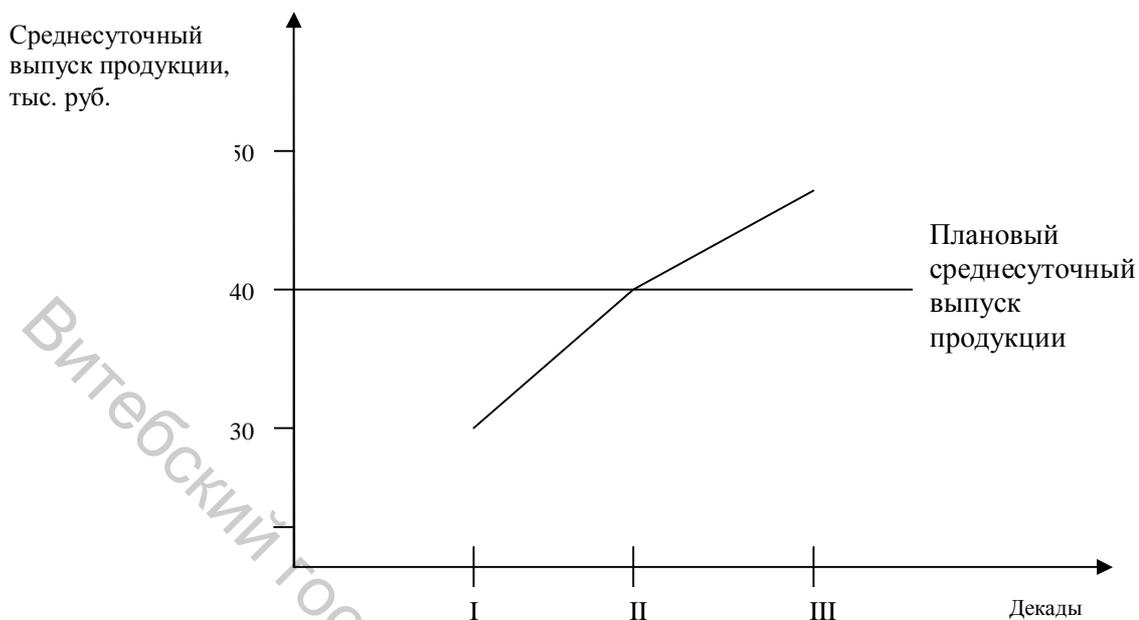


Рисунок 12.1 – График ритмичности выпуска продукции

Большую наглядность графику придает отражение информации по каждому рабочему дню.

Оценка ритмичности работы по коэффициенту вариации нашла очень широкое распространение в статистической практике

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100, \quad (12.13)$$

где σ – среднее квадратическое отклонение фактического среднесуточного выпуска продукции от планового (\bar{x}).

Существуют и другие методы оценки ритмичности, например, по числам аритмичности.

Необходимо отметить, что показатели ритмичности не должны отождествляться с показателями равномерности, к числу которых могут быть отнесены удельный вес продукции каждого месяца в квартальном выпуске, удельный вес продукции каждой декады в месячном выпуске и т.п.

12.6 Статистика качества продукции

Одним из важнейших показателей конкурентоспособности предприятия и конкурентоспособности выпускаемой продукции является ее качество.

Качество продукции выражает степень ее способности удовлетворять потребности (личные или производственные).

Обобщающими показателями качества продукции принято считать:

- удельный вес новой продукции;
- удельный вес научно-технической продукции;
- удельный вес инновационной продукции;
- удельный вес сертифицированной продукции;

- удельный вес экспортируемой продукции;
- коэффициент сортности продукции и др.

Коэффициент сортности учитывает размер скидки на цену продукции 2-го, 3-го сорта и рассчитывается по формуле

$$K_c = \frac{\sum q'100 + \sum q''(100 - p'') + \sum q'''(100 - p''')}{\sum q'.100}, \quad (12.14)$$

где $q', q'' \dots$ – количество продукции соответственно 1-го, 2-го и т.д. сорта;
 $p'', p''' \dots$ – % скидки на продукцию II, III и т.д. сорта.

Следовательно, допуская выпуск продукции не первым сортом, предприятие теряет в объемах продукции (работ, услуг), выраженных в стоимостном измерении.

Анализ выполнения плана по качеству продукции осуществляется методом сопоставления стоимости фактически реализованной продукции со стоимостью фактического объема при плановом соотношении сортов.

Например, необходимо определить процент выполнения плана с учетом качества продукции.

Определяем, как выполнен план с учетом качества продукции

$$\frac{547500}{548900} \times 100 = 99,7 \%$$

Потери в рублях составили:

$$548900 - 547500 = 1400 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 12.5 – Исходная информация для анализа выполнения плана с учетом качества продукции

Сорт	Отпускная цена, тыс. руб.	План по сортности, %	Фактич. реализ. пр-ции, ед.	Фактич. объем при плановом соотношении сортов, ед.	Стоимость реализован. пр-ции при соотношении сортов (тыс.руб.)	
					плановом	фактическом
1-ый	100	96	5000	$(5500 \times 96) / 100 = 5280$	$5280 \times 100 = 528000$	$5000 \times 100 = 500000$
2-ой	95	4	500	$(5500 \times 4) / 100 = 220$	$220 \times 95 = 20900$	$500 \times 95 = 47500$
		100	5500	5500	548900	547500

В настоящее время при оценке качества продукции и уровня ее конкурентоспособности наибольшее распространение получили интегральные показатели

$$K = \sum \alpha_i K_i, \quad (12.15)$$

где K_i – оценки отдельных качественных параметров в баллах или других единицах, полученные путем сопоставления параметров данной продукции с эталонными;

α_i – весомости или значимости этих параметров.

Параметрами качества при этом служат технические, технологические, экономические, экологические, эстетические, сервисные и другие показатели.

В качестве показателя конкурентоспособности может использоваться и средний балл, рассчитанный по этим параметрам.

Авторами [6] предлагается признать в качестве универсального обобщающего показателя качества реализуемость продукции и использовать для этих целей коэффициент реализации

$$K_{реал} = \frac{РП}{ГП_{н.п.} + ВГП - ГП_{к.п.}}, \quad (12.16)$$

где $РП$ – реализованная продукция (объем продаж);

$ГП_{н.п.}$, $ГП_{к.п.}$ – остатки нерезализованной готовой продукции соответственно на начало и конец отчетного периода;

$ВГП$ – выпуск готовой продукции за отчетный период.

В оценке качества продукции часто используют и показатели «антикачества», или косвенные показатели качества:

- количество рекламаций;
- количество возвратов;
- потери от уценки и др.

13 СТАТИСТИКА ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

1. Статистическое изучение состава и численности работников.
2. Статистическое изучение движения рабочей силы.
3. Показатели использования рабочего времени.

13.1 Статистическое изучение состава и численности работников

В соответствии с инструкцией по заполнению форм государственной статистической отчетности по труду предусмотрено деление работников предприятия на персонал:

- 1) занятый в основной деятельности;
- 2) занятый в неосновной деятельности (обслуживающих и прочих хозяйствах).

В промышленности он называется соответственно промышленно-производственным персоналом (ППП) и непромышленным персоналом. При этом к непромышленному персоналу относят работников жилищно-коммунального хозяйства, детских садов, больниц, поликлиник, клубов, дворцов культуры и т.п., состоящих на балансе предприятия.

По выполняемым функциям весь персонал предприятия делится на 2 категории:

- рабочие;
- служащие.

В свою очередь категория «служащие» подразделяется на группы:

- руководители (директор, заместители директора, главные специалисты, начальники функциональных подразделений);
- специалисты (технологи, конструкторы, экономисты, бухгалтера и т.д.);
- прочие служащие (работники канцелярии, архива, кассиры и т.д.).

Для характеристики численности работников используются следующие показатели:

- списочная численность;
- явочная численность;
- численность фактически работавших.

Списочная численность ($T_{сп}$) – это число работников, числящихся по списку предприятия, включающему всех работников, принятых на сезонную, временную и постоянную работу на срок один день и более. При этом учитываются как фактически работающие, так и временно не работающие.

Так, в списочный состав включаются [3] :

- фактически явившиеся на работу, включая и тех, кто не работали по причине простоя;
- принятые на работу с испытательным сроком;
- принятые на работу на неполный рабочий день или неполную рабочую неделю. В списочной численности указанные работники учитываются за

каждый календарный день как целые единицы, включая нерабочие дни недели, обусловленные при приеме на работу;

- находящиеся в служебных командировках, если за ними сохраняется заработная плата в данной организации, включая работников, находящихся в служебных командировках за границей;

- заключившие трудовой договор с нанимателем о выполнении работы на дому личным трудом (надомники). В списочной и среднесписочной численности работников надомники учитываются за каждый календарный день как целые единицы;

- принятые для замещения отсутствующих работников (в связи с болезнью, отпуском по беременности и родам, отпуском по уходу за ребенком до достижения им возраста трех лет и другим причинам);

- временно привлекаемые на работу из других организаций, если за ними не сохраняется заработная плата по месту основной работы;

- студенты и учащиеся учебных заведений, работающие в организациях в период прохождения производственной практики, если заработную плату они получают непосредственно в организации;

- иностранные граждане, работающие в организации, расположенной на территории Республики Беларусь.

В списочную численность включаются также работники временно не работающие:

- не явившиеся на работу по болезни (в течение всего периода болезни до выхода на работу в соответствии с листками нетрудоспособности или до увольнения по инвалидности);

- не явившиеся на работу в связи с выполнением государственных или общественных обязанностей;

- временно направленные на сельскохозяйственные и другие работы, если за ними сохраняется полностью или частично заработная плата по месту их основной работы;

- находящиеся в трудовых отпусках, предоставляемых в соответствии с законодательством Республики Беларусь и коллективным договором;

- находящиеся в отпусках без сохранения заработной платы по семейно-бытовым и другим уважительным причинам, предоставляемых по договоренности между работником и нанимателем;

- находящиеся в отпусках по инициативе нанимателя;

- находящиеся в отпусках по беременности и родам, в отпусках в связи с усыновлением ребенка в возрасте до трех месяцев, а также в отпуске по уходу за ребенком до достижения им возраста трех лет;

- направленные с отрывом от работы в учебные заведения для повышения квалификации или приобретения новой профессии (специальности), если за ними сохраняется заработная плата;

- обучающиеся в учебных заведениях, аспирантурах и находящиеся в учебных отпусках с сохранением заработной платы;

- работники, поступающие в учебные заведения и находящиеся в отпуске без сохранения заработной платы для сдачи вступительных экзаменов;
- находящиеся в других социальных отпусках;
- имевшие выходной день согласно графику работы организации, а также за переработку времени при суммированном учете рабочего времени;
- получившие день отдыха за работу в государственные праздники, в праздничные (нерабочие) или выходные дни;
- принимавшие участие в забастовках;
- совершившие прогулы, а также работники, подвергнутые административному аресту за административные правонарушения;
- находившиеся под следствием до вынесения приговора суда.

Не включаются в списочную численность работники:

- выполнявшие работу по договорам гражданско-правового характера;
- принятые на работу по совместительству из других организаций;
- привлеченные на сельскохозяйственные работы (учащиеся, пенсионеры, работники других организаций);
- привлеченные для работы в организации согласно специальным договорам с государственными организациями на предоставление рабочей силы (военнослужащие и лица, отбывающие наказание в виде лишения свободы), больные хроническим алкоголизмом, помещенные в лечебно-трудовые профилактории и привлеченные к труду;
- безработные, привлекаемые на общественные работы;
- временно направленные на работу в другую организацию, если за ними не сохраняется заработная плата по месту основной работы;
- направленные организацией на обучение в учебные заведения в отрывом от производства, получающие стипендию за счет средств этих организаций;

- молодые специалисты, находящиеся в отпуске после окончания высшего или среднего специального учебного заведения, получившие денежную помощь за время отпуска от организации, куда они направлены на работу;

- подавшие заявление об увольнении и прекратившие работу без предупреждения нанимателя или не вышедшие на работу до истечения установленного законодательством Республики Беларусь срока этого предупреждения, а также работники, уволенные за прогул. Они исключаются из списочной численности работников с первого дня невыхода на работу.

Явочная численность определяется численностью работников, вышедших на работу. Она меньше списочной численности на число неявок на работу.

Численность фактически работавших – это число явившихся и приступивших к работе лиц. Она меньше явочной численности на число целодневных простоев.

В статистическом учете различают численность работников на дату и численность в среднем за период. Последняя характеризуется

среднесписочной, среднеявочной и средней численностью фактически работавших.

Среднесписочная численность (списочная численность в среднем за период) определяется суммированием списочной численности на каждый календарный день (включая праздники и выходные) отчетного периода и делением полученной величины на число календарных дней в периоде.

Средняя явочная численность определяется суммированием явочной численности на каждый рабочий день отчетного периода и делением полученной суммы на число рабочих дней в периоде.

Средняя численность фактически работавших определяется суммированием фактически работавших на каждый рабочий день отчетного периода и делением этой суммы на количество рабочих дней в периоде.

Обычно таким образом рассчитывают показатели средней численности за месяц.

Если необходимо рассчитать показатели средней численности за квартал, полугодие, год (за любой период с начала года), используют формулу простой средней арифметической: суммируется средняя численность работников за каждый месяц периода и делится на число месяцев в периоде.

Особую актуальность для организации имеет правильное исчисление среднесписочной численности, используемой при расчете средней заработной платы, средней выработки и других средних показателей. Необходимо отметить, что в этом случае в соответствии с указанной ранее инструкцией [3] для получения среднесписочной численности из списочного состава исключаются:

- находящиеся в отпусках по беременности и родам, в отпусках в связи с усыновлением ребенка в возрасте до трех месяцев, а также в отпуске по уходу за ребенком до достижения им возраста трех лет;

- не явившиеся на работу вследствие временной нетрудоспособности или ухода за больным, неявки которых оформлены листками нетрудоспособности или справками лечебных учреждений за все календарные дни болезни;

- обучающиеся в учебных заведениях, находящиеся в учебных отпусках без сохранения заработной платы, а также поступающие в учебные заведения, находящиеся в отпуске без сохранения заработной платы для сдачи вступительных экзаменов;

- находящиеся в отпусках без сохранения заработной платы, кроме находящихся в отпусках, предоставляемых без оплаты по инициативе нанимателя.

Работники исключаются из среднесписочной численности за все календарные дни неявок на работу:

- находящиеся под следствием до вынесения приговора суда. В случае вынесения оправдательного приговора суда работник включается в среднесписочную численность с первого дня невыхода на работу;

- больные хроническим алкоголизмом, помещенные на лечение в наркологические отделения психиатрических (психоневрологических) учреждений.

Порядок включения в среднесписочную численность лиц, не состоящих в списочном составе, работающих в режиме неполного рабочего времени, внешних совместителей, выполняющих работу по договорам гражданско-правового характера, определен пунктами п.16, п.17 названной инструкции.

13.2 Статистическое изучение движения рабочей силы

Численность работников предприятия постоянно изменяется в связи с увольнением и приемом на работу. Всякое изменение численности называется оборотом рабочей силы. Различают внешний (прием новых работников и увольнения) и внутренний (перевод из одной категории работников в другую) оборот рабочей силы.

Для характеристики движения рабочей силы могут быть использованы как абсолютные (число принятых или уволенных), так и относительные (коэффициенты) показатели.

Наиболее распространенными являются:

- коэффициент оборота по приему

$$K_n = \frac{\text{Число принятых работников}}{\text{Среднесписочная численность работников}};$$

- коэффициент оборота по выбытию

$$K_{\text{выб}} = \frac{\text{Число уволенных работников}}{\text{Среднесписочная численность работников}};$$

- коэффициент стабильности кадров

$$K_{\text{стаб}} = \frac{\text{Число работников, состоящих в списках предприятия с первого по последний день отчетного периода}}{\text{Среднесписочная численность работников}};$$

- коэффициент текучести кадров

$$K_{\text{тек}} = \frac{\text{Число работников, уволенных по собственному желанию, за нарушение трудовой дисциплины, по решению судебных органов, за несоответствие квалификации}}{\text{Среднесписочная численность работников}}$$

- коэффициент соотношения принятых к выбывшим или коэффициент восполнения кадров.

Показатели движения рабочей силы могут определяться как в целом по предприятию, так и по отдельным категориям работающих предприятия. Тогда различают коэффициенты внешнего, внутреннего и общего оборота, как по выбытию, так и по приему.

Так, например, по категории «рабочие» могут быть рассчитаны:

- коэффициент внешнего оборота по приему

$$K_{\text{внешн.пр.}} = \frac{\text{Число рабочих, принятых со стороны}}{\text{Среднесписочная численность рабочих}};$$

- коэффициент внутреннего оборота по приему

$$K_{\text{внутр.пр.}} = \frac{\text{Число рабочих, переведенных из категории служащих в категорию рабочих}}{\text{Среднесписочная численность рабочих}};$$

- коэффициент общего оборота по приему

$$K_{\text{общ.пр.}} = \frac{\text{Число рабочих, принятых со стороны} + \text{число рабочих, переведенных из категории служащих}}{\text{Среднесписочная численность рабочих}};$$

- коэффициент внешнего оборота по выбытию

$$K_{\text{внешн.выб.}} = \frac{\text{Число уволенных рабочих}}{\text{Среднесписочная численность рабочих}};$$

- коэффициент внутреннего оборота по выбытию

$$K_{\text{внутр.выб.}} = \frac{\text{Число рабочих, переведенных в категорию служащих}}{\text{Среднесписочная численность рабочих}};$$

- коэффициент общего оборота по выбытию

$$K_{\text{общ.выб.}} = \frac{\text{Число рабочих, уволенных} + \text{число рабочих, переведенных в категорию служащих}}{\text{Среднесписочная численность рабочих}}.$$

В статистике труда также присутствует понятие рабочих мест. Рабочим местом принято называть место постоянного или временного пребывания работника в процессе трудовой деятельности. Число рабочих мест выражается суммой фактической численности работников (включая внешних совместителей и работающих по договорам гражданско-правового характера)

и числа вакантных рабочих мест. В свою очередь, число вакантных мест определяется численностью работников, требующихся организации.

13.3 Показатели использования рабочего времени

Статистика трудовых ресурсов предполагает учет использования рабочего времени как одного из важнейших показателей эффективности использования живого труда. Этот учет организуется на основании табельного учета, предполагающего наблюдение за приходом на работу, уходом, выяснении причин опозданий, неявок и т.п.

Основными единицами учета рабочего времени являются отработанные человеко-дни и отработанные человеко-часы. Отработанным человеко-днем считается день, когда рабочий явился на работу и приступил к ней, независимо от ее продолжительности (если в этот день не отмечен прогул); отработанным считается также день, проведенный в служебной командировке по заданию предприятия. Отработанным человеко-часом считается час фактической работы.

По данным учета рабочего времени в человеко-днях определяют фонды рабочего времени: календарный, табельный и максимально возможный. Структура этих фондов представлена на рисунке 13.1.

Как видно из приведенной схемы (рис. 13.1), исходным служит показатель календарного фонда времени – число календарных дней месяца, квартала, приходящихся на одного рабочего или на коллектив рабочих.

Рассмотрим методику расчета фондов рабочего времени в человеко-днях на примере следующих сведений по промышленному предприятию:

Среднесписочное число рабочих	1000
Отработано рабочими человеко-дней	221580
Число человеко-дней целодневных простоев	20
Число человеко-дней неявок на работу, всего	143400
В том числе:	
- ежегодные отпуска	18000
- учебные отпуска	240
- отпуска в связи с родами	960
- неявки по болезни	10000
- прочие неявки, разрешенные законом (выполнение государственных обязанностей и т.д.)	500
- неявки с разрешения администрации	600
- прогулы	100
- праздничные и выходные дни	113000
Число отработанных человеко-часов, всего	1750482
В том числе сверхурочно	22158

Эти данные позволяют определить величину календарного, табельного и максимально возможного фондов рабочего времени.

Так, календарный фонд рабочего времени может быть рассчитан двумя способами:

1) как сумма числа человеко-дней явок и неявок на работу

$$221580 + 20 + 143400 = 365000 \text{ чел.-дн.};$$

2) как произведение среднесписочной численности рабочих на количество календарных дней в отчетном периоде (в нашем примере год, следовательно, 365)

$$1000 \text{ чел.} * 365 \text{ дн.} = 365000 \text{ чел.-дн.}$$

Для определения табельного фонда рабочего времени из календарного фонда времени вычитаются человеко-дни праздничные и выходные.

$$365000 - 113000 = 252000 \text{ чел.-дн.}$$

Наконец, максимально возможный фонд рабочего времени определяется либо вычитанием из календарного фонда человеко-дней ежегодных отпусков и человеко-дней праздничных и выходных

$$365000 - 113000 - 18000 = 234000 \text{ чел.-дн.},$$

либо вычитанием из табельного фонда числа человеко-дней ежегодных отпусков. Он показывал собой максимальное количество времени, которое может быть отработано в соответствии с трудовым законодательством.

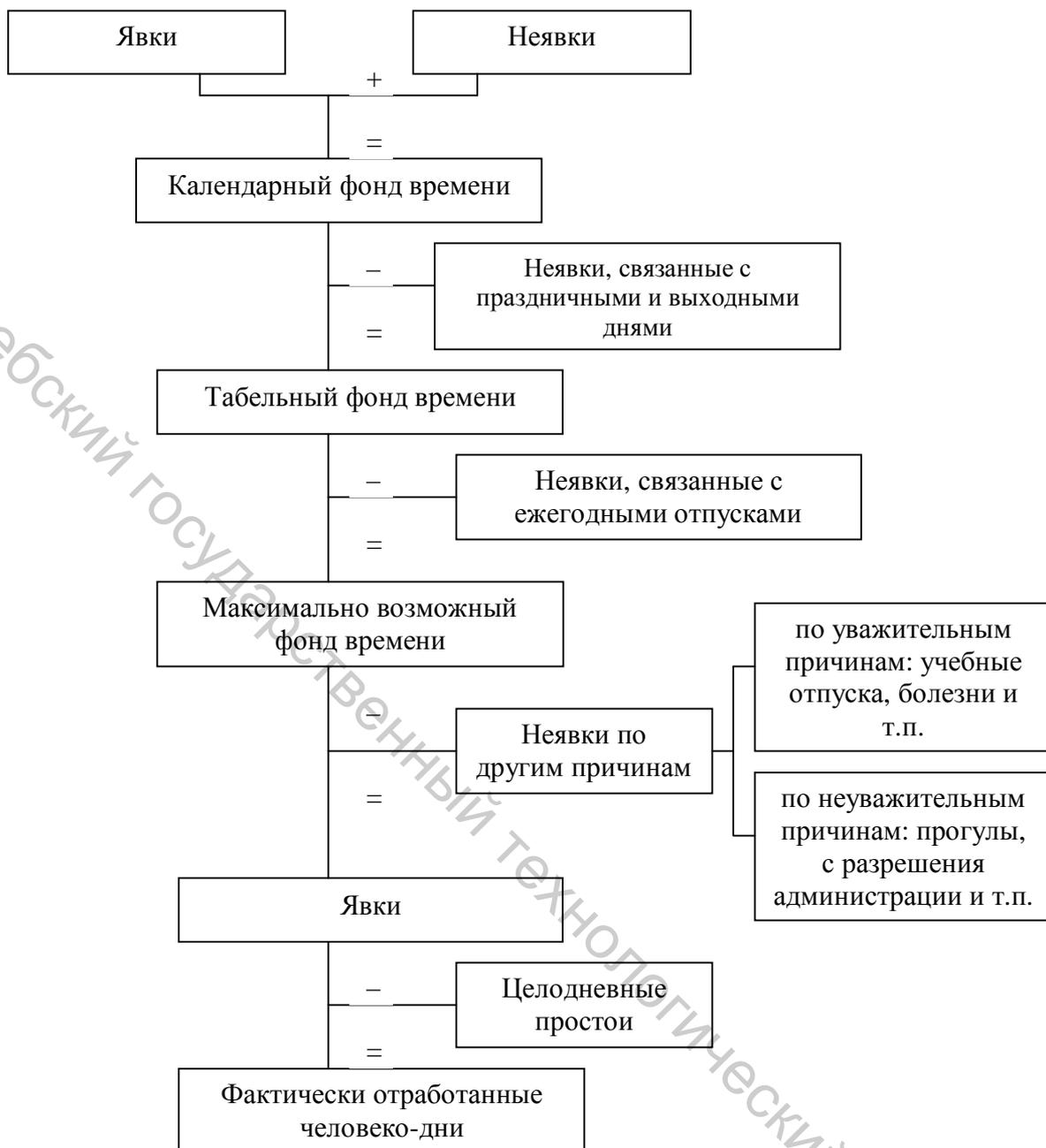


Рисунок 13.1 – Структура фондов рабочего времени

Для характеристики степени использования того или иного фонда времени определяются коэффициенты их использования, которые по своей сути показывают удельный вес отработанного времени в соответствующем фонде рабочего времени:

Коэффициент использования

$$\text{календарного фонда времени} = \frac{\text{Число отработанных чел. – дней}}{\text{Календарный фонд времени}} =$$

В нашем примере:

Коэффициент использования

$$\text{календарного фонда времени} = \frac{221580}{365000} = 0,6071 \text{ или } 60,71 \%$$

Коэффициент использования

$$\text{табельного фонда времени} = \frac{\text{Число отработанных чел. – дней}}{\text{Табельный фонд времени}}$$

Коэффициент использования

$$\text{табельного фонда времени} = \frac{221580}{252000} = 0,8793 \text{ или } 87,93 \%$$

Коэффициент использования

$$\text{максимально возможного фонда времени} = \frac{\text{Число отработанных чел. – дней}}{\text{Максимально возможный фонд времени}}$$

Коэффициент использования

$$\text{максимально возможного фонда времени} = \frac{221580}{234000} = 0,9469 \text{ или } 94,69 \%$$

Можно рассчитать среднюю продолжительность рабочего периода, т.е. среднее количество дней, отработанных одним рабочим. В нашем примере $\frac{221580}{1000} = 221,58$ дн.

Степень использования рабочего времени периода отражает коэффициент использования рабочего периода ($K_{и.р.п.}$). Он исчисляется следующим образом:

$$K_{\text{и.р.п.}} = \frac{\text{Средняя фактическая продолжительность рабочего периода}}{\text{Средняя максимально возможная продолжительность рабочего периода}}.$$

Средняя фактическая продолжительность рабочего периода, как было рассчитано, составляет 221,58 дн. В свою очередь, средняя максимально возможная продолжительность рабочего года определяется как отношение максимально возможного фонда рабочего времени к среднесписочной численности рабочих:

$$\frac{234000}{1000} = 234 \text{ дн.}$$

Тогда коэффициент использования продолжительности рабочего периода составит:

$$K_{\text{и.р.п.}} = \frac{221,58}{234} = 0,9469 \text{ или } 94,69 \%.$$

Все указанные ранее в данном разделе показатели характеризуют использование рабочего времени в человеко-днях. Поскольку существуют потери рабочего времени в человеко-часах, проводится статистический анализ использования рабочего времени на предприятии и в человеко-часах. Он основан на сопоставлении средней установленной и средней фактической продолжительности рабочего дня.

Средняя установленная продолжительность рабочего дня определяется для каждого предприятия и зависит от удельного веса рабочих, имеющих различную установленную продолжительность рабочего дня.

Например, из 1000 чел. 950 рабочих имеют установленную продолжительность рабочего дня 8,0 часов, а 50 – 7,0 часов. Тогда средняя установленная продолжительность рабочего дня составит:

$$\frac{8,0 * 950 + 7,0 * 50}{1000} = 7,95 \text{ час.}$$

В свою очередь, средняя фактическая продолжительность рабочего дня определяется как отношение отработанных человеко-часов (включая человеко-часы внутрисменного простоя и человеко-часы, отработанные сверхурочно) к сумме фактически отработанных человеко-дней:

$$\frac{1750482}{221580} = 7,90 \text{ час.}$$

Учитывая, что коэффициент использования рабочего дня ($K_{\text{и.р.д.}}$) определяется как

$$K_{\text{и.р.д.}} = \frac{\text{Средняя фактическая продолжительность рабочего дня}}{\text{Средняя установленная продолжительность рабочего дня}},$$

рассчитаем его величину для нашего примера:

7,90

$$K_{u.p.d.} = \frac{\dots}{7,95} = 0,9937 \text{ или } 99,37 \%$$

Для получения обобщающей характеристики использования рабочего времени рассчитывается интегральный показатель (коэффициент), характеризующий одновременное использование продолжительности и рабочего дня, и рабочего года. Это произведение коэффициента использования продолжительности рабочего дня на коэффициент использования продолжительности рабочего года

$$K_{интегр.} = K_{u.p.n.} * K_{u.p.d.},$$

$$K_{интегр.} = 0,9469 * 0,9937 = 0,9409 \text{ или } 94,09 \%$$

Следовательно, интегральный коэффициент использования рабочего времени характеризует степень его использования в течение рабочей смены и в продолжение рабочего периода (месяца, квартала, года).

В приведенном примере общие потери рабочего времени (с учетом их компенсации сверхурочными работами) составили:

$$100 - 94,09 = 5,91 \%$$

Однако существует мнение, что наиболее верную характеристику использования продолжительности рабочего дня мы получаем из соотношения:

$$K_{u.p.d.} = \frac{\text{Средняя урочная продолжительность рабочего дня}}{\text{Средняя установленная продолжительность рабочего дня}},$$

где средняя урочная продолжительность рабочего дня определяется

$$\text{Средняя урочная продолжительность рабочего дня} = \frac{\text{Отработано чел.-часов} + \text{часы простоя} + \text{сверхурочные часы}}{\text{Отработано чел.-дней}}$$

В нашем примере

$$\text{Средняя урочная продолжительность рабочего дня} = \frac{1750482 - 22158}{221580} = 7,80.$$

рабочего дня

Тогда коэффициент использования продолжительности рабочего дня будет равен:

$$K_{u.p.d.} = \frac{7,80}{7,95} = 0,9811 \text{ или } 98,11\%$$

а интегральный коэффициент

$$K_{\text{интегр.}} = 0,9469 * 0,9811 = 0,9290 \text{ или } 92,90\% .$$

То есть рабочее время недоиспользовано на $(100 - 92,90) 7,10\%$.

Изучение использования рабочего времени может дополняться изучением уровня занятости рабочих по сменам. Для этих целей могут быть использованы:

а) коэффициент сменности

$$K_{\text{см}} = \frac{\text{Число отработанных человеко – дней}}{\text{Число отработанных в наиболее заполненную смену человеко – дней}} ;$$

б) коэффициент использования сменного режима

$$K_{\text{см.реж.}} = \frac{\text{Коэффициент сменности}}{\text{Число смен по режиму}} ;$$

в) коэффициент непрерывности

$$K_{\text{непр.}} = \frac{\text{Число отработанных человеко – дней в наибольшую смену}}{\text{Число человеко – дней, которые могли быть отработаны в одну смену при полном использовании рабочих мест}} .$$

Последний показатель одновременно характеризует и уровень использования рабочих мест. Для характеристики использования рабочих мест может быть исчислен коэффициент использования рабочих мест

$$K_{\text{р.м.}} = \frac{\text{Среднесписочная численность работников}}{\text{Среднее количество рабочих мест}} .$$

14 СТАТИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

1. Показатели и методы измерения производительности труда.
2. Изучение динамики производительности труда.
3. Многофакторные модели производительности труда.
4. Статистическое изучение выполнения норм выработки.

14.1 Показатели и методы измерения производительности труда

Показатель производительности труда является одним из важнейших, а вернее, важнейшим в системе показателей эффективности производственной деятельности предприятий, объединений, отдельных отраслей, народного хозяйства в целом.

Производительность труда означает плодотворность, продуктивность производственной деятельности людей. Чем больше продукции создается в единицу времени, тем выше производительность труда. Рост производительности труда означает сокращение общественно необходимого времени для производства единицы продукции.

Статистика уделяет постоянное внимание проблемам совершенствования методологии исчисления производительности труда, поиску такого показателя, который действительно характеризовал бы эффективность производства.

В экономической практике уровень производительности труда характеризуется через показатели выработки и трудоемкости. Выработка (W) продукции в единицу времени измеряется соотношением объема произведенной продукции (q) и затратами (T) рабочего времени:

$$W = \frac{q}{T}. \quad (14.1)$$

Это прямой показатель производительности труда. Обратным показателем является трудоемкость:

$$t = \frac{T}{q}, \quad (14.2)$$

откуда
$$W = \frac{1}{t}. \quad (14.3)$$

Система статистических показателей производительности труда определяется единицей измерения объема производственной продукции. Эти единицы могут быть натуральными, условно-натуральными, трудовыми и стоимостными. Соответственно, применяют натуральный, условно-

натуральный, трудовой и стоимостной методы измерения уровня и динамики производительности труда.

В зависимости от того, чем измеряются затраты труда, различают следующие уровни его производительности:

$$\text{Средняя часовая выработка} = \frac{\text{Объем произведенной продукции}}{\text{Число человеко – часов, отработанных в течение данного периода времени}}.$$

Она показывает среднюю выработку рабочего за один час фактической работы (исключая время внутрисменных простоев и перерывов, но с учетом сверхурочной работы).

$$\text{Средняя дневная выработка} = \frac{\text{Объем произведенной продукции}}{\text{Число человеко – дней, отработанных всеми рабочими предприятия}}.$$

Она характеризует степень производственного использования рабочего дня.

$$\text{Средняя месячная выработка} = \frac{\text{Объем произведенной продукции}}{\text{Среднесписочное число рабочих (промышленно – производственного персонала)}}$$

В этом случае в знаменателе отражаются не затраты, а резервы труда. Средняя квартальная и средняя годовая выработка рассчитываются аналогично среднемесячной. В настоящее время показатель среднегодовой выработки предприятия характеризует соотношение товарной продукции (объема продукции, работ, услуг) и среднесписочной численности промышленно-производственного персонала.

Между вышеперечисленными средними показателями существует взаимосвязь

$$W_{\text{ппп}} = W_{\text{ч}} \Pi_{\text{р.д.}} \Pi_{\text{р.п.}} d_{\text{р}}, \quad (14.4)$$

где $W_{\text{ппп}}$ – выработка на одного работника (среднемесячная, среднеквартальная, среднегодовая);

$W_{\text{ч}}$ – среднечасовая выработка одного рабочего;

$\Pi_{\text{р.д.}}$ – продолжительность рабочего дня, час;

$\Pi_{\text{р.п.}}$ – продолжительность рабочего периода, дн.;

$d_{\text{р}}$ – доля рабочих в общей численности промышленно-производственного персонала.

Используя эту модель производительности труда одного работника, можно последовательно-цепным способом индексирования дать

количественную оценку влияния указанных факторов на динамику производительности труда.

Так, если общее изменение производительности труда составит

$$I_{W_{\text{ППП}}} = \frac{W_{\text{ч1}} \Pi_{\text{р.д.1}} \Pi_{\text{р.н.1}} d_{\text{р1}}}{W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.0}} \Pi_{\text{р.н.0}} d_{\text{р0}}} = \frac{W_{\text{ППП1}}}{W_{\text{ППП0}}}, \quad (14.5)$$

где $W_{\text{ч1}}, \Pi_{\text{р.д.1}}, \Pi_{\text{р.н.1}} d_{\text{р1}}$ – показатели отчетного периода, а соответственно

$W_{\text{ч0}}, \Pi_{\text{р.д.0}}, \Pi_{\text{р.н.0}} d_{\text{р0}}$ – показатели базисного периода;

или в абсолютном выражении

$$\Delta W_{\text{ППП}} = W_{\text{ППП1}} - W_{\text{ППП0}},$$

то влияние на это изменение факторов:

а) среднечасовой выработки одного рабочего:

$$I_{W_{\text{ППП}}} (W_{\text{ч}}) = \frac{W_{\text{ч1}} \Pi_{\text{р.д.1}} \Pi_{\text{р.н.1}} d_{\text{р1}}}{W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.1}} \Pi_{\text{р.н.1}} d_{\text{р1}}}, \quad (14.6)$$

в абсолютном выражении:

$$\Delta W_{\text{ППП}} (W_{\text{ч}}) = (W_{\text{ч1}} - W_{\text{ч0}}) \Pi_{\text{р.д.1}} \Pi_{\text{р.н.1}} d_{\text{р1}};$$

б) продолжительности рабочего дня:

$$I_{W_{\text{ППП}}} (\Pi_{\text{р.д.}}) = \frac{W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.1}} \Pi_{\text{р.н.1}} d_{\text{р1}}}{W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.0}} \Pi_{\text{р.н.1}} d_{\text{р1}}}, \quad (14.7)$$

в абсолютном выражении:

$$\Delta W_{\text{ППП}} (\Pi_{\text{р.д.}}) = W_{\text{ч0}} (\Pi_{\text{р.д.1}} - \Pi_{\text{р.д.0}}) \Pi_{\text{р.н.1}} d_{\text{р1}};$$

в) продолжительности рабочего периода:

$$I_{W_{\text{ППП}}} (\Pi_{\text{р.п.}}) = \frac{W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.0}} \Pi_{\text{р.н.1}} d_{\text{р1}}}{W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.0}} \Pi_{\text{р.н.0}} d_{\text{р1}}}, \quad (14.8)$$

соответственно в абсолютном выражении:

$$\Delta W_{\text{ППП}} (\Pi_{\text{р.п.}}) = W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.0}} (\Pi_{\text{р.н.1}} - \Pi_{\text{р.н.0}}) d_{\text{р1}};$$

г) доли рабочих в общей численности работающих:

$$I_{W_{\text{ППП}}} (d_{\text{р}}) = \frac{W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.0}} \Pi_{\text{р.н.0}} d_{\text{р1}}}{W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.0}} \Pi_{\text{р.н.0}} d_{\text{р0}}}, \quad (14.9)$$

и в абсолютном выражении:

$$\Delta W_{\text{ППП}} (d_{\text{р}}) = W_{\text{ч0}} \Pi_{\text{р.д.0}} \Pi_{\text{р.н.0}} (d_{\text{р1}} - d_{\text{р0}}).$$

Тогда $I_{W_{\text{ППП}}} = I_{W_{\text{ППП}}} (W_{\text{ч}}) \cdot I_{W_{\text{ППП}}} (\Pi_{\text{р.д.}}) \cdot I_{W_{\text{ППП}}} (\Pi_{\text{р.п.}}) \cdot I_{W_{\text{ППП}}} (d_{\text{р}})$

или $\Delta W_{\text{ППП}} = \Delta W_{\text{ППП}} (W_{\text{ч}}) \cdot \Delta W_{\text{ППП}} (\Pi_{\text{р.д.}}) \cdot \Delta W_{\text{ППП}} (\Pi_{\text{р.п.}}) \cdot \Delta W_{\text{ППП}} (d_{\text{р}})$.

14.2 Изучение динамики производительности труда

Использование для измерения производительности труда натуральных, стоимостных и трудовых единиц привело к тому, что при исследовании динамики производительности труда используются соответствующие (натуральные, стоимостные и трудовые) индексы.

Если объем производства исчисляется в натуральных единицах, то для анализа динамики производительности труда по единицам исследуемой совокупности рассчитывают индивидуальный индекс производительности труда:

$$i_w = \frac{q_1}{T_1} : \frac{q_0}{T_0}, \quad (14.10)$$

где q_1, q_0 – объем продукции (определенного вида, определенного цеха и т.д.) соответственно в отчетном и базисном периодах;

T_1, T_0 – затраты труда на производство этих объемов продукции.

В целом по изучаемой совокупности изменение производительности труда характеризуют с помощью индекса:

$$I_w = \frac{\sum q_1}{\sum T_1} : \frac{\sum q_0}{\sum T_0}, \quad (14.11)$$

т.е. $I_w = \frac{\bar{W}_1}{\bar{W}_0}. \quad (14.12)$

При измерении объема продукции в стоимостных единицах

$$I_w = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum T_1} : \frac{\sum q_0 p_0}{\sum T_0} = \frac{\bar{W}_1}{\bar{W}_0}, \quad (14.13)$$

где p_1, p_0 – цена единицы продукции соответственно в отчетном и базисном периодах.

При использовании трудовых измерителей индивидуальный индекс производительности труда определяют по формуле

$$i_w = \frac{T_0}{q_0} : \frac{T_1}{q_1} = \frac{t_0}{t_1}, \quad (14.14)$$

где t_0, t_1 – трудоемкость единицы продукции соответственно в базисном и отчетном периодах. Общий индекс производительности труда равен

$$I_w = \frac{\sum t_0 q_1}{\sum t_1 q_1}, \quad (14.15)$$

где $\sum t_{0q_1}$ – затраты труда на отчетный объем продукции по базисным нормам;
 $\sum t_{1q_1}$ – затраты труда в отчетном периоде.

Когда определяют общий индекс производительности труда в целом по исследуемой совокупности, на него оказывают воздействие два фактора:

1) изменение производительности труда в отдельных элементах (звеньях) совокупности;

2) изменение доли отдельных элементов (звеньев) с различным уровнем производительности труда в общей численности совокупности работников.

В этом случае рассчитывают:

- индекс переменного состава

$$I_{n.c.}^{\bar{w}} = \frac{\sum W_1 T_1}{\sum T_1} : \frac{\sum W_0 T_0}{\sum T_0} = \frac{\bar{W}_1}{\bar{W}_0}; \quad (14.16)$$

- индекс фиксированного (постоянного) состава

$$I_{\phi.c.}^{\bar{w}} = \frac{\sum W_1 T_1}{\sum T_1} : \frac{\sum W_0 T_1}{\sum T_1}; \quad (14.17)$$

- индекс структурных сдвигов

$$I_{c.c.}^{\bar{w}} = \frac{\sum W_0 T_1}{\sum T_1} : \frac{\sum W_0 T_0}{\sum T_0}. \quad (14.18)$$

При определении индекса фиксированного состава может быть использована формула индекса, разработанная академиком С.Г. Струмилиным:

$$I_{\phi.c.}^{\bar{w}} = \frac{\sum i_{w1} T_1}{\sum T_1}. \quad (14.19)$$

В свою очередь, при известных значениях индексов переменного и фиксированного состава индекс структурных сдвигов может быть определен:

$$I_{c.c.}^{\bar{w}} = I_{n.c.}^{\bar{w}} : I_{\phi.c.}^{\bar{w}}. \quad (14.20)$$

Например, необходимо проанализировать динамику производительности труда по объединению, в состав которого входят три предприятия.

Индекс переменного состава равен

$$I_{n.c.}^{\bar{w}} = \frac{\bar{W}_1}{\bar{W}_0} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum T_1} : \frac{\sum q_0 p_0}{\sum T_0}$$

Таблица 14.1 – Расчетная таблица

Номер предприятия	Объем продукции, работ, услуг, млн. руб.		Среднесписочная численность ППП, чел		Производительность труда, млн. руб.		Индивидуальный индекс производительности труда $i_w = \frac{W_1}{W_0}$	$i_w \cdot T_1$
	$q_0 p_0$	$q_1 p_1$	T_0	T_1	W_0	W_1		
1	120000	120000	600	600	200	200	1,000	600
2	250000	320000	1000	1200	250	266,67	1,067	1280
3	180000	200000	800	800	225	250	1,111	889
Итого	$\sum q_0 p_0 = 550000$	$\sum q_1 p_1 = 640000$	$\sum T_0 = 2400$	$\sum T_1 = 2600$	$\bar{W}_0 = 229,17$	$W_1 = 246,15$		$\sum i_w \cdot T_1 = 2769$

$$I_{n.c.}^{\bar{w}} = \frac{640000}{2600} : \frac{550000}{2400} = \frac{246,15}{229,17} = 1,074 (+7,4 \%)$$

Индекс фиксированного состава:

$$I_{f.c.}^{\bar{w}} = \frac{\sum i_w T_1}{\sum T_1},$$

$$I_{f.c.}^{\bar{w}} = \frac{2769}{2600} = 1,066 (+6,6 \%).$$

Индекс структурных сдвигов:

$$I_{c.c.}^{\bar{w}} = I_{n.c.}^{\bar{w}} : I_{f.c.}^{\bar{w}},$$

$$I_{c.c.}^{\bar{w}} = \frac{1,074}{1,065} = 1,007 (+0,7 \%).$$

Следовательно, в отчетном периоде производительность труда в целом по объединению выросла на 7,4 %. Этот рост обусловлен воздействием двух факторов:

во-первых, за счет роста производительности труда на втором и третьем предприятиях, производительность труда по объединению выросла на 6,6 %;

во-вторых, за счет расширения второго предприятия, имеющего более высокий уровень производительности труда, производительность труда по объединению увеличилась на 0,7 %.

Если обозначить долю работников каждого предприятия в общей численности через d_T , то индексы производительности труда могут быть рассчитаны по формулам:

- индекс переменного состава

$$I_{W_{n.c.}} = \frac{\sum W_1 d_{T1}}{\sum W_0 d_{T0}}; \quad (14.21)$$

- индекс фиксированного состава

$$I_{W_{ф.с.}} = \frac{\sum W_1 d_{T1}}{\sum W_0 d_{T1}}; \quad (14.22)$$

- индекс структурных сдвигов

$$I_{W_{с.с.}} = \frac{\sum W_0 d_{T1}}{\sum W_0 d_{T0}}. \quad (14.23)$$

Независимо от методики расчета, значения индексов получаются одинаковые.

Покажем на предыдущем примере.

Таблица 14.2 – Расчетная таблица

№ предприятия	W_1	W_0	d_{T1}	d_{T0}	$W_1 d_{T1}$	$W_0 d_{T0}$	$W_0 d_{T1}$
1	200	200	23,08	25,00	4616	5000	4616
2	266,67	250	46,15	41,67	12307	10418	11538
3	250	225	30,77	33,33	7692	7499	6923
Σ			100,00	100,00	24615	22917	23077

В результате получаем

$$I_{W_{n.c.}} = \frac{24615}{22917} = 1,074 (+7,4 \%);$$

$$I_{W_{ф.с.}} = \frac{24615}{23077} = 1,066 (+6,6 \%);$$

$$I_{W_{с.с.}} = \frac{23077}{22917} = 1,007 (+0,7 \%).$$

При проведении более глубокого статистического анализа производительности труда далее исследуется ее влияние на основные технико-экономические показатели работы предприятия.

Прежде всего определяется влияние динамики производительности труда на изменение объема продукции (работ, услуг), то есть устанавливается, какая часть прироста объема продукции (работ, услуг) вызвана ростом производительности труда, а какая – ростом численности работающих.

14.3 Многофакторные модели производительности труда

Статистическая и экономическая теория и практика разработала множество факторных моделей. Отдельные модели связывают эффективность использования трудовых ресурсов из основных средств, например:

$$W = \frac{\sum q_p}{\sum T} = \frac{\sum q_p}{\sum \Phi'} \cdot \frac{\sum \Phi'}{\sum \Phi} \cdot \frac{\sum \Phi}{\sum T_p} \cdot \frac{\sum T_p}{\sum T}, \quad (14.24)$$

где $\sum \Phi$ – среднегодовая стоимость основных средств;

$\sum \Phi'$ – среднегодовая стоимость активной части основных средств;

$\sum T_p$ – среднесписочная численность рабочих.

Иными словами, эта модель выражает зависимость производительности труда работающих (W) от отдачи активной части основных средств (f'), доли активной части в общей стоимости основных средств (d'), фондовооруженности труда рабочих (Φ_v) и доли рабочих в общей численности работающих (d_p):

$$W = f' \cdot d' \cdot \Phi_v \cdot d_p. \quad (14.25)$$

Тогда в изучении динамики производительности труда может быть использована индексная модель

$$I_W = \frac{f'_1 \cdot d'_1 \cdot \Phi_{v1} \cdot d_{p1}}{f'_0 \cdot d'_0 \cdot \Phi_{v0} \cdot d_{p0}}, \quad (14.26)$$

которая позволяет количественно оценить влияние каждого фактора.

Представляет интерес и исчисление индексов производительности труда по добавленной стоимости

$$W_{д.с.} = W_{д.с.(ч)} \cdot P_{р.д} \cdot P_{р.н} \cdot d_p,$$

где $W_{д.с.(ч)}$ – часовая выработка добавленной стоимости одним рабочим.

Индексные модели, позволяющие оценить влияние отдельных факторов, аналогичны рассмотренным в разделе 14.1.

14.4 Статистическое изучение выполнения норм выработки

Одной из важнейших задач статистики является наблюдение за выполнением установленных норм выработки.

Необходимо отметить, что вопрос о нормах выработки, об их выполнении тесно связан с вопросом о производительности труда. Нормы

выработки по существу являются заданием по производительности труда на каждом рабочем месте.

Норма выработки продукции (работ) в единицу времени или обратный показатель – норма времени на изготовление единицы продукции (работ) – являются мерой индивидуальной производительности труда или коллектива рабочих.

Норма выработки может быть выражена в натуральных показателях (кг, м, шт., пары) – т.е. количество продукции (q), которое должен выработать рабочий или коллектив за час или за смену – и в трудовых единицах измерения (t_n), т.е. устанавливается норматив времени на производство единицы продукции.

Для оценки степени выполнения норм выработки рабочим используются индивидуальные индексы выполнения норм выработки. Они могут быть определены несколькими способами:

1) сопоставлением фактической средней выработки с установленной по норме:

$$i_{н.с.} = \frac{W_1}{W_n} 100; \quad (14.27)$$

2) сопоставлением общего количества фактической выработки продукции с тем количеством, которое могло быть выработано за то же время при установленной норме выработки:

$$i_{н.с.} = \frac{W_1 T_1}{W_n T_1} = \frac{q_1}{q_n} 100; \quad (14.28)$$

3) сопоставлением нормативной трудоемкости с фактической трудоемкостью:

$$i_{н.с.} = \frac{t_n}{t_1} 100; \quad (14.29)$$

4) сопоставлением общих затрат рабочего времени, необходимых на фактически изготовленную продукцию:

$$i_{н.с.} = \frac{q_1 t_n}{q_1 t_1}. \quad (14.30)$$

Все четыре индекса могут быть использованы для анализа выполнения норм выработки при изготовлении одноименной продукции. При этом все четыре формулы приводят к одному и тому же результату.

Рассмотрим на примере.

Пример. Определить, на сколько процентов выполнена норма выработки рабочим при условии, что за месяц им отработано 160 час и обработано 700 изделий. Установленная норма выработки = 3 изделия в час.

Определим уровень выполнения норм выработки по всем приведенным ранее формулам:

$$1) \quad i_{н.в.} = \frac{W_1}{W_n} 100;$$

$$W_1 = \frac{700}{160} = 4,375 \text{ ед/час}; \quad W_n = 3 \text{ ед/час}; \quad i_{н.в.} = \frac{4,375}{3} 100 = 1,46 (146 \%) ;$$

$$2) \quad i_{н.в.} = \frac{W_1 T_1}{W_n T_1} 100 = \frac{q_1}{q_0} 100; \quad i_{н.в.} = \frac{700}{3 * 160} 100 = 1,46 (146 \%) ;$$

$$3) \quad i_{н.в.} = \frac{t_n}{t_1} 100;$$

$$i_{н.в.} = \frac{t_n}{t_1} 100; \quad t_n = \frac{1}{3} = 0,3333 \text{ час}; \quad t_1 = \frac{160}{700} = 0,2286 \text{ час};$$

$$i_{н.в.} = \frac{0,3333}{0,2286} 100 = 1,46 = 146 \%;$$

$$4) \quad i_{н.в.} = \frac{q_1 t_n}{q_1 t_1} 100; \quad i_{н.в.} = \frac{700 * 0,3333}{700 * 0,2286} 100 = 1,46 = 146 \% .$$

На практике часто приходится исчислять процент выполнения норм выработки для рабочих, которые в течение месяца выпускали разноименную продукцию или выполняли различные операции. В этом случае процент выполнения норм выработки может быть исчислен только по 4-ой формуле, а точнее по формуле агрегатного индекса:

$$i_{н.в.} = \frac{\sum q_1 t_n}{\sum q_1 t_1} 100 . \quad (14.31)$$

При анализе выполнения норм выработки, кроме процента или индекса выполнения нормы выработки отдельным рабочим, определяется средний процент выполнения норм выработки по цеху, бригаде, предприятию. Он рассчитывается по формуле

$$K_{HB} = \frac{\sum i_{HB} T_1}{\sum T_1}, \quad (14.32)$$

где T_1 – число рабочих, имеющих данный процент выполнения выработки.

Пример. Определить средний процент выполнения нормы выработки бригадой рабочих швейного цеха при следующих условиях: в бригаде – 30

рабочих, из них 10 человек выполнили норму выработки на 110 %, 5 человек – на 108 %, 12 человек – на 105 %, 3 человека – на 100 %.

$$K_{HB} = \frac{110*10+108*5+105*12+100*3}{10+5+12+3} = 106,7 \% .$$

Витебский государственный технологический университет

15 СТАТИСТИКА ОПЛАТЫ ТРУДА

1. Состав фонда заработной платы.
2. Определение средней заработной платы.
3. Статистический анализ динамики средней заработной платы.
4. Анализ соотношения динамики производительности труда и средней заработной платы.

15.1 Состав фонда заработной платы

Заработная плата представляет собой, с одной стороны, часть национального дохода, а с другой – элемент затрат на производство (издержки).

Заработная плата – часть вновь созданной стоимости, поступающей в личное потребление работника в соответствии с количеством и качеством затраченного им труда.

Задачами статистики оплаты труда являются:

- изучение размера и состава фонда заработной платы;
- определение уровня и динамики средней заработной платы;
- факторный анализ уровня средней заработной платы;
- сравнение динамики производительности труда и средней заработной платы;
- изучение распространённости различных форм и систем оплаты труда.

Общая сумма начисленной заработной платы на предприятии образует фонд заработной платы. Состав фонда заработной платы включает начисленные предприятием следующие выплаты:

- заработная плата за выполненную работу и отработанное время;
- выплаты стимулирующего характера;
- выплаты компенсирующего характера;
- оплата за неотработанное время;
- другие выплаты, включаемые в состав фонда заработной платы.

Заработная плата за выполненную работу и отработанное время включает следующие выплаты:

- «- заработная плата, начисленная работникам на основе часовых и (или) месячных тарифных ставок (окладов) за отработанное время;
- заработная плата, начисленная работникам за выполненную работу по сдельным расценкам;
- заработная плата, начисленная работникам в процентах от выручки от продажи продукции (выполнения работ, оказания услуг), в долях от прибыли;
- суммы индексации (компенсации, пени) заработной платы в связи с ростом цен на потребительские товары и услуги и за несвоевременную ее выплату;

- стоимость продукции, выдаваемой в порядке натуральной оплаты;

- заработная плата квалифицированных рабочих, руководителей и специалистов организаций, освобожденных и не освобожденных от основной работы и привлеченных для подготовки, переподготовки и повышения квалификации работников, для руководства производственной практикой учащихся и студентов;

- оплата труда за продукцию (работы, услуги), признанную браком;

- суммы, начисленные за выполненную работу лицам, привлеченным для работы в данную организацию, согласно специальным договорам с государственными организациями на предоставление рабочей силы (военнослужащие и лица, отбывающие наказание в виде лишения свободы), как выданные непосредственно этим лицам, так и перечисленные государственными организациями;

- суммы, начисленные за выполненную работу больным хроническим алкоголизмом, помещенным в лечебно-трудовые профилактории и привлеченным к труду;

- заработная плата работников бухгалтерии за выполнение письменных поручений работников о перечислении из причитающейся им заработной платы страховых взносов по договорам добровольного страхования, коммунальных и других платежей;

- заработная плата в окончательный расчет по завершении года (или иного периода), обусловленная системами оплаты труда в сельскохозяйственных организациях;

- заработная плата учащихся и студентов учебных заведений, проходящих производственную практику в организации, если расчет за выполненную работу производился организацией непосредственно с учащимися и студентами;

- выплата разницы в окладах работникам, трудоустроенным из других организаций, с сохранением в течение определенного срока размеров должностного оклада по предыдущему месту работы, а также при временном замещении;

- выплата межразрядной разницы работникам, выполняющим работы ниже присвоенных им разрядов;

- выплата разницы между прежним заработком и заработком на новой работе в случае перевода работника на нижеоплачиваемую работу;

- доплаты за совмещение профессий (должностей), расширение зоны обслуживания (увеличение объема выполняемых работ), выполнение обязанностей временно отсутствующего работника, за руководство бригадой;

- доплаты учителям за классное руководство, проверку тетрадей; доплаты лицам из числа профессорско-преподавательского

состава за руководство структурными подразделениями вместо введения штатной должности в высших учебных заведениях и другие доплаты;

- доплаты низкооплачиваемым работникам;

- гонорар работникам, состоящим в списочном составе работников редакций газет, журналов и иных средств массовой информации, других организаций, оплата труда в которых осуществляется по ставкам (расценкам) авторского (постановочного) вознаграждения;

- заработная плата работников, состоящих в списочном составе организации, за выполнение кроме основной работы, работы по совместительству (внутреннее совместительство) или договорам гражданско-правового характера;

- заработная плата лиц, принятых на работу по совместительству из других организаций (внешнее совместительство);

- заработная плата (вознаграждение) работников несписочного состава: (вознаграждение лицам, не состоящим в списочном составе организации, за выполнение работ по договорам гражданско-правового характера, предметом которых является выполнение работ и оказание услуг, оплата труда (вознаграждение, гонорар) лиц несписочного состава за переводы, чтение лекций, консультации, выступления по радио и телевидению, за публикации в периодической печати, не являющиеся объектами авторского права, и другие работы)».

Выплаты стимулирующего характера включают:

- «- регулярные (ежемесячные, ежеквартальные) выплаты стимулирующего характера:

- надбавки (доплаты) к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство, классность, почетное звание, ученую степень, высокие достижения в труде, за сложность и напряженность работы, владение и применение в практической работе иностранных языков и другие надбавки;

- надбавки к заработной плате за продолжительность непрерывной работы (вознаграждения за выслугу лет, стаж работы);

- премии и вознаграждения независимо от источников их выплаты;

- другие регулярные выплаты стимулирующего характера, включая денежную помощь (компенсацию), выплачиваемую всем или большинству работников на питание, проезд и другое;

- единовременные выплаты стимулирующего характера:

- единовременные (разовые) премии и вознаграждения независимо от источников их выплаты;

- вознаграждения по итогам годовой работы, годовое вознаграждение за выслугу лет (стаж работы);

- вознаграждения за содействие использованию изобретения и

рационализаторского предложения, за внедрение новой техники;

- единовременная материальная помощь (денежная компенсация), выплачиваемая всем или большинству работников;

- вознаграждения к юбилейным датам, праздникам, торжественным событиям (включая подарки и материальную помощь);

- материальная помощь к отпуску, дополнительные выплаты при предоставлении отпуска (сверх отпускных сумм, начисленных в соответствии с законодательством Республики Беларусь);

- стоимость бесплатно выдаваемых работникам в качестве поощрения акций или льгот по приобретению акций, суммы чистой прибыли, зачисленные на лицевые счета работников. Суммы чистой прибыли, зачисленные на лицевые счета, включаются в фонд заработной платы по мере их перечисления;

- единовременная материальная помощь уволенным после прохождения срочной воинской службы и принятым на прежнее место работы;

- другие единовременные выплаты стимулирующего характера».

К выплатам компенсирующего характера относятся:

- «- повышенная оплата труда, применяемого в особых условиях (доплаты на тяжелых работах, на работах с вредными условиями труда, на территориях радиоактивного загрязнения, за работу в местностях с тяжелыми климатическими условиями);

- доплаты за интенсивность труда, за ненормированный рабочий день;

- доплаты за работу в ночное время, за работу в многосменном режиме и режиме разделения рабочего дня на части;

- доплаты работникам, постоянно занятым на подземных работах, за нормативное время их передвижения в шахте от ствола к месту работы и обратно;

- компенсации (надбавки) за подвижной и разъездной характер работ, производство работ вахтовым методом, за постоянную работу в пути, работу вне постоянного места жительства (полевое довольствие), выплачиваемые работникам, занятым в строительстве, электроэнергетике, нефтеперерабатывающей и лесной промышленности, связи, лесном и водном хозяйстве, на автомобильном, речном, железнодорожном транспорте, изыскательских, геологоразведочных, топографо-геодезических и лесоустроительных работах, в научных экспедициях, транспортировкой нефти и газа, содержанием шоссейных дорог;

- оплата работникам за дни отдыха (отгулы), предоставляемые в связи с работой сверх нормальной продолжительности рабочего времени при суммированном учете рабочего времени, при вахтовом методе организации работ и в других случаях, установленных законодательством Республики Беларусь;

- оплата за работу в государственные праздники, праздничные (нерабочие) и выходные дни;
- оплата сверхурочной работы;
- компенсация за ухудшение правового положения работника в связи с заключением контракта, с которым ранее был заключен трудовой договор на неопределенный срок;
- денежная компенсация за неиспользованный отпуск;
- другие выплаты компенсирующего характера».

К оплате за неотработанное время относятся:

«- оплата трудовых и социальных отпусков, предоставляемых в соответствии с законодательством Республики Беларусь и коллективным договором;

- оплата отпусков, предоставляемых по инициативе нанимателя;
- оплата свободного от работы дня матерям, воспитывающим ребенка-инвалида в возрасте до восемнадцати лет, двоих и более детей в возрасте до шестнадцати лет, а также одиноким матерям, имеющим двоих и более детей такого же возраста;

- оплата неотработанного времени работниками моложе восемнадцати лет при сокращенной продолжительности рабочего дня, оплата специальных перерывов в работе в соответствии с законодательством Республики Беларусь;

- заработная плата, сохраняемая за работниками, за время выполнения ими государственных, общественных, воинских обязанностей;

- заработная плата, сохраняемая по месту основной работы за работниками, привлекаемыми на сельскохозяйственные и другие работы;

- суммы, выплачиваемые нанимателем за время отпуска перед началом работы выпускникам профессионально-технических училищ;

- заработная плата, сохраняемая по месту основной работы за работниками, направленными для повышения квалификации и переподготовки;

- оплата отпусков в связи с обучением, предоставляемых работникам, обучающимся в учебных заведениях без отрыва от производства;

- оплата неотработанного времени работникам, успешно обучающимся в учебных заведениях без отрыва от производства, при сокращении рабочего времени;

- заработная плата, сохраняемая за время нахождения в медицинских учреждениях на обследовании или осмотре за работниками, обязанными проходить такие обследования и осмотры;

- оплата работникам-донорам за дни обследования, сдачи крови и ее компонентов, а также за предоставляемый им день отдыха;

- оплата за время вынужденного прогула;

- оплата простоев не по вине работника;
- другие виды выплат».

Другие выплаты, включаемые в состав фонда заработной платы:

«- стоимость бесплатно предоставленных работникам отдельных отраслей экономики питания, продуктов, пайков (в соответствии с законодательством Республики Беларусь), включая денежную компенсацию (кроме стоимости лечебно-профилактического питания);

- оплата (полная или частичная) стоимости питания работников, в том числе в столовых, буфетах в виде талонов, оплата стоимости питания работников сельского хозяйства во время сева и уборки урожая (сверх предусмотренного законодательством Республики Беларусь);

- суммы, уплаченные организацией в порядке возмещения расходов работников по оплате квартирной платы, коммунальных услуг, найму жилья (сверх предусмотренного законодательством Республики Беларусь);

- стоимость предоставленных работникам бесплатно или по сниженным ценам товаров, продукции, услуг (кроме продукции, выдаваемой в порядке натуральной оплаты);

- стоимость топлива, предоставленного работникам бесплатно или по сниженным ценам;

- стоимость льгот по проезду работников железнодорожного, авиационного, речного, автомобильного транспорта и городского электрического транспорта, предоставленных в соответствии с законодательством Республики Беларусь, стоимость проездных билетов, приобретенных для личного пользования работников в соответствии с коллективным договором;

- другие расходы».

В выплаты и расходы, не учитываемые в составе фонда заработной платы, включаются:

«- выходное пособие (компенсация), выплачиваемое в случае прекращения трудового договора (контракта);

- доплаты к пенсиям, единовременные пособия (вознаграждения, помощь) при выходе на пенсию (в отставку);

- материальная помощь (компенсация), оказываемая родителям при рождении ребенка, лицам, находящимся в отпуске по уходу за ребенком до достижения им возраста трех лет, многодетным семьям за счет средств организации;

- компенсации в связи с переездом на работу в другую местность (стоимость проезда, расходы по провозу имущества, включая единовременные пособия, суточные и другие расходы в связи с переездом);

- командировочные расходы в пределах и сверх норм, установленных законодательством Республики Беларусь;

- авторские вознаграждения, выплачиваемые по договорам на создание и использование произведений науки, литературы и искусства, а также вознаграждения авторам открытий, изобретений и рационализаторских предложений;

- расходы на приобретение и содержание специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, смывающих и обезвреживающих средств, молока, лечебно-профилактического питания или возмещение затрат работникам за приобретение и содержание специальной одежды, специальной обуви и другие средства индивидуальной защиты;

- расходы по обеспечению спортсменов фармакологическими восстановительными средствами, питанием, витаминными белково-глюкозными препаратами, спортивной одеждой и обувью, а также жильем на время учебно-тренировочных сборов и соревнований;

- стоимость выданных бесплатно работникам форменной одежды, обмундирования, остающихся в личном пользовании, или расходы организации в связи с их продажей по пониженным ценам;

- выплаты педагогическим работникам на приобретение методической литературы, предметных журналов и периодических изданий;

- расходы, связанные с подготовкой и переподготовкой работников (кроме расходов на заработную плату);

- расходы на проведение культурно-просветительных и оздоровительных мероприятий;

- пособия за счет средств государственного социального страхования;

- пособия в связи с временной потерей трудоспособности из-за производственных травм и профессиональных заболеваний; суммы, выплачиваемые в качестве возмещения утраченного заработка и компенсации дополнительных расходов, связанных с восстановлением здоровья из-за вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им своих трудовых обязанностей;

- материальная помощь, оказываемая отдельным работникам, в связи со смертью близких родственников, с постигшим их стихийным бедствием, пожаром, увечьем, тяжелой болезнью и другими семейными обстоятельствами;

- материальная помощь и другие выплаты, предоставленные лицам, не работающим в данной организации (пенсионерам, инвалидам, семьям погибших и другим лицам);

- безвозмездные субсидии, предоставленные работникам на жилищное строительство или приобретение жилья;

- стоимость жилья, переданного в собственность работникам;

- суммы, уплаченные организацией за работников в порядке погашения заемных денежных средств, выданных работникам на

жилищное строительство, приобретение жилья, обзаведение домашним хозяйством;

- страховые платежи (взносы), уплачиваемые организацией по договорам личного, имущественного и иного страхования в пользу работников;

- компенсация работникам морального вреда, определяемая судом, за счет средств организации;

- стоимость путевок санаторно-курортного лечения, предоставляемых лицам, принимавшим участие в работах по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции, компенсация за их непредоставление; материальная помощь на оздоровление, выданная работникам, принимавшим участие в работах по ликвидации катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции, проживающим и работающим в зоне первоочередного или последующего отселения, возмещаемые из бюджета;

- вознаграждения, стоимость подарков победителям профессиональных соревнований;

- компенсация за использование принадлежащих работникам транспортных средств, оборудования, инструментов и приспособлений для нужд организации;

- другие выплаты».

В зависимости от состава выплат, которые включаются в фонд заработной платы, различают часовой, дневной и месячный фонды заработной платы.

Часовой фонд представляет собой сумму выплат за отработанное время (в человеко-часах): выплаты по тарифным ставкам, окладам, сдельным расценкам; доплаты за отклонения от нормативных условий труда; премии, доплаты бригадирам; оплата работ по исправлению брака.

Дневной фонд включает в себя часовой фонд и доплаты за неотработанное время, учтённое в человеко-часах (оплату внутрисменных простоев, льготных часов подростков, доплат за сверхурочную работу и т.п.).

Месячный фонд состоит из дневного фонда и доплат за неотработанное время, учтённое в человеко-днях (отпуска; целодневные простои; неявки, связанные с выполнением государственных и общественных обязанностей и т.п.).

15.2 Определение средней заработной платы

Статистической характеристикой уровня заработной платы на конкретном предприятии является показатель средней заработной платы.

По «Инструкции по заполнению форм государственной статистической отчетности по труду» средняя заработная плата в целом по предприятию «... исчисляется делением сумм, начисленных из фонда заработной платы работникам списочного состава, без заработной платы работников, не состоящих в штатах предприятия и принятых на работу по совместительству из других предприятий, на среднесписочную численность работников». В данном случае имеется в виду «численность работников, принимаемая для исчисления средней заработной платы и других средних величин», определенная в этой инструкции.

Из списочной численности исключаются:

- женщины, находящиеся в отпусках по беременности, родам, уходу за ребёнком;
- работники, находящиеся в отпусках без сохранения заработной платы;
- работники, находящиеся в длительных служебных командировках за границей и т.п.

Располагая данными о величине часового, дневного, месячного фондов заработной платы, можно определить ряд показателей средней заработной платы:

1. Среднечасовую заработную плату ($Z_{\text{ч}}$)

$$Z_{\text{ч}} = \frac{\Phi_{\text{ч}}}{T_{\text{ч}}}, \quad (15.1)$$

где $\Phi_{\text{ч}}$ – часовой фонд заработной платы;

$T_{\text{ч}}$ – количество отработанных чел.-часов.

2. Среднюю дневную заработную плату ($Z_{\text{д}}$)

$$Z_{\text{д}} = \frac{\Phi_{\text{д}}}{T_{\text{д}}}, \quad (15.2)$$

где $\Phi_{\text{д}}$ – дневной фонд заработной платы;

$T_{\text{д}}$ – количество отработанных чел.-дней.

3. Среднюю месячную заработную плату ($Z_{\text{м}}$)

$$Z_{\text{м}} = \frac{\Phi_{\text{м}}}{T_{\text{м}}}, \quad (15.3)$$

где $\Phi_{\text{м}}$ – месячный фонд заработной платы;

$T_{\text{р}}$ – среднесписочная численность работающих.

Если обозначить продолжительность рабочего дня через $t_{\text{д}}$, продолжительность рабочего периода (года, квартала, месяца) – $t_{\text{м}}$, коэффициент доплат к часовому фонду до дневного – $k_{\text{д}}$, коэффициент

доплат к дневному фонду до месячного – k_m , можно составить зависимости между показателями средней заработной платы:

$$Z_d = Z_{\text{ч}} t_d k_d ; \quad (15.4)$$

$$Z_m = Z_d t_m k_m; \quad (15.5)$$

$$Z_m = Z_d = Z_{\text{ч}} t_d k_d t_m k_m. \quad (15.6)$$

Эти модели позволяют с помощью последовательно-цепного индексирования оценить изменение средней заработной платы под влиянием факторов использования рабочего времени и состава фондов заработной платы.

Например, по данным таблицы 15.1 можно провести факторный анализ средней дневной заработной платы.

Таблица 15.1 – Показатели использования рабочего времени и средней заработной платы предприятия (цифры условные)

№ пп	Показатель	Базисный период	Отчётный период
1	Дневной фонд зарплаты, тыс.р.	195915	217990
2	Часовой фонд зарплаты, тыс.р.	174150	194980
3	Отработано человеко-дней T_d	11 022	11 110
4	Отработано человеко-часов $T_{\text{ч}}$	87 074	86 658
5	Средняя дневная зарплата, руб. Z_d	17775	19620
6	Средняя часовая зарплата, руб. $Z_{\text{ч}}$	2000	2250
7	К-т доплаты до дневного фонда k_d	1,125	1,118
8	Продолжительность раб. дня t_d	7,9	7,8

Общее изменение дневной заработной платы можно оценить с помощью индексной модели

$$I_{Z_d} = \frac{Z_{\text{ч}1} * t_{d1} * k_{d1}}{Z_{\text{ч}0} * t_{d0} * k_{d0}} = \frac{Z_{d1}}{Z_{d0}}, \quad (15.7)$$

или в абсолютном выражении:

$$\Delta Z_d = Z_{d1} - Z_{d0} = Z_{\text{ч}1} t_{d1} k_{d1} - Z_{\text{ч}0} t_{d0} k_{d0} \quad (15.8)$$

В нашем примере это составит соответственно:

$$I_{Z_d} = \frac{2250 * 7,8 * 1,118}{2000 * 7,9 * 1,128} = 1,1038$$

$$\Delta Z_d = 19620 - 17775 = 1845 \text{ (руб.)}$$

Рассчитаем влияние факторов, исходя из того, что данная модель начинается с качественного (интенсивного) показателя – средней часовой заработной платы.

1. Влияние изменения средней часовой заработной платы на динамику средней дневной заработной платы можно оценить с помощью индекса

$$I_{3_{д(3ч)}} = \frac{3_{ч1} * t_{д1} * k_{д1}}{3_{ч0} * t_{д1} * k_{д1}}, \quad (15.9)$$

$$I_{3_{д(3ч)}} = \frac{2250 * 7,8 * 1,118}{2000 * 7,8 * 1,118} = 1,1250,$$

а в абсолютном выражении:

$$D 3_{д(3ч)} = (3_{ч1} - 3_{ч0}) t_{д1} k_{д1} \quad (15.10)$$

$$\Delta 3_{д(3ч)} = (2250 - 2000) * 7,8 * 1,118 = 2180 \text{ (руб.)}$$

2. Влияние изменения средней продолжительности рабочего дня

$$I_{3_{д(tд)}} = \frac{3_{ч0} * t_{д1} * k_{д1}}{3_{ч0} * t_{д0} * k_{д1}}, \quad (15.11)$$

$$I_{3_{д(tд)}} = \frac{2250 * 7,8 * 1,118}{2000 * 7,9 * 1,118} = 0,9873,$$

а в абсолютном выражении:

$$D 3_{д(tд)} = 3_{ч0} (t_{д1} - t_{д0}) k_{д1} \quad (15.12)$$

$$\Delta 3_{д(tд)} = 2000 * (7,8 - 7,9) * 1,118 = -225 \text{ (руб.)}$$

3. Влияние изменения состава дневного фонда заработной платы (изменения коэффициента доплат к часовому фонду до дневного)

$$I_{3_{д(kд)}} = \frac{3_{ч0} * t_{д0} * k_{д1}}{3_{ч0} * t_{д0} * k_{д0}}, \quad (15.13)$$

$$I_{3_{д(kд)}} = \frac{2000 * 7,9 * 1,118}{2000 * 7,9 * 1,125} = 0,9938,$$

в абсолютном выражении

$$\Delta 3_{д(kд)} = 3_{ч0} t_{д0} (k_{д1} - k_{д0}) \quad (15.14)$$

$$\Delta 3_{д(kд)} = 2000 * 7,9 * (1,116 - 1,125) = -110 \text{ руб.}$$

Общая величина изменения средней дневной заработной платы составит:

$$I_{3д} = I_{3д(3ч)} I_{3д(tд)} I_{3д(kд)} \quad (15.15)$$

в абсолютном выражении:

$$DZ_{\partial} = DI_{3\partial(3ч)} + DZ_{\partial(td)} + DZ_{\partial(k\partial)} \quad (15.16)$$

$$I_{3д} = 1,1250 \times 0,9873 \times 0,9938 = 1,1038;$$

$$\Delta Z_{д} = 2180 - 225 - 110 = 1845 \text{ руб.}$$

Следовательно, в нашем примере наблюдается рост средней дневной заработной платы, который обусловлен ростом средней часовой заработной платы на 12,5 % или 2180 руб. Одновременно наблюдается отрицательное воздействие двух других факторов. Так, за счёт сокращения средней продолжительности рабочего дня в отчётном периоде по сравнению с базисным уровень средней дневной заработной платы снизился на 1,27 % или на 225 руб. Изменение в структуре дневного фонда заработной платы, т.е. уменьшение коэффициента доплат к часовому фонду до дневного, также вызвали уменьшение средней дневной заработной платы на 0,62 % или 110 руб.

Аналогичным образом можно провести факторный анализ изменения средней месячной заработной платы. При этом степень детализации факторов может быть разная:

$$Z_{м} = Z_{\partial} t_{м} k_{м}, \quad (15.17)$$

либо

$$Z_{м} = Z_{\partial} t_{\partial} k_{\partial} t_{м} k_{м}. \quad (15.18)$$

15.3 Статистический анализ динамики средней заработной платы

На практике большое значение имеет анализ динамики средней заработной платы по совокупности предприятий объединения, концерна, отрасли и т.п., либо по совокупности цехов предприятия, либо совокупности отдельных категорий работников предприятия и т.д.

В этих случаях для анализа динамики заработной платы рассчитывается индекс переменного состава по формуле

$$I_{\bar{z}} = \frac{\sum z_1 T_1}{\sum T_1} : \frac{\sum z_0 T_0}{\sum T_0}, \quad (15.19)$$

где z_0, z_1 – средняя заработная плата по элементам изучаемой совокупности соответственно в базисном и отчетном периодах;

T_0, T_1 – среднесписочная численность работников по элементам изучаемой совокупности соответственно в базисном и отчетном периодах;

$Z_0 T_0 = \Phi_0, Z_1 T_1 = \Phi_1$ — фонд заработной платы по элементам изучаемой совокупности соответственно в базисном и отчетном периодах.

Далее проводится факторный анализ и дается количественная оценка влияния отдельных факторов на динамику средней зарплаты в целом по изучаемой совокупности.

Во-первых, оценивается влияние изменения уровня оплаты труда в отдельных структурных звеньях изучаемой совокупности на изменение уровня оплаты труда в целом в среднем по совокупности. Для этих целей рассчитывают индекс фиксированного (постоянного) состава:

$$I_{\bar{z}} = \frac{\sum Z_1 T_1}{\sum T_1} : \frac{\sum Z_0 T_1}{\sum T_1}, \quad (15.20)$$

который чаще используют в виде:

$$I_{\bar{z}} = \frac{\sum_{\text{ф.с.}} Z_1 T_1}{\sum Z_0 T_1}. \quad (15.21)$$

Во-вторых, дается оценка влияния изменений в структуре работников, т.е. в распределении работников с различным уровнем оплаты труда с помощью индекса структурных сдвигов:

$$I_{\bar{z}} = \frac{\sum Z_0 T_1}{\sum T_1} : \frac{\sum Z_0 T_0}{\sum T_0}. \quad (15.22)$$

Учитывая, что между индексами переменного, постоянного состава и структурных сдвигов существует взаимосвязь:

$$I_{\bar{z}} = I_{\bar{z}}^{\text{н.с.}} * I_{\bar{z}}^{\text{ф.с.}}, \quad (15.23)$$

на практике индекс структурных сдвигов чаще определяют как отношение

$$I_{\bar{z}} = \frac{I_{\bar{z}}^{\text{н.с.}}}{I_{\bar{z}}^{\text{ф.с.}}}. \quad (15.24)$$

Например, необходимо определить изменение средней заработной платы рабочих предприятия и выявить, за счет каких факторов сложилось это изменение (цифры условные).

Определим, как изменился уровень средней заработной платы в целом по категории «рабочие» с помощью индекса переменного состава:

$$\bar{I}_{\text{п.с.}} = \frac{543}{1050} : \frac{414}{1000} = 1,2491.$$

Таблица 15.2 – Заработная плата рабочих предприятия

Группы рабочих	Среднесписочная численность, чел.		Фонд зарплаты, млн. руб.		Средн. зарплата, тыс. руб.		З ₀ Т ₁ млн. р.	Доля рабочих, %	
	Базисный период	Отчётн. период	Базисный период	Отчётн. период	Базисный период	Отчётн. период		Базисный период	Отчётн. период
	Т ₀	Т ₁	Ф ₀	Ф ₁	З ₀	З ₁			
Основные рабочие	800	950	360	513	450	540	427,5	80,0	90,5
Вспомог. рабочие	200	100	54	30	270	300	27,0	20,0	9,5
Всего	1 000	1 050	414	543			454,5	100,0	100,0

Рассмотрим факторные индексы:

– индекс постоянного (фиксированного) состава:

$$\bar{I}_{\text{ф.с.}} = \frac{543}{1050} : \frac{454,5}{1050} = 1,1947 ;$$

– индекс структурных сдвигов:

$$\bar{I}_{\text{с.с.}} = \frac{454,5}{1050} : \frac{414}{1050} = 1,04 .$$

Следовательно, в отчётном периоде по сравнению с базисным уровень средней заработной платы рабочих на исследуемом предприятии повысился на 24,91 %. Этот рост был вызван двумя причинами:

- за счет изменения непосредственно оплаты труда (из таблицы 15.2 видно, что средняя зарплата увеличилась и у основных, и у вспомогательных рабочих) уровень средней заработной платы по категории «рабочие» повысился на 19,47 %;

- за счёт увеличения доли основных рабочих (это доказывают две последние графы таблицы 15.2), которые имеют более высокую зарплату, чем вспомогательные, средняя заработная плата по исследуемой совокупности увеличилась на 4,55 %.

15.4 Анализ соотношения динамики производительности труда и средней заработной платы

Между производительностью труда и заработной платой существует определённая зависимость и соотношение. Эта зависимость проявляется в следующем. Во-первых, рост производительности труда является важным источником повышения заработной платы. Во-вторых, правильная организация оплаты труда является одним из возможных факторов роста производительности труда.

Статистика изучает соотношение темпов роста производительности труда и средней заработной платы. Увеличение производительности труда должно опережать повышение средней заработной платы, причём это опережение должно быть оптимальным.

Если темпы роста средней зарплаты ниже темпов роста производительности труда, это значит, что доля заработной платы в общих затратах на производство продукции снижается. Коэффициент опережения роста производительности труда по сравнению с ростом средней зарплаты определяется индексным методом:

$$Kon = \frac{\bar{Iw}}{\bar{Iz}}, \quad (15.25)$$

\bar{Iw} – индекс переменного состава производительности труда;

\bar{Iz} – индекс переменного состава средней заработной платы.

Однако, коэффициент опережения может быть исчислен и по другой формуле, которая получается в результате преобразования первой. Учитывая, что индекс переменного состава производительности труда определяется по формуле:

$$\bar{Iw} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum T_1} : \frac{\sum q_0 p_0}{\sum T_0}, \quad (15.26)$$

а индекс переменного состава средней заработной платы

$$\bar{Iz} = \frac{\sum z_1 T_1}{\sum T_1} : \frac{\sum z_0 T_0}{\sum T_0}, \quad (15.27)$$

можно установить, что коэффициент опережения роста производительности труда по сравнению с ростом средней заработной платы может быть рассчитан:

$$Kon = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_0} : \frac{\sum z_1 T_1}{\sum z_0 T_0} = \frac{I_{qp}}{I_{\phi}}, \quad (15.28)$$

где I_{qp} – индекс объема производства продукции, работ, услуг по совокупности в целом,

I_{ϕ} – индекс фонда заработной платы по совокупности в целом.

Для анализа этого явления рассчитывают также коэффициент эластичности:

$$K_{эл.} = \frac{T_{\bar{z}}}{T_{\bar{w}}}, \quad (15.29)$$

где $T_{\bar{z}}$ – темп прироста средней заработной платы ($T_{\bar{z}} = \bar{Iz} - 1$);

$T_{\bar{w}}$ – темп прироста производительности труда ($T_{\bar{w}} = \bar{Iw} - 1$).

Экономический смысл коэффициента эластичности может быть сформулирован следующим образом: коэффициент эластичности показывает, на сколько процентов изменилась средняя заработная плата при изменении производительности труда на 1 %.

16 СТАТИСТИКА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

1. Показатели наличия и структуры основных средств. Виды оценки основных средств.
2. Показатели состояния и динамики основных средств.
3. Показатели использования основных средств.
4. Статистический анализ динамики использования основных средств.

16.1 Показатели наличия и структуры основных средств. Виды оценки основных средств

Совокупность средств труда на предприятии, которые применяются в нескольких производственных циклах, постепенно изнашиваются и переносят свою стоимость на продукцию по частям в течение всего срока службы, не теряя при этом своей натуральной формы, образует основные средства.

Разнообразие основных средств привело к необходимости их классификации по многим признакам. В статистической отчетности основные средства, в первую очередь, группируются по характеру их участия в процессе производства:

1. Основные средства основного вида деятельности.
2. Основные средства других отраслей, производящих товары.
3. Основные средства других отраслей, оказывающих услуги.

Основные средства основного вида деятельности – это те средства, которые прямо или косвенно принимают участие в создании продукции, оказании услуг, выполнении работ.

Натурально-вещественная классификация этой группы основных средств производится по признаку целевого назначения и выполняемых функций:

- 1) здания;
- 2) сооружения;
- 3) передаточные устройства;
- 4) машины и оборудование, в том числе:
 - силовые машины и оборудование;
 - рабочие машины и оборудование;
 - измерительные и регулирующие устройства, лабораторное оборудование;
 - вычислительная техника;
- 5) транспортные средства;
- 6) инструмент, производственный и хозяйственный инвентарь и принадлежности;
- 7) другие виды основных средств, в том числе:
 - рабочий скот;

- продуктивный скот;
- многолетние насаждения;
- библиотечные фонды.

Удельный вес стоимости указанных групп основных средств в их общем объёме определяет их видовую или технологическую структуру.

Широкое распространение получила группировка основных средств на активную и пассивную части. Изучение соотношения между активной и пассивной частями предполагает дифференцированный подход с учётом специфики отрасли. Отраслевая специфика в данном случае проявляется в том, что одни и те же основные средства в разных отраслях материального производства выполняют различную роль. Например, транспорт в одних отраслях может функционировать как активная часть основных средств, в других – как пассивная.

Необходимо учитывать, что на видовую структуру основных средств оказывает влияние целый ряд факторов и, прежде всего, технический прогресс, формы и методы организации производства, уровень его специализации и т.д.

Основные средства других отраслей, производящих товары, – это средства труда, применяемые в административно обособленных, но числящихся на балансе предприятия структурных подразделениях, производящих товары. Например, теплица на балансе промышленного предприятия будет относиться к основным средствам других отраслей и показываться по строке «основные средства сельского хозяйства».

Основные средства других отраслей, производящих товары, в статистической отчётности имеют отраслевую классификацию:

1. Основные средства промышленности.
2. Основные средства сельского хозяйства.
3. Основные средства лесного хозяйства.
4. Основные средства строительства.
5. Основные средства прочих видов деятельности сферы материального производства.

Основные средства других отраслей, оказывающих услуги, также имеют отраслевую классификацию:

- основные средства обслуживания сельского хозяйства;
- основные средства транспорта;
- основные средства связи;
- основные средства торговли и общественного питания;
- основные средства материально-технического снабжения и сбыта;
- основные средства заготовок;
- основные средства информационно-вычислительного обслуживания;
- основные средства операций с недвижимым имуществом;

- основные средства общей коммерческой деятельности по обеспечению функционирования рынка;
- основные средства геологии, разведки недр, геодезической и гидрометеорологической службы;
- основные средства жилищного хозяйства (в т.ч. жилые здания);
- основные средства коммунального хозяйства;
- основные средства непроизводственных видов бытового обслуживания населения;
- основные средства здравоохранения, физической культуры и социального обеспечения;
- основные средства образования;
- основные средства культуры и искусства;
- основные средства науки и научного обслуживания;
- основные средства прочих отраслей.

В этой группе основных средств учитываются средства непроизводственных отраслей, числящиеся на балансе данного предприятия и предназначенные для удовлетворения культурно-бытовых нужд работников.

Наличие как основных средств в целом, так и отдельных их видов может характеризоваться моментными и средними показателями.

В статистической отчётности приводятся данные о наличии основных средств на начало и конец отчётного года и об их средней годовой стоимости.

В бухгалтерской отчетности приводятся данные о наличии основных средств на конец каждого месяца, а средняя годовая стоимость определяется как средняя хронологическая из месячных данных.

Пример. На 1 января на предприятии имелось основных средств на сумму 2 600 млн. руб. В течение года введено основных средств на сумму: в январе – 40 млн. руб.; в феврале – 120 млн. руб.; в мае – 60 млн. руб.; в июне – 120 млн. руб.; в августе – 20 млн. руб.; в декабре – 100 млн. руб. Одновременно выбыли основные средства: в апреле – на сумму 20 млн. руб.; в июле – 20 млн. руб.; в октябре – 20 млн. руб.

В данных отчётности предприятия будет содержаться следующая информация о наличии основных средств в млн. руб.:

- на начало отчётного периода (1 января) – 2 600;
- на 1 июля – 2 920;
- на 1 февраля – 2 640;
- на 1 августа – 2 900;
- на 1 марта – 2 760;
- на 1 сентября – 2 920;
- на 1 апреля – 2 760;
- на 1 октября – 2 920;

- на 1 мая – 2 800;
- на 1 ноября – 2 900;
- на 1 июня – 2 920;
- на 1 декабря – 2 900;
- на конец отчётного периода – 3 000.

Возможны различные варианты определения среднегодовой стоимости основных средств.

I способ: упрощённый. Он предполагает определение среднегодовой стоимости как полусуммы остатков на начало и конец отчётного года:

$$\frac{2600 + 3000}{2} = 2800 \quad (\text{млн. руб.}).$$

Такой способ расчёта может приводить к существенным неточностям. Эти неточности будут меньше, если процесс поступления и выбытия основных средств равномерен в течение года, и наоборот, если этот процесс неравномерен.

II способ: по средней хронологической

$$\frac{\frac{2600}{2} + 2640 + 2760 + 2760 + 2740 + 2800 + 2920 + 2800 + 2920 + 2920 + 2900 + \frac{3000}{2}}{13-1} = 2830 \quad (\text{млн. руб.})$$

III способ: по формуле

$$\Phi_{cp.} = \Phi_n + \frac{\Phi_n \cdot T_n}{12} - \frac{\Phi_v \cdot T_v}{12},$$

где Φ_n – стоимость основных средств на начало года;

Φ_n, Φ_v – стоимость основных средств соответственно поступивших (введённых) и выбывших в течение года;

T_n – количество месяцев функционирования поступивших (введённых) основных средств;

T_v – количество месяцев, в течение которых не функционировали выбывшие основные средства.

В нашем примере

$$\Phi_{cp.} = 2600 + \frac{40 \cdot 11 + 120 \cdot 10 + 60 \cdot 7 + 120 \cdot 6 + 20 \cdot 4}{12} - \frac{20 \cdot 8 + 20 \cdot 5 + 20 \cdot 2}{12} = 2813,4 \quad (\text{млн. руб.})$$

Видно, что в результатах наблюдается некоторое расхождение из-за различий в расчёте средней. Это различие обусловлено тем, что при

расчёте средней хронологической ввод и выбытие фондов приурочивается к середине месяца, а во второй формуле – к концу периода.

Для анализа наличия и структуры основных средств необходимо знать, в каких оценках они представлены. В практике учёта и статистики применяются несколько видов оценки основных средств:

- полная первоначальная стоимость;
- первоначальная стоимость за вычетом амортизации (остаточная первоначальная стоимость);
- полная восстановительная стоимость;
- восстановительная стоимость за вычетом амортизации (остаточная восстановительная стоимость).

Полная первоначальная стоимость основных средств – это их фактическая стоимость на момент ввода в эксплуатацию, которая включает весь объём затрат на их сооружение и приобретение, а также расходы на транспортировку и монтаж. По этой стоимости основные средства поступают на баланс предприятия, и её величина остаётся неизменной в течение срока их функционирования.

Полная восстановительная стоимость определяется как стоимость воспроизводства основных средств в новом виде в современных условиях. Различие между первоначальной и восстановительной стоимостями основных средств зависит от изменения цен на их отдельные элементы. Оценка основных средств по восстановительной стоимости позволяет унифицировать основные средства, введённые в разные периоды.

Первоначальная стоимость за вычетом амортизации (остаточная стоимость) определяется как разность между полной первоначальной стоимостью и стоимостью износа, которая уже перенесена на продукцию в ходе функционирования основных средств.

Восстановительная стоимость за вычетом амортизации определяется путём умножения полной восстановительной стоимости, полученной в результате переоценки основных средств, на коэффициент их износа.

16.2 Показатели состояния и динамики основных средств

Наиболее полное представление о наличии и динамике (поступлении и выбытии) основных средств даёт баланс основных средств. Баланс основных средств может составляться по первоначальной и остаточной стоимостям.

В том случае, если баланс составляется по первоначальной стоимости, в его основе лежит равенство

$$\Phi_n + \Phi_n = \Phi_g + \Phi_k, \quad (16.1)$$

где Φ_n, Φ_k – первоначальная стоимость основных средств соответственно на начало и конец отчётного периода;

Φ_n – первоначальная стоимость поступивших основных средств;

Φ_g – первоначальная стоимость выбывших основных средств.

Если же баланс составляется по остаточной стоимости, то в его основе лежит следующее равенство:

$$\Phi'_n + \Phi'_n = \Phi'_k + \Phi'_g + A, \quad (16.2)$$

где Φ'_n, Φ'_k – соответственно остаточная стоимость основных средств на начало и конец отчётного периода;

Φ'_n – остаточная стоимость поступивших основных средств;

Φ'_g – остаточная стоимость выбывших основных средств;

A – сумма амортизационных отчислений.

Баланс основных средств строится на данных формы № 1-ф (ОС) «Отчёт о наличии и движении основных средств и других внеоборотных активов». Эта информация доводится до органов государственной статистики в следующем виде (таблица 16.1).

По этим данным рассчитывают показатели, характеризующие движение основных средств в целом и по отдельным их группам (видам).

Основными характеристиками движения основных средств являются коэффициент выбытия и коэффициент поступления, которые могут рассчитываться как общие, так и частные.

Коэффициент поступления (общий) определяется отношением стоимости всех поступивших за отчётный период основных средств к их стоимости на конец отчётного периода:

$$K_{\text{пост.}} = \frac{\Phi_n}{\Phi_k}. \quad (16.3)$$

Для более развёрнутой характеристики поступления основных средств часто используют коэффициент обновления:

$$K_{\text{обн.}} = \frac{\Phi_n^{\text{нов.}}}{\Phi_k}, \quad (16.4)$$

где $\Phi_n^{\text{нов.}}$ – стоимость вновь введённых (новых) основных средств в отчётном периоде.

Таблица 16.1 – Фрагмент формы № 1-ф (ОС) «Отчет о наличии и движении основных средств»

Показатели	Наличие на начало года		Поступило в отчетном году		Выбыло в отчетном году		Наличие на конец года		Сумма амортизации, начисленная за год	Стоимость на конец года без последней переоценки			
	Первоначальная стоимость	Остаточная стоимость	ВСЕГО	Из них	ВСЕГО	Из них	Восстановительная стоимость	Остаточная стоимость		Первоначальная	Остаточная		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Всего основных средств													
Основные средства основного вида деятельности													
Т.д.													
...													

Коэффициент обновления далее конкретизируется на:
коэффициент обновления активной части

$$K_{\text{обн.акт.}} = \frac{\Phi_n^{\text{нов.акт.}}}{\Phi_k}, \quad (16.5)$$

где $\Phi_n^{\text{нов.акт.}}$ - стоимость вновь введенных (новых) основных средств, относящихся к их активной части.

коэффициент обновления пассивной части

$$K_{\text{обн.пас.}} = \frac{\Phi_n^{\text{нов.пас.}}}{\Phi_k}, \quad (16.6)$$

где $\Phi_n^{\text{нов.пас.}}$ - стоимость вновь введенных (новых) основных средств, относящихся к их пассивной части.

К показателям характеристики поступления основных средств относится также и коэффициент дооценки:

$$K_{\text{дооц.}} = \frac{\Phi_n^{\text{дооц.}}}{\Phi_k}, \quad (16.7)$$

где $\Phi_n^{\text{дооц.}}$ - сумма дооценки основных средств.

Он также детализируется на коэффициент дооценки активной части и коэффициент дооценки пассивной части.

Для характеристики выбытия основных средств рассчитывают коэффициент выбытия (общий) как отношение стоимости всех выбывших за отчетный период основных средств к их стоимости на начало отчетного периода:

$$K_{\text{выб.}} = \frac{\Phi_v}{\Phi_n}. \quad (16.8)$$

В качестве частных характеристик выбытия основных средств могут быть использованы:

- коэффициент выбытия по причине продажи другим предприятия:

$$K_{\text{выб.}}^{\text{прод.}} = \frac{\Phi_v^{\text{прод.}}}{\Phi_n}, \quad (16.9)$$

где $\Phi_v^{\text{прод.}}$ - стоимость основных средств, выбывших по причине продажи;

– коэффициент выбытия из-за ветхости и износа:

$$K_{\text{выб.}}^{\text{изм.}} = \frac{\Phi_{\text{в}}^{\text{изм.}}}{\Phi_{\text{н}}}, \quad (16.10)$$

где $\Phi_{\text{в}}^{\text{изм.}}$ - стоимость основных средств, выбывших по причине износа.

Кроме того, могут быть рассчитаны коэффициенты выбытия активной и пассивной части основных средств, коэффициенты уценки, в т.ч. активной и пассивной части и т.д.

Показателями движения основных средств являются также коэффициент замены основных средств

$$K_{\text{з.}} = \frac{\Phi_{\text{в}}}{\Phi_{\text{н}}} \quad (16.11)$$

и рассчитываемый на его основе коэффициент расширения

$$K_{\text{р.}} = 1 - K_{\text{з.}} \quad (16.12)$$

Для характеристики состояния основных средств используются показатели:

- коэффициент износа;
- коэффициент годности.

Коэффициент износа исчисляется на определённую дату (как правило, на начало или конец отчётного года) и представляет собой выраженное в % отношение суммы амортизации основных средств к их полной стоимости:

$$K_{\text{изн.}} = \frac{A}{\Phi}. \quad (16.13)$$

Сумма износа в данном случае представляет собой разность между полной и остаточной стоимостью.

Коэффициент годности отражает долю неизношенной части основных средств и определяется как разность

$$K_{\text{год.}} = 1 - K_{\text{изн.}} \quad (16.14)$$

Может быть использован и другой вариант расчёта коэффициента годности: отношение остаточной стоимости основных средств к их полной стоимости.

В экономических исследованиях необходимо учитывать, что такая характеристика состояния основных средств является достаточно условной, т.к. реальный физический износ может происходить

неравномерно во времени, а амортизационные отчисления производятся по постоянным нормам.

16.3 Показатели использования основных средств

Для повышения эффективности производства большое значение имеет не только техническое совершенство применяемых средств труда, технологии, но и рациональное использование имеющихся средств труда, т.е. основных средств.

Для определения уровня использования основных средств вычисляют ряд показателей. К основным из них относятся:

- фондоотдача (f);
- фондоёмкость (f_e);
- фондовооружённость труда (f_b).

Наиболее обобщённым показателем эффективности использования основных средств является фондоотдача. Уровень фондоотдачи на предприятиях исчисляется как

$$f = \frac{qp}{\Phi}, \quad (16.15)$$

где qp – объём продукции, работ, услуг в стоимостном выражении;
 Φ – среднегодовая стоимость основных средств.

Например, объём товарной продукции на предприятии составил за 1 год 650 млн. руб., а среднегодовая стоимость основных средств 325 млн. руб. В этом случае уровень фондоотдачи на предприятии равен

$$f = \frac{650}{325} = 2 \text{ руб.},$$

т.е. на предприятии с каждого рубля основных средств получают 2 руб. продукции.

Кроме общего показателя фондоотдачи, могут быть рассчитаны показатели:

- отдача активной части основных средств

$$f' = \frac{qp}{\Phi'}, \quad (16.16)$$

где Φ' - среднегодовая стоимость активной части основных средств;
- машиноотдача

$$f'' = \frac{qp}{\Phi''}, \quad (16.17)$$

где Φ'' – среднегодовая стоимость активной части основных средств;
- амортизация-отдача

$$f_A = \frac{qP}{A}, \quad (16.18)$$

где A – сумма начисленной амортизации.

Наряду с фондоотдачей в статистике вычисляют её обратную величину – фондоёмкость. Этот показатель выражает стоимость основных средств на 1 руб. продукции, работ, услуг:

$$f_e = \frac{1}{f} = \frac{\Phi}{qP}. \quad (16.19)$$

По приведенному ранее примеру $f_e = \frac{325}{650} = 0,5$ руб., т.е. на каждый рубль товарной продукции требуется 0,5 руб. основных средств.

Данный показатель используется при реконструкции предприятий, при проектировании новых предприятий, когда требуется знать, сколько нужно основных средств в стоимостном выражении, чтобы выработать данный объём продукции и услуг.

Аналогично фондоотдаче показатель фондоемкости конкретизируется:

- фондоемкостью активной части

$$f'_e = \frac{\Phi'}{qP}; \quad (16.20)$$

- машиноемкостью

$$f''_e = \frac{\Phi''}{qP}; \quad (16.21)$$

- амортизациоемкостью

$$f''_{eA} = \frac{A}{qP}. \quad (16.22)$$

Выпуск продукции и услуг предприятий зависит от вооружённости труда рабочих основными средствами.

Общий показатель вооружённости основными средствами – фондовооружённость труда – определяется путём деления среднегодовой стоимости основных средств на среднесписочную численность промышленно-производственного персонала:

$$f_s = \frac{\Phi}{T}. \quad (16.23)$$

Он показывает, сколько основных средств приходится на одного работника в год.

Чем выше вооружённость труда основными средствами, тем выше его производительность. Оба эти показателя функционально связаны с фондоотдачей:

$$f = \frac{W}{f_{\phi}}. \quad (16.24)$$

Характеристика фондовооружённости труда на предприятии может быть охарактеризована с помощью ряда других показателей:

– фондовооружённость труда рабочих

$$f_{\phi} = \frac{\Phi}{T_{\text{раб.}}}, \quad (16.25)$$

где Φ – среднегодовая стоимость основных средств;

$T_{\text{раб.}}$ – среднесписочная численность рабочих;

– техновооружённость труда

$$f'_{\phi} = \frac{\Phi'}{T_{\text{раб.}}}, \quad (16.26)$$

где Φ' – среднегодовая стоимость активной части основных средств;

– машиновооружённость труда

$$f''_{\phi} = \frac{\Phi''}{T_{\text{раб.}}}, \quad (16.27)$$

где Φ'' – среднегодовая стоимость производственного оборудования.

Учитывая, что показатель объёма производства (q_p) не характеризует эффективность производственно-хозяйственной деятельности, в последнее время в качестве показателя эффективности использования основных средств применяется показатель рентабельности (прибыльности, доходности) основных средств:

$$R_{\phi} = \frac{\Pi}{\Phi}, \quad (16.28)$$

где Π – прибыль.

Фондоотдача, фондоёмкость, фондорентабельность являются обобщающими показателями использования основных средств, т.к. характеризуют уровень использования всех в совокупности взятых групп основных средств.

Кроме обобщающих, существуют частные показатели, характеризующие использование отдельных групп основных средств. Наиболее распространёнными являются показатели использования производственного оборудования (см. раздел 17).

16.4 Статистический анализ динамики использования основных средств

В статистическом анализе уровня использования основных средств широко применяется индексный метод. Индекс фондоотдачи по предприятию (по группе предприятий) вычисляется по формуле

$$I_f = \frac{\sum q_1 P_1}{\sum \Phi_1} : \frac{\sum q_0 P_0}{\sum \Phi_0}. \quad (16.29)$$

Например, определим индекс фондоотдачи в отчётном году по сравнению с базовым на объединении в составе трёх предприятий (таблица 16.2).

Таблица 16.2 – Анализ динамики фондоотдачи по объединению (цифры условные)

№ п/п	Объём продукции, работ, услуг, млн. руб.		Среднегодовая стоимость основных средств, млн. руб.				Фондоотдача, руб.		Индивидуальный индекс фондоотдачи	$i_f \Phi_1$
			Базисный год		Отчётный год					
	Базисный год	Отчётный год	Всего осн. ср-в	В т.ч. активн.	Всего осн. ср-в	В т.ч. активн.	Базисный год	Отчётный год		
$q_0 P_0$	$q_1 P_1$	Φ_0	Φ'_0	Φ_1	Φ'_1	$f_0 = \frac{q_0 P_0}{\Phi_0}$	$f_1 = \frac{q_1 P_1}{\Phi_1}$	$i_f = f_1 / f_0$		
	10000	9600	2000	1200	2000	1200	5,0	4,8	0,9600	1920
	8400	12400	1400	770	2000	1200	6,0	6,2	1,0333	2067
	14000	12500	2800	1400	2500	1000	5,0	5,0	1,0000	2500
Итого:	$\sum q_0 P_0 = 32400$	$\sum q_1 P_1 = 34500$	$\sum \Phi_0 = 6200$	$\sum \Phi'_0 = 3370$	$\sum \Phi_1 = 6500$	$\sum \Phi'_1 = 3400$				$\sum i_f \Phi_1 = 6487$

$$I_f = \frac{34500}{6500} : \frac{32400}{6200} = 1,0156,$$

т.е. средний уровень фондоотдачи по объединению увеличился на 1,56 %.

В абсолютном выражении изменение фондоотдачи составило:

$$\Delta f = \frac{\sum q_1 P_1}{\sum \Phi_1} - \frac{\sum q_0 P_0}{\sum \Phi_0}, \quad (16.30)$$

Проведение факторного анализа динамики фондоотдачи, т.е. выявление факторов, влияющих на фондоотдачу, может идти по трём направлениям.

Первое направление анализа в качестве факторных признаков выделяет:

- 1) изменение объёма продукции, работ, услуг;
- 2) изменение стоимости основных средств, т.е. факторов, формирующих уровень фондоотдачи.

При этом влияние первого фактора оценивается с помощью индекса:

$$\Delta \bar{f}_{(qp)} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \Phi_0} : \frac{\sum q_0 p_0}{\sum \Phi_0} \quad (16.31)$$

либо в абсолютном выражении:

$$\Delta \bar{f}_{(qp)} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \Phi_0} - \frac{\sum q_0 p_0}{\sum \Phi_0} . \quad (16.32)$$

Оценка влияния второго фактора производится по формуле индекса:

$$I_{\bar{f}(\phi)} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \Phi_1} : \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \Phi_0} \quad (16.33)$$

или в абсолютном выражении:

$$\Delta \bar{f}_{(\phi)} = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \Phi_1} - \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \Phi_0} . \quad (16.34)$$

В нашем примере изменение уровня фондоотдачи под воздействием изменения объёма продукции, работ, услуг составило:

$$I_{\bar{f}(qp)} = \frac{34500}{6200} : \frac{32400}{6200} = 1,0648 \quad (+6,48 \%),$$

или на $\Delta \bar{f}_{(qp)} = \frac{34500}{6200} - \frac{32400}{6200} = 0,339 \text{ (руб.)} .$

В свою очередь, изменение среднегодовой стоимости основных средств вызвало изменение фондоотдачи на

$$I_{\bar{f}(\Phi)} = \frac{34500}{6500} : \frac{34500}{6200} = 0,9538 \text{ } (-4,62 \%),$$

$$\text{или на } \Delta \bar{f}_{(\Phi)} = \frac{34500}{6500} - \frac{32500}{6200} = -0,527 \text{ (руб.)}.$$

Следовательно, фондоотдача в объединении возросла в отчётном периоде по сравнению с базисным за счёт роста объёма продукции, работ, услуг на 6,48 % или на 0,339 руб. Одновременно увеличение стоимости основных средств вызвало падение уровня фондоотдачи на 4,62 % или на 0,257 руб.

Необходимо учитывать, что между рассмотренными индексами существует взаимосвязь: $I_f = I_{f(\text{qp})} * I_{f(\Phi)}$, а в свою очередь $\Delta f = \Delta f_{(\text{qp})} + \Delta f_{(\Phi)}$.

Второе направление анализа учитывает, что индекс фондоотдачи рассчитывается по группе предприятий, входящих в состав объединения (отрасли), либо по группе цехов, входящих в состав предприятия и т.д., то есть речь идёт об изменении среднего уровня фондоотдачи по совокупности, состоящей из структурных элементов. Это означает, что индекс

$$I_f = \frac{\sum q_1 p_1}{\sum \Phi_1} : \frac{\sum q_0 p_0}{\sum \Phi_0} = \frac{\bar{f}_1}{\bar{f}_0} \quad (16.35)$$

может быть назван индексом переменного состава и исчислен по формуле

$$I_{f.n.c.} = \frac{\sum f_1 \Phi_1}{\sum \Phi_1} : \frac{\sum f_0 \Phi_0}{\sum \Phi_0} = \frac{\bar{f}_1}{\bar{f}_0} \quad (16.36)$$

Очевидно, что результат получается идентичный, т.е. в нашем примере равный 1,0156.

Из теории статистики известно, что индекс переменного состава объединяет влияние двух факторов:

1) изменения качества работы структурных звеньев совокупности в части использования основных средств, т.е. изменения фондоотдачи по структурным звеньям исследуемой совокупности;

2) изменения структуры совокупности, т.е. доли основных средств отдельных предприятий в общей стоимости основных средств совокупности (фактор структурных сдвигов).

Для оценки влияния первого фактора рассчитывается индекс постоянного (фиксированного) состава

$$I_{\bar{f}\phi.c.} = \frac{\sum f_1 \Phi_1}{\sum \Phi_1} : \frac{\sum f_0 \Phi_0}{\sum \Phi_1} . \quad (16.37)$$

На практике этот индекс часто определяют по формуле

$$I_{f\phi.c.} = \frac{\sum i_f \Phi_1}{\sum \Phi_1} , \quad (16.38)$$

которая идентична индексу Струмилина.

Результаты получаются одинаковые независимо от метода расчёта:

$$I_{f\phi.c.} = \frac{6487}{6500} = 0,9980 .$$

Влияние второго фактора исследуется с помощью индекса структурных сдвигов, определяемого по формуле

$$I_{\bar{f}c.c.} = \frac{\sum f_0 \Phi_1}{\sum \Phi_1} : \frac{\sum f_0 \Phi_0}{\sum \Phi_0} \quad \text{или} \quad \frac{I_{\bar{f}n.c.}}{I_{\bar{f}\phi.c.}} .$$

В нашем примере $I_{\bar{f}c.c.} = \frac{1,0156}{0,9980} = 1,0176 \quad (+1,76 \%) .$

Следовательно, средний уровень фондоотдачи по объединению повышается в отчётном году по сравнению с базовым на 1,56%. Это увеличение было вызвано структурными сдвигами: расширение доли второго предприятия с более высоким уровнем фондоотдачи, чем на первом и третьем, привело к увеличению фондоотдачи по объединению на 1,76%. Вместе с тем, падение уровня фондоотдачи на первом предприятии не компенсировалось ростом фондоотдачи второго предприятия и привело к снижению фондоотдачи по объединению на 0,2%.

Третье направление анализа учитывает структуру основных средств. В изучении динамики фондоотдачи может быть использована следующая двухфакторная модель:

$$\bar{f} = \bar{f}' * \bar{d}' , \quad (16.39)$$

где $f' = \frac{\sum qP}{\sum \Phi'}$ – фондоотдача активной части основных средств;
 $\sum \Phi'$ – стоимость активной части основных средств;

$$\bar{d}' = \frac{\sum \Phi'}{\sum \Phi} \quad - \quad \text{доля активной части основных средств в общей}$$

стоимости.

Для оценки влияния изменения доли активной части на динамику фондоотдачи по совокупности используется индекс:

$$I_{\bar{f}(d)} = \frac{\bar{f}'_0 \bar{d}'_1}{\bar{f}'_1 \bar{d}'_0}, \quad (16.40)$$

что в абсолютном выражении составляет

$$\Delta \bar{f}_{(d)} = \bar{f}'_0 \bar{d}'_1 - \bar{f}'_1 \bar{d}'_0. \quad (16.41)$$

Влияние изменения отдачи активной части на динамику фондоотдачи оценивается с помощью индекса

$$I_{\bar{f}(f')} = \frac{\bar{f}'_1 \bar{d}'_1}{\bar{f}'_0 \bar{d}'_1} \quad (16.42)$$

или в абсолютном выражении:

$$\Delta \bar{f}_{(f')} = \bar{f}'_1 \bar{d}'_1 - \bar{f}'_0 \bar{d}'_1. \quad (16.43)$$

В нашем примере:

$$d'_0 = \frac{\sum \Phi'_0}{\sum \Phi_0} = \frac{3370}{6200} = 0,5435 ; \quad d'_1 = \frac{\sum \Phi'_1}{\sum \Phi_1} = \frac{3400}{6500} = 0,5231 ;$$

$$\bar{f}'_0 = \frac{\sum q_0 P_0}{\sum \Phi'_0} = \frac{32400}{3370} = 9,6142 ; \quad \bar{f}'_1 = \frac{\sum q_1 P_1}{\sum \Phi'_1} = \frac{34500}{3400} = 10,1471 .$$

Тогда получаем следующее влияние факторов:

1) влияние изменения доли активной части:

$$I_{\bar{f}(d')} = \frac{9,6142 * 0,5231}{9,6142 * 0,5435} = 0,9625 \quad (-3,75 \%), \text{ а}$$

$$\Delta \bar{f}'_{(d')} = 9,6142 * 0,5231 - 9,6142 * 0,5435 = -0,196 \quad (\text{руб.});$$

2) влияние изменения отдачи активной части:

$$I_{\bar{f}(f')} = \frac{10,147 * 0,5231}{9,6142 * 0,5231} = 1,0554 \quad (+5,54 \%), \text{ или}$$

$$\Delta f'_{(d')} = 10,1471 * 0,5231 - 9,6142 * 0,5231 = 0,278 \text{ (руб.)}.$$

Совокупность влияния двух факторов:

$$I_{\tilde{f}(d)} I_{\tilde{f}(f')} = 0,9625 * 1,0554 = 1,0156.$$

$$\Delta \Delta f'_{(d)} + \Delta f'_{(f')} = -0,196 + 0,278 = +0,082 \text{ (руб.)}.$$

Таким образом, рост фондоотдачи по объединению обусловлен увеличением отдачи основных средств. За счёт этого фактора уровень фондоотдачи повысился на 5,54 % или на 0,278 руб. Вместе с тем, изменение доли активной части в общей стоимости основных средств привело к падению уровня фондоотдачи на 3,75 % или на 0,196 руб.

В анализе фондоотдачи для изучения факторов, формирующих ее уровень и динамику, могут быть использованы мультипликативные модели

$$f = f'' * d'' * d', \quad (16.44)$$

где d'' – доля машин и оборудования в стоимости активной части основных средств;

d' – доля активной части в общей стоимости основных средств.

По аналогии могут быть составлены мультипликативные модели фондоемкости

$$f_e = f_e'' : d'' : d' \quad (16.45)$$

и фондовооруженности

$$f_e = f_e'' : d'' : d'. \quad (16.46)$$

Набор факторов и вид мультипликативных моделей могут быть и иными.

Так, например, в [1] предлагается мультипликативная модель фондорентабельности:

$$R_\phi = R_{p.n.} * K_p * f, \quad (16.47)$$

где $R_{p.n.}$ – рентабельность реализованной продукции;

K_p – коэффициент реализации (отношение стоимости реализованной продукции к стоимости произведенной (товарной) продукции).

17 СТАТИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ

1. Статистика энергетического оборудования.
2. Статистика производственного оборудования.
 - 2.1. Классификация производственного оборудования.
 - 2.2. Категория численности производственного оборудования.
 - 2.3. Показатели использования производственного оборудования.

17.1 Статистика энергетического оборудования

Энергетическое (силовое) оборудование – это машины и оборудование по производству различных видов энергии (механической, электрической, тепловой) из природных ресурсов, а также по преобразованию одних видов энергии в другие.

В состав энергетического оборудования входят:

- 1) оборудование, генерирующее энергию (паровые котлы, атомные реакторы, электрогенераторы, а также тепловые, водяные, ветряные и другие двигатели);
- 2) оборудование, преобразующее энергию (трансформаторы, выпрямители, преобразователи);
- 3) оборудование, передающее энергию (ЛЭП);
- 4) оборудование, потребляющее энергию (электромоторы, электроаппараты).

На предприятиях промышленности состав энергетического оборудования (без учета оборудования электростанций) представлен механическими и электрическими двигателями и электроаппаратами. Ведется учет его наличия и состояния аналогично учету наличия и состояния основных средств в целом (разделы 16.1, 16.2).

В качестве показателей использования энергетического оборудования применяют:

- 1) коэффициент экстенсивной нагрузки

$$K_{\text{экст.}} = \frac{\text{время фактической работы энергоустановки}}{\text{календарное время}};$$

- 2) коэффициент интенсивной нагрузки

$$K_{\text{инт.}} = \frac{\text{средняя фактическая мощность}}{\text{максимально длительная мощность}},$$

где средняя фактическая мощность определяется отношением выработанной энергии к отработанному времени, а максимально длительная мощность – это эффективная мощность, с которой двигатель

может работать в течение длительного периода времени без угрозы аварии;

3) коэффициент интегральной нагрузки

$$K_{интегр.} = K_{экт} * K_{инт}. \quad (17.1)$$

Имеется значительная специфика в показателях использования электростанций. К числу наиболее часто употребляемых относятся:

1) установленная мощность ГЭС – это сумма мощностей всех установленных электрогенераторов;

2) установленная мощность ТЭС – сумма номинальных мощностей принятых в эксплуатацию паровых и газовых турбин, паровых машин, механических двигателей, предназначенных для выработки электроэнергии;

3) располагаемая электрическая мощность электростанции – разница между установленной мощностью и ограничениями, связанными с износом оборудования, качеством топлива и т.п.;

4) средняя (среднегодовая) установленная мощность, определяемая в тех случаях, когда был ввод или демонтаж оборудования

$$\overline{M_{уст}} = \frac{\sum M_{устi} \cdot D_i}{\sum D_i}, \quad (17.2)$$

где D_i – число календарных дней между изменениями мощности ($\sum D_i = 365$ (366) дней);

5) рабочая мощность – это мощность электростанции, которая может быть использована фактически, т.е. сумма электрической нагрузки и резервной мощности;

6) максимум электрической мощности – это наибольшая зарегистрированная измерительными приборами нагрузка, которую электростанция несла в отчетном году (не менее чем 0,5 часа);

7) КПД тепловых электростанций – это показатель, учитывающий КПД всех процессов, составляющих производство электроэнергии:

- КПД процесса выработки пара в котельной – $KPD_{кот}$;

- КПД передачи пара через паропровод в машинный зал – $KPD_{перед}$;

- КПД машинного зала или КПД генерации электрической энергии – $KPD_{м.з.}$

$$KPD_{ТЭС} = KPD_{кот.} * KPD_{перед.} * KPD_{м.з.}$$

17.2 Статистика производственного оборудования

17.2.1 Классификация производственного оборудования

Прежде всего, необходимо отметить, что в настоящее время нет единой классификации производственного оборудования в статистическом учете.

Любая классификация предполагает группировку элементов по каким-либо признакам и подчинена определенной цели. Классификация производственного оборудования должна дать ответы на вопросы о том, в чем заключаются конструктивные и технологические особенности машин (оборудования), где оно применяется или может применяться, насколько оно технически совершенно, в каком состоянии находится и на многие другие. Следовательно, при построении классификации производственного оборудования в ее основе необходимо положить систему признаков, позволяющих всестороннее характеризовать производственное оборудование.

Однако, как показала практика планирования и статистики, образуемые при этом группы не создают обоснованную и логически законченную классификацию, в которой применялась бы система последовательно развивающихся признаков.

Вследствие сказанного, вместо единой классификации в настоящее время применяется несколько классификаций, каждая из которых отвечает требованиям тех или иных задач статистики.

Прежде всего, производится классификация производственного оборудования по его роли в производственном процессе:

1) специализированное технологическое оборудование (такое оборудование, которое предназначено для выпуска основной продукции в конкретной отрасли: швейные, трикотажные машины, вязальные автоматы и т.п.);

2) общепромышленное оборудование (это оборудование многоотраслевого назначения, токарные, фрезерные станки можно встретить не только на металлообрабатывающих предприятиях, но и на предприятиях легкой промышленности и бытового обслуживания населения. Причем в бытовом обслуживании населения они могут использоваться и для ремонта швейных машин, трикотажных и других).

Большое значение для учета и статистики имеет классификация по способу воздействия на предметы труда. Исходя из этого признака все производственное оборудование делится на следующие три группы:

- 1) механическое,
- 2) термическое,
- 3) химическое.

К механическому относят оборудование, при использовании которого воздействие на предмет труда осуществляется путем

механических операций (металлорежущие станки, ткацкие станки, швейные машины, другие виды оборудования).

Термическое оборудование – воздействие на предмет труда осуществляется путем создания определенного температурного режима, т.е. воздействие температурой (домны, мартены – в металлургической промышленности, сушильные установки – в обувной промышленности, в кожевенной и т.п.).

Химическое оборудование – воздействие на предмет труда осуществляется с помощью или посредством химических реакций (например, отделка ткани, отделка кожи и т.п.).

По уровню автоматизации все производственное оборудование может быть разделено на:

- а) автоматическое;
- б) полуавтоматическое;
- в) автоматические линии;
- г) оборудование с ЧПУ.

Классификация по техническому состоянию предполагает его разделение на технически годное и износившееся, либо на исправное, требующее капитального ремонта и подлежащее списанию.

Классификация по возрастным группам (по срокам службы) предполагает выделение трех групп:

- 1) до 5 лет;
- 2) от 5 до 10 лет;
- 3) свыше 10 лет.

В разрезе данной классификации ведется расчет среднего возраста оборудования.

Например, необходимо определить средний срок швейного оборудования.

Таблица 17.1 – Распределение оборудования по возрасту

Виды оборудования	Всего	В т.ч. по возрасту, лет		
		до 5	5–10	10 и более
Универсальные швейные машины	60	20	30	10
Специальные швейные машины	10	2	5	3
Прессы	5	2	3	-

Определяем средний возраст каждой группы оборудования по формуле средневзвешенной арифметической из интервального ряда.

Средний возраст универсальных машин

$$\frac{2,5 * 20 + 7,5 * 30 + 12,5 * 10}{60} = 6,67 \text{ лет,}$$

специальных машин

$$\frac{2,5 * 2 + 7,5 * 5 + 12,5 * 3}{10} = 8,0 \text{ лет,}$$

прессов

$$\frac{2,5 * 2 + 7,5 * 3}{5} = 5,5 \text{ лет.}$$

Следовательно, средний возраст всего оборудования

$$\frac{6,67 * 60 + 8,00 * 10 + 5,5 * 5}{60 + 10 + 5} = \frac{400 + 80 + 27,5}{75} = 6,77 \text{ лет.}$$

По происхождению оборудование делят на отечественное и импортное.

По степени технического совершенства предлагаются различные варианты, в т.ч.

- технически совершенное;
- недостаточно совершенное;
- устаревшее.

Существуют и другие классификационные признаки.

17.2.2 Категории численности производственного оборудования

Представления о наличии, составе, движении, состоянии и использовании производственного оборудования можно получить только на основе учета его численности и мощности.

В практике статистического учета различают следующие категории численности производственного оборудования:

- наличное оборудование;
- установленное оборудование;
- заправленное оборудование;
- работающее оборудование;
- простое оборудование.

Наличное оборудование. К нему относится все оборудование, которое числится в инвентарных списках, т.е. принято на баланс предприятия. При этом учитывают оборудование независимо от места его нахождения (т.е. в цехах, на складах) и независимо от его состояния (в работе, в ремонте и т.д.) Необходимо только отметить, что в состав

наличного оборудования не включается лишь то оборудование, которое уже оплачено предприятием и принадлежит ему, но еще находится в пути.

Установленное оборудование – это оборудование, которое находится в цехах, смонтированное на фундамент, или временно снятое для капитального ремонта или модернизации.

Заправленное оборудование (например, в трикотажной промышленности, в текстильной, а следовательно, и в индивидуальном изготовлении трикотажных изделий) – это оборудование, которое уже заправлено сырьем и предназначено для работы в соответствии с планом производства продукции.

Работающее оборудование – это оборудование, которое фактически работает (или отработало) в данный период (не менее 15 мин в смену).

Количество работающего оборудования определяют вычитанием из заправленного (или установленного), находящегося в плановом ремонте простоя оборудования.

Простойное оборудование – установленное оборудование, которое по плану должно было работать, но фактически не работало. В его состав входит также оборудование, которое находится во внеплановом ремонте.

Причины простоев оборудования можно подразделить на три группы:

1. По технологическим причинам или технологические причины, т.е. обусловленные самой технологией.

Например: на трикотажной машине вырабатывается трикотажное полотно. После наработки определенных размеров полотна машина останавливается, чтобы снять наработанную продукцию.

Или второй пример: выключение пресса для его перезаправки.

Перерывы по технологическим причинам незначительны во времени. На них установлены нормативы, их включают в нормировочную карту при определении нормы выработки на 1 машину или на 1 рабочего, а также расценки на единицу продукции. Эти простои дополнительно не учитываются. Однако периодически необходимо контролировать их величину.

2. По техническим причинам.

Данные простои существуют для поддержания технического состояния оборудования посредством остановов оборудования на чистку, смазку согласно графику, на текущий, средний и капитальный ремонт и т.п. На предприятиях есть графики планово-предупредительного ремонта, согласно которым и осуществляются указанные остановки оборудования.

Необходимо отметить, что эти простои учитывают по мере их свершения. Они достаточно продолжительны: час, день и более. Мастер

заполняет рапорт о простое с указанием номера станка, причины, продолжительности простоя.

Эти простои также учитываются при составлении плана производства продукции.

Их оплачивают работникам, обслуживающим оборудование, в размере 100 % тарифной ставки.

3. Простои по организационным причинам.

Это простои, которые вызваны плохой организацией производства: недостатки сырья, полуфабрикатов, энергии, отсутствие рабочей силы.

Данный вид простоев не планируется. Однако ведется их учет по фактическому свершению. Они оплачиваются в размере 50 % тарифной ставки.

Кроме рассмотренных нами категорий численности оборудования, в литературных источниках используется понятие резервное оборудование – это установленное исправное оборудование, которое числится в резерве (оно устанавливается по нормативам по решению организаций).

Учитывая все сказанное, можно следующим образом показать связь категорий численности производственного оборудования:



Рисунок 17.1 – Категории численности оборудования

17.2.3 Показатели использования производственного оборудования

Степень использования производственного оборудования характеризуется следующими показателями:

- коэффициент экстенсивного использования оборудования ($K_{\text{экт.}}$);
- коэффициент интенсивного использования оборудования ($K_{\text{интенс.}}$);
- коэффициент интегрального использования оборудования ($K_{\text{интегр.}}$).

Коэффициент экстенсивного использования оборудования характеризует степень использования производственного оборудования во времени, т.е. учитывает фактор времени работы оборудования.

Коэффициент интенсивного использования оборудования характеризует степень использования производственного оборудования по его мощности, т.е. по производительности.

Для обобщающей характеристики использования производственного оборудования по времени и по производительности (мощности) исчисляют коэффициент интегрального использования оборудования.

Так, если выпуск продукции в натуральном выражении мы обозначили q , то

$$q = M_y * T * K_{p.o.} * П, \quad (17.3)$$

где M_y – установлено станков (машин);

T – время работы одного станка (машины) в год, час.;

$$T = D * t * K_{см}, \quad (17.4)$$

где D – количество рабочих дней в году,

t – продолжительность смены,

$K_{см}$ – коэффициент сменности, т.е. число смен работы,

$K_{p.o.}$ – коэффициент работающего оборудования;

$$K_{p.o.} = \frac{100 - a}{100}, \quad (17.5)$$

где a – процент простоя, резервного и находящегося в плановом ремонте (% неработающего оборудования);

$П$ – производительность одного станка (машины), шт./час.

Тогда, учитывая, что M_y , T , $K_{p.o.}$ являются экстенсивными факторами, т.е. учитывают использование оборудования во времени,

можно записать следующее выражение для определения коэффициента экстенсивного использования оборудования:

$$K_{экт} = \frac{M_{y1} * T_1 * K_{p.o.1}}{M_{y0} * T_0 * K_{p.o.0}}, \quad (17.6)$$

где $M_{y1}, T_1, K_{p.o.1}$ – показатели отчетного периода;

$M_{y0}, T_0, K_{p.o.0}$ – максимально возможные либо плановые показатели.

Так как производительность станка (машины) является интенсивным фактором, т.е. характеризует интенсивность использования оборудования, то коэффициент интенсивного использования оборудования может быть исчислен как

$$K_{интенс.} = \frac{P_1}{P_0}, \quad (17.7)$$

где P_1 – фактическая производительность станка (машины);

P_0 – паспортная, либо плановая производительность.

В свою очередь коэффициент интегрального использования оборудования определяется как

$$K_{интегр.} = K_{эктенс.} * K_{интенс.} \quad (17.8)$$

или

$$K_{интегр} = \frac{M_{y1} * T_1 * K_{p.o.1} * P_1}{M_{y0} * T_0 * K_{p.o.0} * P_0} = \frac{q_1}{q_0}, \quad (17.9)$$

$$K_{интегр.} = Iq = \frac{q_1}{q_0}. \quad (17.10)$$

К показателям использования производственного оборудования также относятся:

- коэффициент использования парка оборудования, который представляет собой отношение числа единиц работающего оборудования к числу единиц установленного либо наличного оборудования;

- коэффициент сменности ($K_{см}$), который показывает, сколько смен в среднем работает каждая единица оборудования. Он может определяться по работающему оборудованию как отношение фактически отработанных машино-смен к фактически отработанным машино-дням или ко всему установленному оборудованию, т.е. максимально возможному числу машино-дней работы.

Если, например, за месяц общее количество установленных в цехе машино-дней 2000, в т.ч. отработанных машино-дней – 1118, а число

отработанных машино-смен – 2410, то Ксм работающего оборудования равен $2410 : 1118 = 2,16$, а установленного – $2420 : 2000 = 1,21$.

Ксм можно вычислить и по данным сплошного суточного наблюдения за временем работы и бездействия оборудования. Так, если в день обследования оборудования из 40 единиц, установленных в цехе, 5 единиц работало в одну смену и 30 – в две, то Ксм установленного оборудования составит

$$\frac{5*1 + 30*2}{40} = 1,62.$$

Витебский государственный технологический университет

18 СТАТИСТИКА МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

1. Статистическое изучение обеспеченности материальными ресурсами.
2. Статистический анализ динамики удельных расходов.
3. Статистическое изучение объема прямых материальных затрат и материалоемкости продукции.
4. Материальные балансы.

18.1 Статистическое изучение обеспеченности материальными ресурсами

Производственный процесс предполагает сочетание трех элементов: предметов труда, средств труда и живого труда. В соответствии с этим рассматривают материальные ресурсы, трудовые ресурсы, финансовые ресурсы и т.д.

В литературе под материальными ресурсами чаще всего подразумеваются материальные ценности, включающие в себя сырье, материалы, в том числе комплектующие изделия конструкции и детали, топливо, тару, запчасти, инструмент, хозяйственный инвентарь. Параллельное использование терминов «материальные ресурсы» и «производственные запасы» вызывает необходимость дополнения последних такими структурными элементами, как незавершенное производство, полуфабрикаты собственного производства, готовая продукция.

Так как запасы материальных ценностей являются основным источником материальных ресурсов, изучение обеспеченности материальными ресурсами предполагает использование таких терминов, как «текущие», «подготовительные», «страховые и сезонные запасы», вкладывая в эти понятия следующее:

текущие – это запасы материальных ценностей, необходимые для бесперебойной деятельности организаций: ежедневного отпуска сырья, материалов, топлива и т.п. в производство, ежедневной отгрузки продукции;

подготовительные – это запасы сырья и материалов, создаваемые в связи с необходимостью их предварительной подготовки перед использованием в производственном процессе;

страховые – это запасы, которые должны обеспечить бесперебойную производственную деятельность в случаях возникновения проблем в поставках материальных ценностей;

сезонные – это запасы, которые связаны с сезонными колебаниями в производстве, чаще всего сырья, а также с сезонностью потребления определенных видов ресурсов при производстве продукции, работ, услуг.

В большинстве случаев рекомендуется измерение запасов материальных ценностей в абсолютных величинах запасов в денежном или натуральном выражении, а также в днях (исходя из их среднесуточного расхода). Наличие запасов в денежном выражении характеризуется либо на дату, либо в среднем за отчетный период.

В случае использования для анализа обеспеченности материальными ресурсами средних показателей, средние материальные запасы ($MЗ$) могут быть определены следующим образом:

1 вариант:

$$\overline{MЗ} = \frac{MЗ_{н.п.} + MЗ_{к.п.}}{2}, \quad (18.1)$$

где $MЗ_{н.п.}$, $MЗ_{к.п.}$ – материальные запасы соответственно на начало и конец периода.

2 вариант:

$$\overline{MЗ} = \frac{\frac{MЗ_1}{2} + MЗ_2 + MЗ_3 + \dots + \frac{MЗ_n}{2}}{n-1}, \quad (18.2)$$

где $MЗ_1, MЗ_2, \dots, MЗ_n$ – материальные запасы на дату (интервалы времени между соседними датами равны);

n – число дат;

3 вариант:

$$\overline{MЗ} = \frac{\sum MЗ_i * f_i}{\sum f_i}, \quad (18.3)$$

где $MЗ_i$ ($MЗ_1, MЗ_2, MЗ_3, \dots, MЗ_n$) – материальные запасы на дату (интервалы времени между соседними датами не равны);

f_i – число интервалов времени с уровнем материальных запасов $MЗ_i$ (при этом $\sum f_i = n - 1$).

В свою очередь, при анализе обеспеченности материальными ресурсами в днях ($Од$) может быть использована формула

$$Од = \overline{MЗ}_{н.п.} : \overline{p}, \quad (18.4)$$

где \overline{p} – среднесуточный расход данного вида материальных запасов.

Так как среднесуточный расход может быть рассчитан исходя их общего расхода за период (P) и числа календарных дней в периоде (D), эта формула может принять вид

$$MЗ_{н.п.} : \frac{P}{Д} = \frac{MЗ_{н.п.} * Д}{P}. \quad (18.5)$$

18.2 Статистический анализ динамики удельных расходов

Удельными расходами называют расход определенного вида материальных ресурсов на производство единицы продукции.

На предприятиях изучаются уровень и динамика удельных расходов материальных ресурсов. Показатели удельного расхода рассчитываются по данным о производстве продукции (q) и затратах материальных ресурсов в натуральном выражении:

$$m = \frac{M}{q}, \quad (18.6)$$

где M – общий расход материала;

q – количество продукции, при производстве которой был использован материал данного вида.

Индекс удельного расхода позволяет сделать вывод о том, какие изменения произошли в удельном расходе за отчетный период (m_i) по сравнению с базисным (m_0) или нормой ($m_{норм.}$):

$$I_m = \frac{m_1}{m_0}, \quad (18.7)$$

$$I_m = \frac{m_1}{m_{норм.}}, \quad (18.8)$$

$$I_m = \frac{M_1}{q_1} : \frac{M_0}{q_0}, \quad (18.9)$$

где I_m – индекс удельного расхода материала данного вида при производстве единицы конкретного вида продукции.

В случаях, когда один вид материала расходуется на производство нескольких видов продукции, исчисляют индекс, характеризующий среднее изменение удельных расходов по всем учтенным видам продукции:

$$I_m = \frac{\sum q_1 m_1}{\sum q_1 m_0}, \quad (18.10)$$

где q_1 – количество фактически произведенных единиц продукции каждого вида;

m_0 и m_1 – удельные расходы материала данного вида на производство каждого вида продукции в базисном и отчетном периодах.

Для анализа изменения удельных расходов материалов данного вида на производство одного вида продукции, выпускаемой на разных предприятиях, в разных цехах, исчисляют индекс средних норм расходов (индекс переменного состава):

$$I_{\bar{m}.c.} = \frac{\sum q_1 m_1}{\sum q_1} : \frac{\sum q_1 m_0}{\sum q_1} . \quad (18.11)$$

Тогда при исследовании факторов изменения среднего удельного расхода оценивается влияние:

а) изменения норм расходов (удельных расходов) на отдельных предприятиях (цехах) с помощью индекса фиксированного состава

$$I_{\bar{m}.ф.с.} = \frac{\sum q_1 m_1}{\sum q_1} : \frac{\sum q_1 m_0}{\sum q_1} ; \quad (18.12)$$

б) изменения доли продукции отдельного предприятия (цеха) в общем объеме продукции – с помощью индекса структурных сдвигов

$$I_{\bar{m}.с.р.} = \frac{\sum q_1 m_0}{\sum q_1} : \frac{\sum q_0 m_0}{\sum q_0} . \quad (18.13)$$

Для характеристики использования различных видов материалов на производство одного вида продукции применяется сводный индекс удельных расходов. В этом случае вместо натурального берется денежное измерение затрат (в сопоставимых ценах)

$$I_m = \frac{\sum m_1 p_0}{\sum m_0 p_0} , \quad (18.14)$$

где p – цена единицы материала.

И наконец, в тех случаях, когда необходимо проанализировать использование материальных ресурсов при условии, что разные виды материальных ресурсов используются на различные виды продукции, применяют общий индекс материальных затрат:

$$I_m = \frac{\sum q_1 m_1 p'_1}{\sum q_0 m_0 p'_0} , \quad (18.15)$$

где p'_0 , p'_1 – цена единицы материала соответственно в базисном и отчетном периодах.

Данный индекс показывает, на сколько процентов изменились материальные затраты.

В абсолютном выражении изменение величины материальных затрат в целом по изучаемой совокупности определяется как $\Delta M = \Sigma q_1 m_1 p'_1 - \Sigma q_0 m_0 p'_0$.

Исчислив общий индекс материальных затрат, можно судить о том, как выполнен план, наблюдалась экономия или перерасход (при этом: если ΔM со знаком "+", то перерасход, если с "-" – то экономия).

Далее проводится факторный анализ динамики материальных затрат.

При проведении факторного анализа оценивается:

1) влияние изменения объема выпускаемой продукции или оказываемых услуг в натуральном выражении на степень изменения материальных затрат

$$I_{(q)} = \frac{\Sigma q_1 m_0 p'_0}{\Sigma q_0 m_0 p'_0}, \quad (18.16)$$

в абсолютном выражении это влияние оценивается как

$$\Delta M_{(q)} = \Sigma q_1 m_0 p'_0 - \Sigma q_0 m_0 p'_0; \quad (18.17)$$

2) влияние изменения удельного расхода материалов на изменение суммы материальных затрат

$$I_{(m)} = \frac{\Sigma q_1 m_1 p'_0}{\Sigma q_1 m_0 p'_0}. \quad (18.18)$$

Данный индекс является основным индексом материальных затрат, т.к. дает характеристику изменения удельного расхода материалов. Если изменение физического объема является неизбежным фактором изменения материальных затрат, не характеризующим эффективность их использования, то изменение удельного расхода – именно тот фактор, с помощью которого предприятие может и должно добиваться экономии материальных ресурсов. Более того, это основной фактор снижения материалоемкости продукции.

Абсолютное изменение суммы материальных затрат под воздействием изменения удельного расхода материалов определяется как

$$\Delta M_{(m)} = \Sigma q_1 m_1 p'_0 - \Sigma q_1 m_0 p'_0; \quad (18.19)$$

3) влияние изменения цен на материалы на сумму материальных затрат:

$$I_{(p)} = \sum q_1 m_1 p'_1 - \sum q_1 m_1 p'_0 \quad (18.20)$$

или в абсолютном выражении: $\Delta M_{(p)} = \sum q_1 m_1 p'_1 - \sum q_1 m_1 p'_0$.

Связь названных индексов: $I_m = I_{(q)} \cdot I_{(m)} \cdot I_{(p)}$.

В абсолютном выражении: $\Delta M = \Delta M_{(q)} + \Delta M_{(m)} + \Delta M_{(p)}$.

Например, используя индексный метод, необходимо определить, как выполнен план по материальным затратам на предприятии и за счет каких факторов сложился перерасход или экономия материальных ресурсов.

Таблица 18.1 – Выполнение плана по материальным затратам

№ цеха	План			Отчет			Материальные затраты, тыс. руб.		$q_1 m_0 p_0$	$q_1 m_1 p_0$
	Выпуск продукции, ед.	Норма расхода, м ²	Цена за м ² , тыс. руб.	Выпуск продукции, ед.	Норма расхода, м ²	Цена за м ² , тыс. руб.				
							q_0	m_0	p_0	q_1
Цех №1	50	3,0	40	70	2,8	45	6000	8820,0	8400	7840
Цех №2	40	3,5	50	32	3,6	48	7000	5529,6	5600	5760
							13000	14349,6	14000	13600

Определим, как выполнен план в целом по материальным затратам (по двум цехам):

$$I_m = \frac{\sum q_1 m_1 p'_1}{\sum q_0 m_0 p'_0} = \frac{14349,6}{13000} = 1,1038 \quad (+10,38 \%)$$

В абсолютном выражении: $\Delta M = 14349,6 - 13000 = 1349,6$ (тыс. руб.).

Таким образом, наблюдается перерасход материальных затрат на 10,38 %, что в абсолютном выражении составило 1349,6 тыс. руб.

Факторный анализ:

1. Определяем влияние изменения объема выпуска продукции в натуральном выражении на общую сумму материальных затрат:

$$I_{(q)} = \frac{\sum q_1 m_0 p'_0}{\sum q_0 m_0 p'_0} = \frac{14000}{13000} = 1,0769 \quad (+7,69 \%)$$

или в абсолютном выражении:

$$\Delta M_{(q)} = \sum q_1 m_0 p'_0 - \sum q_0 m_0 p'_0 = 14000 - 13000 = 1000 \text{ тыс. руб.}$$

2. Определяем влияние изменения норм расхода материалов на изменение величины материальных затрат:

$$I_{(m)} = \frac{\sum q_1 m_1 p'_0}{\sum q_1 m_0 p'_0} = \frac{13600}{14000} = 0,9714 \quad (-2,86 \%)$$

в абсолютном выражении:

$$\Delta M_{(m)} = \sum q_1 m_1 p'_0 - \sum q_1 m_0 p'_0 = 13600 - 140000 = -400 \text{ руб.}$$

3. Определяем влияние изменения оптовых цен на материалы на сумму материальных затрат:

$$I_{(p)} = \frac{\sum q_1 m_1 p'_1}{\sum q_1 m_1 p'_0} = \frac{14349,6}{13600} = 1,0551 \quad (+5,51 \%)$$

в абсолютном выражении:

$$\Delta M_{(p')} = \sum q_1 m_1 p'_1 - \sum q_1 m_1 p'_0 = 14349,6 - 13600 = +749,6 \text{ тыс. р.}$$

$$\text{Связь индексов: } I_m = I_{(q)} I_{(m)} I_{(p)} = 1,0769 \cdot 0,9714 \cdot 1,0551 = 1,1038.$$

Абсолютное изменение материальных затрат составило:

$$\Delta M = \Delta M_{(q)} + \Delta M_{(m)} + \Delta M_{(p)} = 1000 - 400 + 749,6 = 1349,6 \text{ тыс. руб.}$$

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о хорошей работе предприятия, т.к., несмотря на общий перерасход материальных ресурсов, удельный расход снижался, что вызвало экономию в размере 2,86 % или 400 тыс. руб. Перерасход материальных затрат вызван увеличением объема выпуска продукции и ростом цен на материалы.

18.3 Статистическое изучение объема прямых материальных затрат и материалоемкости продукции

Прямые материальные затраты – это те материальные затраты, которые могут быть непосредственно (прямым путем) отнесены на затраты по производству конкретных видов продукции, работ, услуг. Общий объем прямых материальных затрат на весь выпуск продукции определяется как

$$MЗ = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m q_i \cdot m_{ij} \cdot p_j^*, \quad (18.21)$$

где q_i – количество продукции i -го вида ($i = 1, 2 \dots n$);

m_{ij} – удельный расход сырья или материалов j -го вида ($j = 1, 2 \dots m$) на производство единицы продукции i -го вида;

p_j^* – цена единицы сырья или материалов j -го вида.

Двойное суммирование означает суммирование и по видам продукции, и по видам материальных затрат. Подразумевая двойное суммирование, для более удобного воспроизведения формул в дальнейшем допустим следующее упрощение:

$$MЗ = \sum qmp^* . \quad (18.22)$$

Тогда общее измерение прямых материальных затрат в отчетном периоде по сравнению с базисным либо с планом может быть оценено как

$$\Delta MZ = \sum q_1 m_1 p_1^* - \sum q_0 m_0 p_0^* . \quad (18.23)$$

Авторами [1] рекомендуется при изучении общего объема прямых материальных затрат исследовать влияние следующих факторов:

а) физического объема произведенной продукции

$$\Delta MZ_{(q)} = I_q \sum q_0 m_0 p_0^* - \sum q_0 m_0 p_0^* , \quad (18.24)$$

где I_q – индекс физического объема, определенный по формуле

$$I_q = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} , \quad (18.25)$$

где p_0 – цена единицы продукции i -го вида в базисном периоде;

б) структуры продукции:

$$\Delta MZ_{(cmp.)} = \sum q_1 m_0 p_0^* - I_q \sum q_0 m_0 p_0^* ; \quad (18.26)$$

в) удельных расходов сырья и материалов:

$$\Delta MZ_{(m.)} = \sum q_1 m_1 p_0^* - \sum q_1 m_0 p_0^* ; \quad (18.27)$$

г) цен на сырье и материалы:

$$\Delta MZ_{(p'.)} = \sum q_1 m_1 p_1 - \sum q_1 m_0 p_0 . \quad (18.28)$$

В результате

$$\Delta MZ = \Delta MZ_{(q)} + \Delta MZ_{(cmp.)} + \Delta MZ_{(m)} + \Delta MZ_{(p'.)} . \quad (18.29)$$

В экономической практике для анализа эффективности использования материальных ресурсов наибольшее распространение получил показатель материалоемкости продукции, определяемый отношением общей суммы материальных затрат, выраженной в действующих ценах, к общему объему производства продукции в действующих ценах без налогов из выручки

$$M_e = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n q_i * m_{ij} * p'_j}{\sum_{i=1}^n q_i p_i} . \quad (18.30)$$

Следовательно, материалоемкость продукции отчетного периода может быть рассчитана как

$$M_{e1} = \frac{\sum q_1 m_1 p'_1}{\sum q_1 p_1}; \quad (18.31)$$

а базисного соответственно

$$M_{e0} = \frac{\sum q_0 m_0 p'_0}{\sum q_0 p_0}. \quad (18.32)$$

Разность $\Delta M_e = M_{e1} - M_{e0}$ характеризует измерение уровня материалоемкости продукции в отчетном периоде по сравнению к принятой базе сравнения.

Рекомендуется [1] исследование в качестве факторов формирования материалоемкости состава продукции, удельных расходов сырья и материалов, цен на сырье и материалы, цен на продукцию. Оценку влияния этих факторов предложено давать в абсолютном выражении. В соответствии с этим общая схема факторного анализа материалоемкости продукции должна выглядеть следующим образом:

1) исследуется влияние изменения состава продукции (объема и структуры)

$$\Delta M_{e \begin{smallmatrix} (q+стр.) \\ сост.прод. \end{smallmatrix}} = \frac{\sum q_1 m_0 p'_0}{\sum q_1 p_0} - \frac{\sum q_0 m_0 p'_0}{\sum q_0 p_0}; \quad (18.33)$$

2) исследуется влияние изменения удельных расходов сырья и материалов

$$\Delta M_{e(m)} = \frac{\sum q_1 m_1 p'_0}{\sum q_1 p_0} - \frac{\sum q_1 m_0 p'_0}{\sum q_1 p_0}; \quad (18.34)$$

3) определяется влияние изменения цен на сырье и материалы

$$\Delta M_{e(p')} = \frac{\sum q_1 m_1 p'_1}{\sum q_1 p_0} - \frac{\sum q_1 m_1 p'_0}{\sum q_1 p_0}; \quad (18.35)$$

4) анализируется влияние изменения цен на продукцию

$$\Delta M_{e(p)} = \frac{\sum q_1 m_1 p'_1}{\sum q_1 p_1} - \frac{\sum q_1 m_1 p'_0}{\sum q_1 p_0} \quad (18.36)$$

Следовательно,

$$\Delta M_e = \Delta M_{e(\text{сост.прод.})} + \Delta M_{e(m)} + \Delta M_{e(p')} + \Delta M_{e(p)} \quad (18.37)$$

В статистической отчетности предприятий (форма 4-ф (затраты)) приводится информация о материальных затратах по элементам:

- сырье и материалы (СМ);
- полуфабрикаты (ПФ);
- работы и услуги сторонних организаций (РУ);
- топливо (Т);
- энергия (Э);
- прочие (Пр).

Опираясь на эту информацию, можно построить аддитивную зависимость

$$\frac{MЗ}{\sum qp} = \frac{MЗ}{S} = \frac{СМ}{S} + \frac{ПФ}{S} + \frac{РУ}{S} + \frac{T}{S} + \frac{Э}{S} + \frac{Пр}{S}, \quad (18.38)$$

где $S = \sum qp$ – объем производства продукции в действующих ценах.

В свою очередь, мультипликативная зависимость материальных затрат от материалоемкости:

$$MЗ = S * M_e. \quad (18.39)$$

Следовательно, изменение общей величины материальных затрат составит:

$$I_{MЗ} = \frac{S_1 * M_{e1}}{S_0 * M_{e0}} \quad (18.40)$$

или в абсолютном выражении

$$\Delta MЗ = S_1 M_{e1} - S_0 M_{e0}. \quad (18.41)$$

В том числе, за счет изменения объема производства

$$I_{MЗ(S)} = \frac{S_1 M_{e0}}{S_0 M_{e0}} \quad (18.42)$$

или

$$\Delta MЗ_{(S)} = (S_1 - S_0) * M_{e0}, \quad (18.43)$$

а за счет материалоемкости продукции

$$I_{MЗ(M_e)} = \frac{S_1 M_{e1}}{S_1 M_{e0}} \quad (18.44)$$

или $\Delta MZ_{(M_e)} = (M_{e1} - M_{e0}) * S_1$.

Последняя составляющая ($\Delta MZ_{(M_e)}$) может быть конкретизирована в том числе:

- за счет сырья и материалов

$$\Delta MZ_{(CM)} = \left(\frac{CM_1}{S_1} - \frac{CM_0}{S_0} \right) * S_1, \quad (18.45)$$

- за счет полуфабрикатов

$$\Delta MZ_{(ПФ)} = \left(\frac{ПФ_1}{S_1} - \frac{ПФ_0}{S_0} \right) * S_1, \quad (18.46)$$

- за счет работ и услуг сторонних организаций

$$\Delta MZ_{(PY)} = \left(\frac{PY_1}{S_1} - \frac{PY_0}{S_0} \right) * S_1, \quad (18.47)$$

- за счет топлива

$$\Delta MZ_{(T)} = \left(\frac{T_1}{S_1} - \frac{T_0}{S_0} \right) * S_1, \quad (18.48)$$

- за счет энергии

$$\Delta MZ_{(Э)} = \left(\frac{Э_1}{S_1} - \frac{Э_0}{S_0} \right) * S_1, \quad (18.49)$$

- за счет прочих материальных затрат

$$\Delta MZ_{(Пр)} = \left(\frac{Пр_1}{S_1} - \frac{Пр_0}{S_0} \right) * S_1. \quad (18.50)$$

18.4 Материальные балансы

Материальные (топливные, энергетические) балансы представляют собой основной источник информации о наличии и движении сырья, материалов, топлива, энергии. В данном случае производится балансировка производства, распределения и использования отдельных видов материальных ресурсов.

Например, материальный баланс в промышленности может иметь следующий вид:

Таблица 18.2 – Примерная форма материального баланса

Ресурсы	Распределение ресурсов
Остаток на начало периода	Потреблено на промышленно-производственные нужды
Произведено	Потреблено на капитальное строительство
Импорт	Израсходовано на непроизводственные нужды
Прочие ресурсы	Отчислено другим отраслям
	Экспорт
	Прочие расходы
	Остаток на конец периода
Баланс (итого ресурсов)	Баланс (итого распределено ресурсов)

Топливные, энергетические балансы имеют свои особенности.

Так, основными особенностями топливных балансов можно назвать следующие:

- топливные балансы составляются по каждому виду топлива в натуральных единицах (нефть, уголь, торф, нефтепродукты в тоннах; газ, дрова – в кубических метрах), а сводные – в условно-натуральных единицах (тоннах условного топлива, исходя из теплотворной способности);

- приходная часть баланса включает первичное топливо и вторичное топливо, получаемое при переработке первичных ресурсов;

- расходная часть баланса предусматривает подразделение потребления топлива по основным направлениям: топливо для отопления и освещения; топливо, потребленное как сырье и т.д.

19 СТАТИСТИКА НАУКИ И ИННОВАЦИЙ

1. Показатели инновационной деятельности.
2. Показатели обновления промышленной продукции.
3. Статистическая оценка концентрации (монополизации и демонополизации) производства.

19.1 Показатели инновационной деятельности

В последние годы в стране наблюдается особое внимание к развитию инновационных процессов в целом по республике, в отдельных ее регионах, в отдельных организациях (предприятиях). Удовлетворение потребностей общества в информации о развитии инновационных процессов потребовало определенных усилий органов государственной статистики, в результате чего введена годовая форма статистической отчетности форма №1-нт (инновация) «Отчет об инновационной деятельности организации». Она является обязательной для юридических лиц и обособленных подразделений, основной вид деятельности которых – производство промышленной продукции (кроме отчитывающихся по форме №1-МП).

Развитие науки, активизация инновационной деятельности приводят к появлению новой техники, новых технологий, что, в свою очередь, позволяет повышать конкурентоспособность продукции, экономить ресурсы, повышать эффективность производства в целом.

Инструкцией по заполнению вышеуказанной формы № 1-нт (инновация) определена сущность основных категорий: технологическая инновация, продуктовая инновация, процессная инновация.

Так под технологической инновацией рекомендуется понимать «деятельность организации, связанную как с разработкой, так и с внедрением технологически новых продуктов и процессов, методов их производства (передачи), а также значительных технологических усовершенствований».

В связи с тем, что в промышленности выделяются два типа инноваций – продуктовые и процессные – определена сущность продуктовых инноваций как «разработка и внедрение технологически новых и технологически усовершенствованных продуктов», а процессных – как «разработка и внедрение технологически новых или технологически значительно усовершенствованных производственных методов, включая методы передачи продуктов».

Множество научных исследований, проводимых в РБ и за рубежом, посвящено исследованию вопросов влияния инновационной деятельности на различные стороны жизнедеятельности страны, регионов, организаций. Предложены разные подходы к

количественному измерению этого влияния, в том числе и группой исследователей под руководством автора данного пособия.

Вместе с тем, для соответствия содержания учебного пособия в типовой программе курса мы ссылаемся на точку зрения авторов [6] и приводим показатели инновационной деятельности в заимствованной редакции. Анализ предложенной системы показателей инновационной деятельности позволил представить их следующей схемой (рис. 19.1).

Несмотря на развернутость и логичность предложенной системы показателей, она не лишена сомнений. На современном этапе постоянно развивается методология оценки инновационной деятельности и, в связи с этим, не все одинаково трактуют, например, понятие наукоемкой продукции и методику исчисления уровня наукоемкости продукции. Весьма трудоемкой будет работа по исчислению прибыли от инновационной деятельности и т.п.

Годовой отчет по форме №1-нт (инновация) содержит раздел VIII «Результаты инновационной деятельности», в котором организации должны оценить степень влияния результатов инновационной деятельности по шкале:

- «0» – воздействие отсутствует;
- «1» – низкая степень воздействия;
- «2» – средняя степень воздействия;
- «3» – высокая степень воздействия.

Оценка ведется по показателям:

- замена снятой с производства устаревшей продукции (услуг);
- улучшение качества продукции, услуг;
- сохранение и расширение новых рынков сбыта;
- создание новых рынков сбыта;
- обеспечение соответствия современным правилам и стандартам;
- повышение гибкости производства и внутреннего коммерческого процесса;
- рост производственных мощностей;
- сокращение затрат на заработную плату;
- сокращение материальных затрат;
- сокращение энергозатрат;
- снижение загрязнения окружающей среды;
- улучшение условий труда.

19.2 Показатели обновления промышленной продукции

Разработка и внедрение новой и усовершенствованной продукции составляет основу продуктовых инноваций.

По определению Национального статистического комитета, «технологически новый продукт – это продукт, чьи технологические характеристики (функциональные признаки, конструктивные

выполнения, дополнительные операции, а также состав применяемых материалов и компонентов) или предполагаемое использование принципиально новые или существенно отличаются от аналогичных ранее производимых продуктов».

На приведенной схеме (рис. 19.1) объем и доля новой продукции отнесены к обобщающим показателям результатов инновационной деятельности.

Существует мнение, что следует использовать в качестве частных характеристик инновационной деятельности удельных вес новейшей, ранее не производимой в стране продукции и средний возраст выпускаемой продукции.

Особого внимания заслуживает последний показатель, так как на его основе представляется возможность:

- а) получить информацию о степени новизны всей продукции;
- б) учесть дифференциацию продукции по периодам ее освоения (например, не могут быть одинаковыми с точки зрения новизны изделия, освоенные производством в прошлом году, 3 года назад и 10 лет назад).

Вместе с тем, для определения этого показателя необходимо проведение специальных обследований, так как ни текущий, ни бухгалтерский, ни статистический учет не обеспечивают нас такой информацией. В будущем имеет смысл при организации аналитического учета готовой продукции (при присвоении номенклатурного номера определенному виду продукции) предусмотреть определенные позиции кода (номера), указывающие год начала производства этой продукции.

Средний возраст продукции определяется по формуле средней арифметической взвешенной

$$\bar{t} = \frac{\sum t_i * S_i}{\sum S_i}, \quad (19.1)$$

где S_i – объем производства готовых изделий (без налогов из выручки), освоенных в i -ом году;

$\sum S_i$ – объем производства готовых изделий (без налогов из выручки) отчетного года;

t_i – число лет, прошедших с года освоения данной продукции до отчетного года (возраст или возрастной коэффициент продукции).

Допустим, что в результате статистического наблюдения получены следующие данные о распределении продукции отчетного 2006 года по периодам освоения (таблица 19.1). Необходимо учесть, что в данном случае объем производства готовой продукции ($\sum S_i$) не совпадает с показателем производства продукции, работ, услуг, так как

учитывает из всего объема производства только готовую продукцию (см. состав показателя в разделе 12).

Таблица 19.1 – Исходная информация для расчета среднего возраста продукции (цифры условные)

Годы освоения продукции, выпускаемой в отчетном году	Объем продукции в отпускных ценах (без налогов из выручки) млн. руб. S_i	Возрастной коэффициент t_i	Удельный вес продукции данного года освоения в общем объеме производства отчетного года, % d_i	$t_i \cdot S_i$	$t_i \cdot d_i$
1	2	3	4	5	6
2006	120300	0	27,8	0	0
2005	91400	1	21,1	91400	21,1
2004	82200	2	19,0	164400	38,0
2003	58700	3	13,6	176100	40,8
2002	24200	4	5,6	96800	22,4
2001	15800	5	4,6	99000	23,0
2000	16400	6	3,8	98400	22,8
1999	7300	7	1,7	51100	11,9
1998	8600	8	1,9	68800	15,2
1997	2500	9	0,6	22500	5,4
1996 и ранее	1200	10	0,3	12000	3,0
Объем производства готовой продукции отчетного года	432600		$\sum d_i = 100$	$\sum t_i S_i = 880500$	$\sum t_i d_i = 203,6$

Средний возраст продукции в нашем примере

$$\bar{t} = \frac{\sum t_i * S_i}{\sum S_i} = \frac{880500}{432600} = 2,04 \text{ года.}$$

Аналогичный результат можно получить, используя для расчета среднего возраста продукции формулу

$$\bar{t} = \frac{\sum t_i * d_i}{\sum d_i}, \quad (19.2)$$

где d_i – удельный вес (доля) продукции, освоенной производством в i -том периоде в общем объеме готовой продукции отчетного периода.

В нашем примере

$$\bar{t} = \frac{203,6}{100} = 2,04 \text{ года.}$$

В анализе могут быть использованы и другие показатели, расчет которых возможен по данным приведенной таблицы. Например, доля продукции, освоенной в последние 2 или последние 3 года, и т.д.

19.3 Статистическая оценка концентрации (монополизации и демополизации) производства

Развитие рыночной экономики, как показывает зарубежный опыт, сопровождается одновременным ускорением двух противоположных процессов:

во-первых, монополизация рынка в силу концентрации производства и усиления крупнейших производителей;

во-вторых, создание конкуренции и демополизация рынка в силу быстрого развития малого и среднего бизнеса.

В основе статистического изучения процессов концентрации (монополизации и демополизации) заложена дифференциация предприятия по размерам. В свою очередь, в качестве основных показателей размера предприятия принимаются:

- объем производства продукции;
- стоимость основных средств,
- численность работающих.

Мировая и отечественная практика выработала множество показателей для количественного измерения уровня концентрации. Несмотря на их разнообразие, расчет всех этих показателей основан на статистических группировках по указанным признакам.

Самым простым и обзримым в статистических публикациях Министерства статистики и анализа РБ является коэффициент концентрации, представляющий собой долю фиксированного числа (по отраслям промышленности – трех, четырех, шести и восьми) предприятий, ранжированных по какому-либо признаку (соответственно по удельному весу производимой продукции).

Несложным по трудоемкости расчетов является и коэффициент концентрации Герфинделя

$$Kr = \sum d_i^2, \quad (19.3)$$

где d_i – доля данной группы предприятий по группировочному признаку.

Предельное значение коэффициента Герфинделя – единица: чем ближе к единице, тем выше уровень концентрации (монополизации).

Например, имеются сведения о распределении предприятий отрасли по объему произведенной продукции (таблица 19.2).

Полученное значение $K_g = 0,2434$ свидетельствует о невысоком уровне концентрации.

Таблица 19.2 – Исходные данные и промежуточные расчеты для определения коэффициентов концентрации

Группы предприятий по объему продукции, млн. руб.	Число предприятий в группе, % к итогу X	Объем продукции группы, % к итогу Y	d_i^2	Кумулятивные относительные числа U_k (%)	XU (%)	X_{Uk} (%)	Кумулятивные относительные числа X_k (%)	X_k U_{k+1}	X_{k+1} U_k	$X_k U_k$	X_k^2
	28	5	0,0025	5	140	140	28	0,0532	0,0260	0,0140	0,0784
	24	14	0,0196	19	336	456	52	0,2444	0,1558	0,0988	0,2704
	30	28	0,0784	47	840	1410	82	0,6314	0,4606	0,3854	0,6724
	16	30	0,0900	77	480	1232	98	0,9800	0,7700	0,7546	0,9604
	2	23	0,0529	100	46	200	100			1,0000	1,0000
Итого	100	100	0,2434		$\sum XU = 1842$	$\sum X_{Uk} = 3438$		1,9090	1,4124	2,2528	2,9816

Коэффициент концентрации Маслова-Пасхавера предполагает более сложный расчет, осуществленный по формуле

$$K_{M-P} = \frac{5000 - \left(\frac{1}{2} \sum XU + \sum X_{Uk} \right)}{50(100 - X_n)}, \quad (19.4)$$

где X – доля данной группы по числу предприятий, %;

Y – доля данной группы по группировочному признаку, %;

U_k – кумулятивное относительное число (кумулятивная доля группы по группировочному признаку), %;

X_n – доля последней группы по числу предприятий, %.

Для нашего примера коэффициент концентрации Маслова-Пасхавера будет иметь значение

$$K_{M-P} = \frac{5000 - \left(\frac{1842}{2} + 3438 \right)}{50(100 - 2)} = 0,1308.$$

Кроме рассмотренных коэффициентов, об уровне концентрации можно судить по значениям еще двух коэффициентов:

- коэффициенту концентрации Джини

$$K_{Дж} = \sum X_{ki} X_{ki+1} - \sum X_{ki+1} Y_{ki},$$

где X_{ki} , X_{ki+1} – соответственно кумулятивная доля i -ой и $(i+1)$ -ой группы по числу предприятий;

Y_{ki} , Y_{ki+1} – соответственно кумулятивная доля i -ой и $(i+1)$ -ой группы по группировочному признаку.

Для нашего случая он равен:

$$K_{ДЖ} = 1,9090 - 1,4124 = 0,4966;$$

- коэффициенту концентрации Лоренца, который позволяет количественно измерить уровень неравномерности:

$$K_L = \frac{\sum X_k Y_k}{\sum X_k^2}. \quad (19.5)$$

В нашем примере его значение

$$K_L = \frac{2,2528}{2,9816} = 0,7556$$

свидетельствует о высокой степени неравномерности, хотя все предыдущие коэффициенты указывали на невысокий уровень концентрации.

В отличие от всех предыдущих коэффициентов, расчет которых основан на долях групп по числу предприятий или по группировочному признаку, Цигельник А.М. предложил измерить уровень концентрации по антигармонической средней:

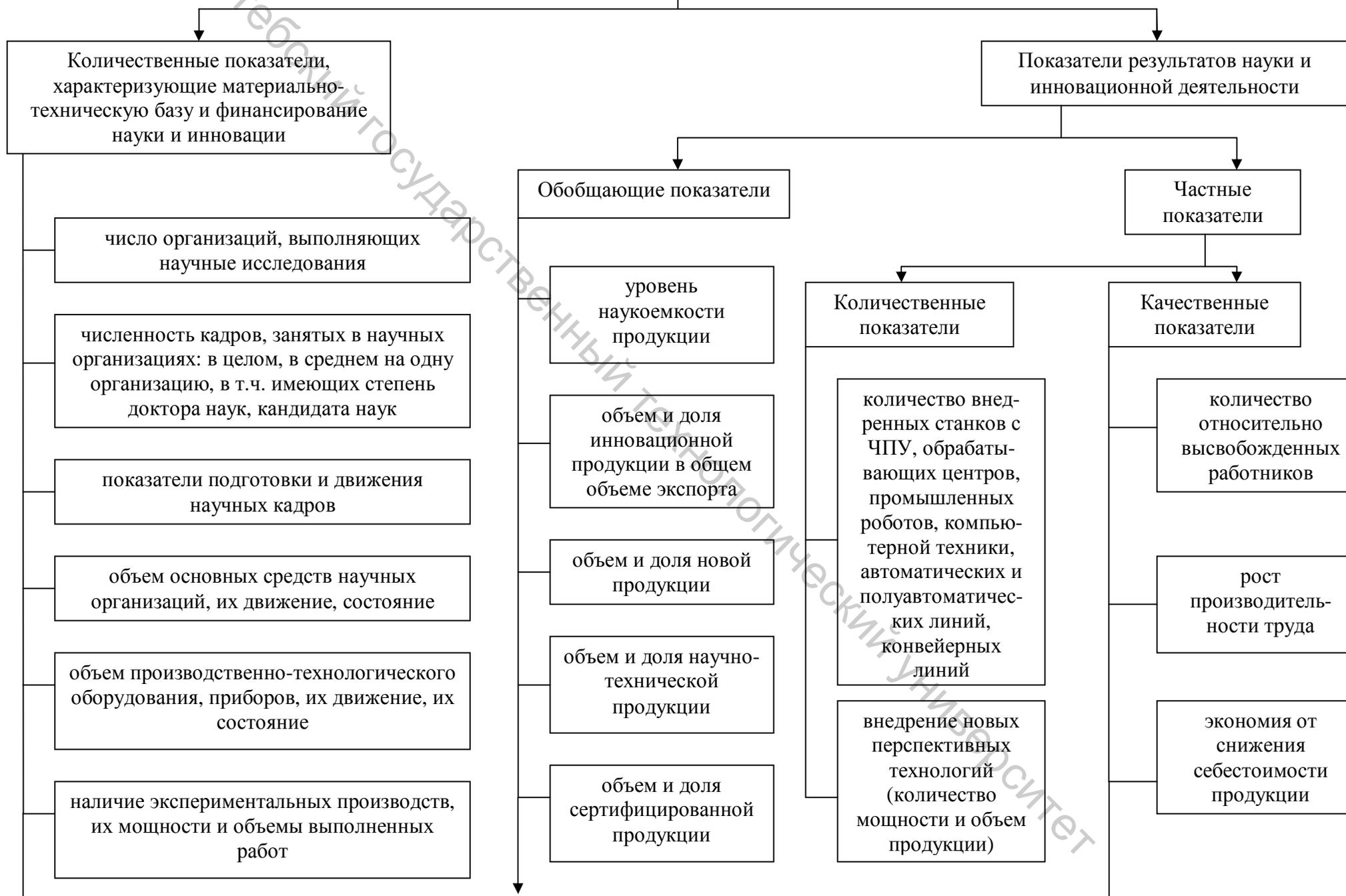
$$\bar{X}_{az} = \bar{X} (1 + V_x^2),$$

где \bar{X} – средняя арифметическая признака (показателя объема производства численности работающих и т.п.);

V_x – коэффициент вариации изучаемого признака.

Этот показатель удобно применять при анализе динамики концентрации производства, так как он учитывает и средний размер предприятия (\bar{X}) и дифференциацию признака в совокупности (V_x).

Показатели инновационной деятельности



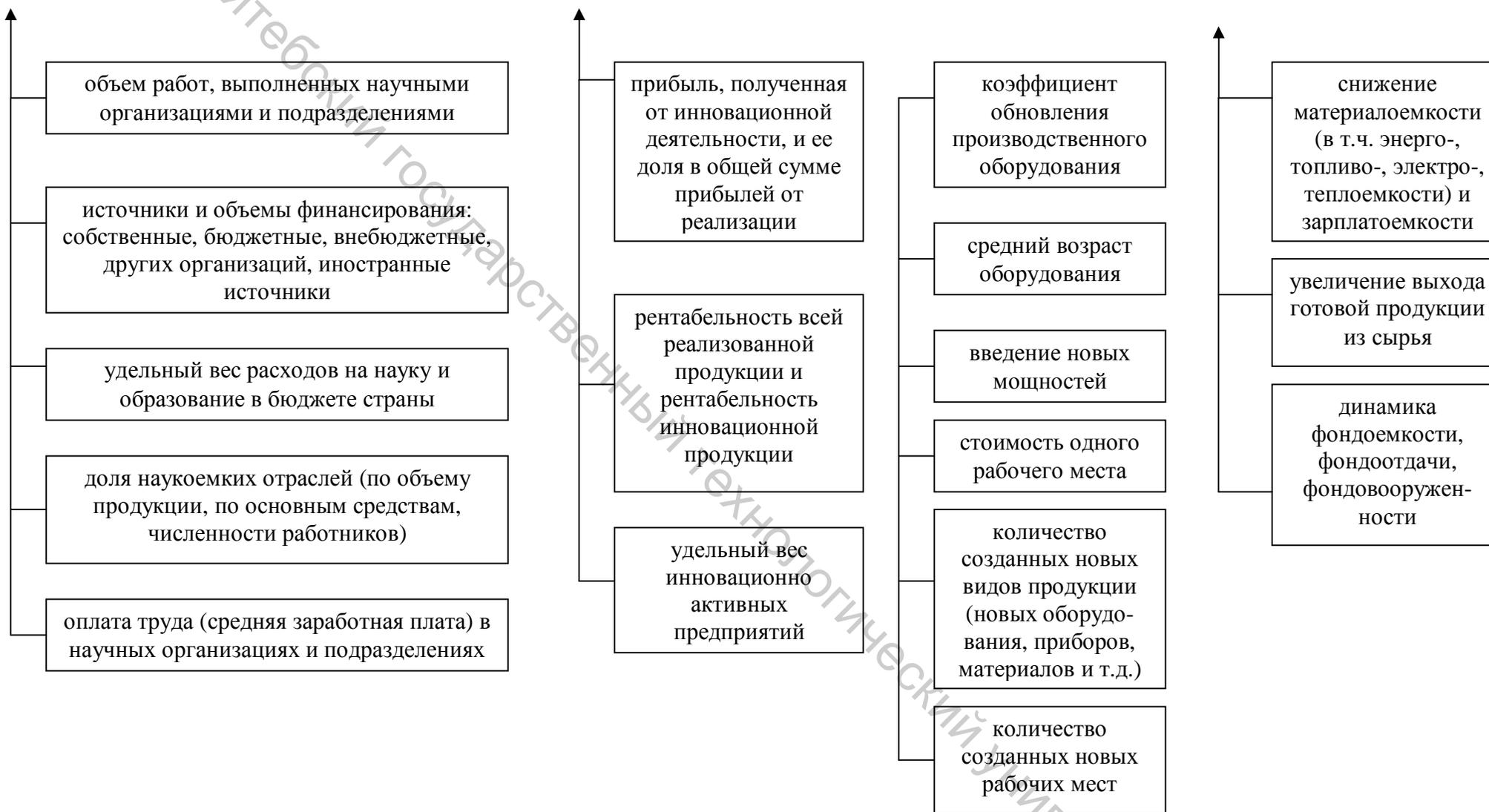


Рисунок 19.1 – Система показателей инновационной деятельности

20 СТАТИСТИКА СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ (РАБОТ, УСЛУГ)

1. Состав и структура себестоимости промышленной продукции (работ, услуг).
2. Статистическое изучение себестоимости сравнимой продукции.
3. Изучение динамики затрат на рубль продукции.

20.1 Состав и структура себестоимости промышленной продукции (работ, услуг)

Состав себестоимости продукции регламентируется «Основными положениями по составу затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг)», утвержденными Министерством статистики и анализа РБ от 30.01.1998 №01-21/8, Министерством труда РБ от 30.01.1999 №03-02-07/300, Министерством финансов РБ от 30.01.1998 №3, Министерством экономики РБ от 26.01.1998 №19-12/367 (в редакции постановлений Минэкономики, Минфина, Минстата и Минтруда и соцзащиты от 04.07.2002 №142/95/60/95 с последующими изменениями и дополнениями). В соответствии с «Основными положениями по составу затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг)» предусмотрена группировка затрат по следующим элементам:

- материальные затраты (за вычетом возвратных отходов);
- расходы на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизации основных средств и нематериальных активов;
- прочие затраты.

В состав материальных затрат включается стоимость:

- приобретаемых со стороны сырья и материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимым компонентом при изготовлении продукции (проведении работ, оказании услуг);
- приобретенных материалов, используемых при производстве продукции (работ, услуг) для обеспечения технологического процесса, для упаковки продукции или расходующихся на другие производственные и хозяйственные нужды, а также стоимость запасных частей и расходных материалов, используемых для ремонта основных средств, используемых в предпринимательской деятельности, инвентаря, хозяйственных принадлежностей, специальной оснастки и специальной одежды, погашение стоимости инвентаря, инструментов, хозяйственных принадлежностей, средств индивидуальной защиты, лабораторного оборудования и других, учитываемых в обороте предметов;

- покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов, подвергающихся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке на данном предприятии;

- работ и услуг производственного характера, выполняемых сторонними предприятиями или производствами и хозяйствами предприятия, не относящимися к основному виду деятельности, а также предпринимателями без образования юридического лица;

- природного сырья (отчисления на покрытие затрат по геологоразведочным и геологопоисковым работам по полезным ископаемым; затраты на рекультивацию земель; оплата работ по рекультивации земель, осуществляемых специализированными организациями; плата, взимаемая за древесину, отпускаемую на корню, а также другие природные ресурсы, используемые организацией);

- приобретаемого со стороны топлива всех видов, расходуемого на технологические цели, выработку всех видов энергии (электрической, тепловой, сжатого воздуха, холода и других видов), отопление производственных зданий, транспортные работы по обслуживанию производства, выполняемые транспортом предприятия;

- покупной энергии всех видов (электрической, тепловой, сжатого воздуха, холода и других видов), расходуемой на технологические, энергетические, двигательные и другие производственные и хозяйственные нужды предприятия;

- потерь от недостачи поступивших материальных ресурсов в пределах норм естественной убыли;

- платежи за добычу природных ресурсов, выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду, плата за размещение отходов, а также суммы налога за переработку нефти и нефтепродуктов.

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

Под возвратными отходами производства понимаются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, теплоносителей и других видов материальных ресурсов, образовавшиеся в процессе производства продукции (работ, услуг), утратившие полностью или частично потребительские качества исходного ресурса (химические или физические свойства) и в силу этого используемые с повышенными затратами (понижением выхода продукции) или вовсе неиспользуемые по прямому назначению.

В элемент «расходы на оплату труда» в соответствии с действующим законодательством включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исчисленные исходя из сдельных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии формами и системами оплаты труда;

- стоимость продукции, выдаваемой в порядке натуральной оплаты работникам;

- выплаты по системам премирования рабочих, руководителей, специалистов и служащих за производственные результаты в размерах, предусмотренных действующим законодательством, за экономию сырья и материалов, топливно-энергетических ресурсов, за разработку и реализацию мер по охране труда, надбавки за профессиональное мастерство, за высокие достижения в труде и т.д.;

- выплаты компенсационного характера, связанные с режимом работы и условиями труда, в том числе: надбавки и доплаты к тарифным ставкам и окладам за работу в ночное время, сверхурочную работу, работу в многосменном режиме, за совмещение профессий, должностей, расширение зон обслуживания, за работу в тяжелых вредных условиях, особо вредных условиях труда и т.д.;

- стоимость бесплатно предоставляемых работникам отдельных отраслей в соответствии с действующим законодательством коммунальных услуг, питания и продуктов, затраты на оплату предоставляемого работникам предприятий в соответствии с установленным законодательством порядком бесплатного жилья (суммы денежной компенсации за непредоставление бесплатного жилья, коммунальных услуг и прочее);

- суммы индексации заработной платы в связи с повышением цен на потребительские товары и услуги, предусмотренные законодательством;

- стоимость выдаваемых бесплатно в соответствии с действующим законодательством предметов (включая форменную одежду, обмундирование), остающиеся в личном постоянном пользовании (или сумма льгот в связи с их продажей по пониженным ценам);

- оплата в соответствии с действующим законодательством трудовых отпусков, социальных отпусков с сохранением заработной платы, компенсация за неиспользованный отпуск, оплата льготных часов подростков, оплата перерывов в работе матерей для кормления ребенка, а также времени, связанного с прохождением медицинских осмотров, выполнением государственных обязанностей;

- выплаты работникам, высвобождаемым с предприятий в связи с их реорганизацией, сокращением численности работников и штатов;

- надбавки к заработной плате за продолжительность непрерывной работы (вознаграждения за выслугу лет, стаж работы) в соответствии с действующим законодательством;

- оплата в соответствии с действующим законодательством отпуска, предоставляемого по окончании государственного учебного заведения выпускникам, которые получили направление на работу;

- оплата в соответствии с действующим законодательством учебных отпусков, предоставляемых рабочим и служащим, успешно обучающимся в вечерних и заочных высших и средних учебных заведениях, в аспирантуре, в вечерних (сменных) профессионально-технических учебных заведениях, в вечерних (сменных) и заочных общеобразовательных школах;

- оплата за время вынужденного прогула или выполнения нижеоплачиваемой работы в случаях, предусмотренных законодательством;

- доплаты в случае временной утраты трудоспособности до фактического заработка, установленные законодательством, также средства, израсходованные на выплату пособий по временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями на производстве и профессиональными заболеваниями;

- разница в окладах, выплачиваемая работникам, трудоустроенным с других предприятий и из организаций с сохранением в течение определенного срока (в соответствии с законодательством) размеров должностного оклада по предыдущему месту работы, а также при временном замещении;

- суммы, выплачиваемые (при выполнении работ вахтовым методом) в размере тарифной ставки, оклада за дни в пути от места нахождения предприятий к месту работы и обратно;

- суммы, начисленные за выполненную работу лицам, привлеченным для работы на предприятия, в организации согласно специальным договорам с государственными организациями;

- заработная плата по основному месту работы рабочим, руководителям и специалистам предприятий и организаций во время их обучения с отрывом от производства по повышению квалификации и переподготовки кадров;

- оплата труда студентов высших учебных заведений и учащихся средних специальных и профессионально-технических заведений, проходящих производственную практику на предприятиях, а также оплата труда учащихся общеобразовательных школ в период профессиональной ориентации;

- оплата труда студентов высших учебных заведений и учащихся средних специальных и профессионально-технических заведений, работающих в составе студенческих отрядов;

- оплата труда работников, не состоящих в штате предприятия, за выполнение ими работ по заключенным договорам гражданско-правового характера;

- расходы на выплату пенсий за работу с особыми условиями, возмещаемые фонду социальной защиты населения;

- другие виды выплат, включаемые в соответствии с установленным порядком в фонд оплаты труда (за исключением

расходов по оплате труда, финансируемых за счет других целевых поступлений).

В элементе «Отчисления на социальные нужды» отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством нормам в фонд социальной защиты населения, государственный фонд содействия занятости от всех видов оплаты труда работников, занятых в производстве соответствующей продукции (работ, услуг), независимо от источников выплат, кроме тех, на которые страховые взносы не начисляются.

В элементе «Амортизация основных средств и нематериальных активов» отражается сумма амортизационных отчислений по основным средствам и нематериальным активам, используемым в предпринимательской деятельности, исчисленные исходя из амортизируемой стоимости основных средств и нематериальных активов в установленном законодательством порядке.

К элементу «Прочие затраты» в составе себестоимости продукции (работ, услуг) относятся:

- налоги, сборы (пошлины), отчисления в государственные целевые бюджетные и внебюджетные фонды, включаемые в соответствии с налоговым законодательством в себестоимость продукции, товаров (работ, услуг);

- страховые взносы по видам обязательного страхования; суммы страховых взносов, перечисленные иностранным страховым и перестраховочным организациям, при условии заключения договоров перестрахования в порядке, установленном органом государственного надзора за страховой деятельностью;

- расходы на оплату услуг связи, включая расходы на почтовые, телефонные, телеграфные услуги, услуги факсимильной и спутниковой связи, Интернет, электронной почты и другие подобные услуги; оплата услуг вычислительных центров, банков, связанных с обслуживанием организации;

- плата сторонним организациям за пожарную и сторожевую охрану, в том числе расходы по противопожарному обслуживанию аварийно-спасательными службами;

- оплата за подготовку и переподготовку кадров;
- оплата консультационных, информационных и аудиторских услуг на проведение обязательных аудиторских проверок в соответствии с законодательством;

- вознаграждение за создание и использование объектов промышленной собственности и рационализаторских предложений;

- расходы на рекламу;
- оплата работ по сертификации продукции, товаров, работ, услуг;
- арендная плата;
- лизинговые платежи;

- командировочные и представительские расходы;
- отчисления в ремонтный фонд и резерв предстоящих затрат по ремонту основных средств;
- расходы на оплату услуг по управлению организацией или отдельными ее подразделениями;
- оплата услуг банков, иных кредитных организаций по осуществлению в соответствии с заключенными договорами факторинговых операций;
- и др.

По приведенной классификации предприятия ежеквартально отражают все затраты на производство продукции в статистической форме отчетности: форма №4-ф (затраты) «Отчет о затратах на производство продукции (работ, услуг)».

Изучение структуры себестоимости предполагает определение доли затрат по элементам в общих затратах отчетного периода. В зависимости от того, удельный вес каких затрат преобладает, выделяют производства:

- материалоёмкие;
- трудоёмкие;
- фондоёмкие;
- энергоёмкие.

В статистике изучаются структурные различия себестоимости продукции (работ, услуг) в динамике. Если показатели структуры себестоимости (удельные веса каждого элемента) в базисном периоде означать d_0 , а в отчетном – d_1 , то сводную оценку структурных изменений можно получить с помощью среднего линейного отклонения, среднего квадратического отклонения, индекса Салаи, индекса Казинца, индекса Рябцева, формулы которых приведены в разделе 1.4.

Анализ затрат на производство может проводиться с помощью показателя затратноёмкости, представленного в виде аддитивной модели:

$$\frac{З}{ОПП} = \frac{МЗ}{ОПП} + \frac{РОТ}{ОПП} + \frac{ОСН}{ОПП} + \frac{А}{ОПП} + \frac{ПЗ}{ОПП}, \quad (20.1)$$

где $З$ – затраты на производство;

$ОПП$ – объем производства продукции (работ, услуг);

$МЗ$ – материальные затраты (за вычетом возвратных отходов);

$РОТ$ – расходы на оплату труда;

$ОСН$ – отчисления на социальные нужды;

$А$ – амортизация основных средств и нематериальных активов;

$ПЗ$ – прочие затраты.

Отдельные элементы, например, материальные затраты или расходы на оплату труда, могут детализироваться на составляющие при проведении анализа по данной модели.

20.2 Статистическое изучение себестоимости сравнимой продукции

Для оценки степени выполнения плана по себестоимости продукции, а также для выявления факторов, влияющих на уровень себестоимости услуг и продукции, широко используется индексный метод. При этом исчисляются индивидуальные, общие и факторные индексы.

Располагая данными о себестоимости единицы продукции или услуги одного вида, можно определить ее динамику по сравнению с планом или с прошлым периодом. Для этих целей исчисляется индивидуальный индекс себестоимости

$$i_z = \frac{Z_1}{Z_0}, \quad (20.2)$$

где Z_1 – отчет;

Z_0 – база (план предыдущего года).

Индивидуальный индекс себестоимости показывает, как изменилась себестоимость единицы продукции или одной услуги. Индивидуальный индекс себестоимости может также характеризовать изменение средней себестоимости по цехам, ателье, то есть по структурным подразделениям изучаемой совокупности.

Для того, чтобы определить, как изменилась себестоимость всего объема услуг и продукции, то есть всей изучаемой совокупности, по предприятию, по отрасли, исчисляется общий индекс себестоимости

$$I_z = \frac{Z_1}{Z_0} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_0 z_0}. \quad (20.3)$$

Данный индекс показывает, как изменился уровень полной себестоимости в целом по всему объему услуг и продукции изучаемого объекта в отчетном периоде по сравнению с базовым.

Абсолютное изменение уровня полной себестоимости услуг и продукции определяется как $DZ = S q_1 z_1 - S q_0 z_0$, при этом, если DZ получается со знаком «-», то наблюдается экономия денежных затрат, если со знаком «+» – то перерасход.

Для выявления влияния производственных факторов на сумму полной себестоимости исчисляются факторные индексы себестоимости, с помощью которых выявляется влияние двух факторов:

1. Влияние изменения физического объема на себестоимость услуг и продукции;

2. Влияние изменения себестоимости единицы продукции или услуги на уровень себестоимости всей продукции (услуг).

Для определения влияния изменения физического объема (выпуска в натуральном выражении) услуг и продукции исчисляется индекс

$$I_{Z(q)} = \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_0 z_0}. \quad (20.4)$$

Абсолютное изменение полной себестоимости под влиянием изменения объема услуг и продукции определяется как $DZ_{(q)} = S q_1 z_0 - S q_0 z_0$ (руб.).

Для определения влияния изменения себестоимости единицы продукции или одной услуги на уровень себестоимости всего объема оказанных услуг и выпущенной продукции исчисляется индекс

$$I_{Z(z)} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 z_0}. \quad (20.5)$$

Это основной индекс при анализе динамики себестоимости сравнимой продукции и услуг.

В абсолютном выражении влияние изменения себестоимости единицы продукции или услуги на себестоимость всего объема услуг и продукции исчисляется следующим образом: $DZ_{(z)} = S q_1 z_1 - S q_1 z_0$ (руб.).

Все указанные индексы $I_{(z)}$, $I_{Z(q)}$, $I_{Z(z)}$ связаны между собой: $I_Z = I_{Z(q)} \cdot I_{Z(z)}$.

В абсолютном выражении общее изменение себестоимости определяется суммированием долей изменения себестоимости под влиянием изменения физического объема и под влиянием изменения себестоимости услуги или единицы продукции. То есть: $DZ = DZ_{(q)} + DZ_{(z)}$.

Иногда при проведении такого анализа производится сравнение себестоимости изделия в предыдущем периоде Z_0 , себестоимости изделия по плану $Z_{пл.}$ и фактической себестоимости изделия в отчетном периоде Z_1 , исчисляя индекс планового задания:

$$i_{пл. зад.} = \frac{Z_{пл.}}{Z_0}, \quad (20.6)$$

индекс выполнения плана:

$$i_{\text{вып. пл.}} = \frac{Z_1}{Z_{\text{пл.}}} \quad (20.7)$$

и индекс динамики:

$$i_{\text{дин.}} = \frac{Z_1}{Z_0}. \quad (20.8)$$

Между этими индексами существует взаимосвязь:

$$i_{\text{дин.}} = i_{\text{пл. зад.}} * i_{\text{вып. пл.}}, \quad (20.9)$$

которая сохраняется и по абсолютным разностям:

$$Z_1 - Z_0 = (Z_{\text{пл.}} - Z_0) + (Z_1 - Z_{\text{пл.}}). \quad (20.10)$$

При этом $(Z_1 - Z_0)$ – фактическая экономия (перерасход); $(Z_{\text{пл.}} - Z_0)$ – плановая экономия (перерасход); $(Z_1 - Z_{\text{пл.}})$ – сверхплановая экономия (перерасход).

Аналогично для всего выпуска фактическая экономия от снижения себестоимости

$$\Delta Z_{\text{факт.}} = (Z_1 - Z_0) * q_1; \quad (20.11)$$

плановая экономия

$$\Delta Z_{\text{пл.}} = (Z_{\text{пл.}} - Z_0) * q_{\text{пл.}}; \quad (20.12)$$

Сверхплановая

$$\Delta Z_{\text{св.пл.}} = (Z_1 - Z_{\text{пл.}}) * q_1. \quad (20.13)$$

Учитывая, что плановая экономия рассчитывается исходя из $q_{\text{пл.}}$, а фактическая и сверхплановая – исходя из q_1 , возникает экономия (перерасход), вызванная отклонением фактического объема от объема планового задания, которая может быть определена как $(Z_{\text{пл.}} - Z_0) (q_1 - q_{\text{пл.}})$.

Тогда общая сумма фактической экономии для всего выпуска продукции данного вида определяется как сумма трех слагаемых

$$(Z_1 - Z_0) * q_1 = (Z_{nl.} - Z_0) * q_{nl.} + (Z_1 - Z_{nl.}) * q_1 + (Z_{nl.} - Z_0) * (q_1 - q_{nl.}) \quad (20.14)$$

При изучении динамики себестоимости по совокупности подразделений, производящих продукцию одного и того же вида, используют индексы переменного состава, фиксированного состава и структурных сдвигов.

Для оценки среднего изменения себестоимости единицы продукции по совокупности определяют индекс переменного состава

$$I_{\bar{z}}^{n.c.} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1} : \frac{\sum q_0 z_0}{\sum q_0} \quad (20.15)$$

Влияние изменения непосредственно себестоимости продукции в отдельных структурных звеньях изучаемой совокупности на средний уровень себестоимости оценивают с помощью индекса фиксированного состава

$$I_{\bar{z}}^{f.c.} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1} : \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1} \quad (20.16)$$

Влияние структурных сдвигов, т.е. увеличение либо уменьшение доли выпуска продукции отдельными структурными подразделениями в общем выпуске исследуют при помощи индекса структурных сдвигов

$$I_{\bar{z}}^{c.c.} = \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1} : \frac{\sum q_0 z_0}{\sum q_0} \quad (20.17)$$

Однако все рассмотренные методы анализа можно использовать лишь при анализе уровня себестоимости сравнимой продукции и услуг.

Сравнимой продукцией считается такая продукция, которая вырабатывается в данном периоде и вырабатывалась в базовом периоде.

Критерий сравнимости – сохранение потребительских свойств, а именно: если частично меняется технология производства, конструкция изделия или потребляемое сырье, но сохраняются потребительские свойства, то такая продукция считается сравнимой.

Если же продукция производится впервые в отчетном периоде (то есть не имеет базисной себестоимости) или в базисном периоде выпускалась как опытная (то есть имела высокий уровень себестоимости), то такая продукция считается несравнимой.

Для характеристики изменения себестоимости всего объема продукции, в т.ч. и несравнимой, используют показатель затрат на рубль продукции.

20.3 Изучение динамики затрат на рубль продукции

В условиях постоянно обновляющегося ассортимента доля сравнимой продукции на промышленных предприятиях постоянно уменьшается.

Следовательно, для получения полной картины об уровне затрат необходим анализ показателя затраты на рубль продукции. Действующая практика показывает, что предприятия исчисляют его в двух выражениях:

- затраты на рубль произведенной продукции (работ, услуг);
- затраты на рубль реализованной продукции (работ, услуг).

В общем виде затраты на рубль продукции определяются по формуле

$$ЗР = \frac{\sum qz}{\sum qp}, \quad (20.18)$$

где Sqz – себестоимость всего объема производства (реализации) продукции, руб.;

Sqp – объем производства (реализации) продукции, руб.

Характеристика изменения затрат на один рубль продукции даётся с помощью индекса

$$I_{ЗР} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_1} : \frac{\sum q_0 z_0}{\sum q_0 p_0} \quad (20.19)$$

либо в абсолютном выражении

$$\Delta ЗР = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_1} - \frac{\sum q_0 z_0}{\sum q_0 p_0}. \quad (20.20)$$

На изменение уровня затрат на рубль продукции оказывает влияние ряд факторов: - объём и структура продукции;

- себестоимость единицы продукции;
- цена единицы продукции.

Оценить это влияние можно с помощью индексов.

Факторный анализ затрат на рубль продукции проводят в следующем порядке:

1. Определяют влияние изменения объёма и ассортимента продукции на изменение затрат на рубль продукции с помощью индекса

$$I_{ЗР(q)} = \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1 p_0} : \frac{\sum q_0 z_0}{\sum q_0 p_0}, \quad (20.21)$$

в абсолютном выражении

$$\Delta ZP_{(q)} = \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1 p_0} - \frac{\sum q_0 z_0}{\sum q_0 p_0}. \quad (20.22)$$

2. Определяют влияние изменения себестоимости единицы продукции на изменение затрат на рубль продукции с помощью индекса

$$I_{ZP(z)} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_0} : \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1 p_0}, \quad (20.23)$$

в абсолютном выражении

$$\Delta ZP_{(z)} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_0} - \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1 p_0}. \quad (20.24)$$

3. Определяют влияние изменения цен на продукцию на изменение затрат на рубль продукции с помощью индекса

$$I_{ZP(p)} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_1} : \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1 p_0}, \quad (20.25)$$

в абсолютном выражении

$$\Delta ZP_{(p)} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_1} - \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1 p_0}. \quad (20.26)$$

При этом необходимо учитывать связь индексов: $I_{ZP} = I_{ZP(q)} \cdot I_{ZP(z)} \cdot I_{ZP(p)}$.

Общее абсолютное изменение затрат на рубль продукции равно алгебраической сумме индексов: $D ZP = D ZP_{(q)} + D ZP_{(z)} + D ZP_{(p)}$.

Например, необходимо проанализировать выполнение плана по уровню затрат на рубль реализованной продукции по следующим данным:

Таблица 20.1 – Исходная информация и расчеты для анализа затрат на рубль продукции

Изделия	План			Отчет			$q_0 Z_0$	$q_0 p_0$	$q_1 Z_1$	$q_1 p_1$	$q_1 Z_0$	$q_1 p_0$
	количество реализованных изделий, тыс. шт.	себестоимость изделия, тыс. руб.	цена изделия, тыс. руб.	количество реализованных изделий, тыс. шт.	себестоимость изделия, тыс. руб.	цена изделия, тыс. руб.						
	q_0	Z_0	p_0	q_1	Z_1	p_1						
А	10	8	10	12	7	10	80	100	84	120	96	120
Б	15	6	9	12	6	9	90	135	72	108	72	108
В	2	6	9	5	5	8	12	18	25	40	30	45
							$\sum q_0 Z_0 = 182$	$\sum q_0 p_0 = 253$	$\sum q_1 Z_1 = 181$	$\sum q_1 p_1 = 268$	$\sum q_1 Z_0 = 198$	$\sum q_1 p_0 = 273$

Затраты на рубль реализации продукции в отчетном периоде по сравнению с планом изменились на

$$I_{3P} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_1} : \frac{\sum q_0 z_0}{\sum q_0 p_0},$$

$$I_{3P} = \frac{181}{268} : \frac{182}{253} = 0,6754 : 0,7194 = 0,9388 \quad (-6,12 \%),$$

что составило уменьшение затрат на рубль продукции на

$$\Delta 3P = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_1} - \frac{\sum q_0 z_0}{\sum q_0 p_0}$$

$$\Delta 3P = 0,6754 - 0,7194 = -0,044 \quad (\text{руб.})$$

Это изменение произошло под воздействием факторов:

а) изменения объема и структуры продукции:

$$I_{3P(q)} = \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1 p_0} : \frac{\sum q_0 z_0}{\sum q_0 p_0};$$

$$I_{3P(q)} = \frac{198}{273} : 0,7194 = 0,7253 : 0,7194 = 1,0082 \quad (0,82 \%),$$

$$\Delta ZP_{(q)} = 0,7253 - 0,7194 = 0,0059 \text{ (руб.)};$$

б) изменения себестоимости единицы продукции:

$$I_{ZP(z)} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_0} : \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1 p_0};$$

$$I_{ZP(z)} = \frac{181}{273} : 0,7253 = 0,6630 : 0,7253 = 0,9141 \text{ (-8,59 \%)},$$

$$\Delta ZP_{(z)} = 0,6630 - 0,7253 = -0,0623 \text{ (руб.)};$$

в) изменения цен на продукцию:

$$I_{ZP(p)} = \frac{\sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_1} : \frac{\sum q_1 z_0}{\sum q_1 p_0};$$

$$I_{ZP(p)} = 0,6754 : 0,6630 = 1,0187 \text{ (+1,87 \%)},$$

$$\Delta ZP_{(p)} = 0,6754 - 0,6630 = 0,0124 \text{ (руб.)}.$$

Связь индексов:

$$I_{ZP} = I_{ZP(q)} \cdot I_{ZP(z)} \cdot I_{ZP(p)}$$

$$I_{ZP} = 1,0082 * 0,9141 * 1,0187 = 0,9388.$$

Сумма влияния факторов в абсолютном выражении:

$$\Delta ZP = \Delta ZP_{(q)} + \Delta ZP_{(z)} + \Delta ZP_{(p)} = 0,0059 - 0,0623 + 0,0124 = -0,0440 \text{ руб.}$$

Следовательно, затраты на рубль реализованной продукции по сравнению с планом уменьшились на 6,12 % или на 0,044 руб. Этот положительный факт в деятельности предприятия был вызван снижением себестоимости единицы продукции, что позволило снизить затраты на рубль продукции на 8,59 % или 0,0623 руб. В то же время изменение объема и структуры продукции, а также уменьшение по сравнению с планом цены на продукцию В привело к росту уровня затрат на рубль продукции соответственно на 0,82 % и на 1,87 % (или 0,059 руб. и 0,0124 руб.).

21 СТАТИСТИКА ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Показатели прибыли.
2. Статистическое изучение динамики прибыли от реализации продукции, работ, услуг.
3. Показатели рентабельности и их статистическое изучение.
4. Статистика финансового положения предприятий.

21.1 Показатели прибыли

Основные финансовые результаты всей производственной и хозяйственной деятельности промышленных предприятий отражаются в таком показателе, как прибыль.

Прибыль представляет собой чистый доход предприятия и является важнейшим источником расширенного воспроизводства. Прибыль определяет финансовую устойчивость предприятия. За счет прибыли осуществляется прирост оборотных средств, финансируются затраты на развитие науки и техники, осуществляются выплаты работникам предприятия в виде премий по итогам года, материальных помощи и т.п., обеспечивается социальное развитие коллектива работников и т.д.

На предприятии прибыль определяется в двух вариантах:

- 1) как результат основной (промышленно-производственной) деятельности в виде прибыли от реализации продукции (работ, услуг);
- 2) как результат всей хозяйственной деятельности предприятия в виде прибыли отчетного периода.

Прибыль от реализации продукции (работ, услуг) определяется как разность между выручкой от реализации продукции (работ, услуг) и затратами на производство реализованной продукции (работ, услуг) (НДС, акцизы, налог на топливо и отчисления в республиканский фонд регулирования розничных цен).

Прибыль от реализации продукции (работ, услуг) составляет, как правило, наибольшую часть прибыли отчетного периода.

Прибыль отчетного периода, в свою очередь, является алгебраической суммой прибыли от реализации продукции (работ, услуг), сальдо операционных доходов и расходов, сальдо внереализационных доходов и расходов.

Кроме этих понятий, к показателям прибыли относят:

- прибыль налогооблагаемую (прибыль отчетного периода за вычетом прибыли льготированной, прибыли, облагаемой по ставкам налога на доходы и налога на недвижимость);

- прибыль чистую (прибыль отчетного периода за вычетом всех налогов, сборов и платежей из прибыли). Последнюю иногда отождествляют с прибылью, остающуюся в распоряжении предприятий

после уплаты всех налогов, экономических санкций и отчислений в благотворительные фонды.

Государственная статистическая отчетность по форме №12-ф (прибыль) «Отчет о финансовых результатах» позволяет проанализировать структуру прибыли отчетного периода и определить, каков вклад в общий финансовый результат основной деятельности, операционной деятельности и внереализационных операций.

21.2 Статистическое изучение динамики прибыли от реализации продукции, работ, услуг

Прибыль от реализации продукции, работ, услуг или прибыль от основной деятельности представляет собой основную часть прибыли отчетного периода, и поэтому ей отводится главенствующая роль в статистическом исследовании финансовых результатов деятельности промышленных предприятий.

Прибыль от реализации одного изделия определяется как разность между ценой реализации (за вычетом НДС, акцизов и иных платежей из выручки) и себестоимостью этого изделия. В свою очередь, прибыль от реализации всего объема продукции, работ, услуг определяется как

$$П = \sum qp - \sum qz. \quad (21.1)$$

Тогда индекс, характеризующий динамику прибыли от реализации продукции, работ, услуг (в дальнейшем прибыль от реализации), может быть рассчитан по формуле

$$I_n = \frac{\sum q_1 p_1 - \sum q_1 z_1}{\sum q_0 p_0 - \sum q_0 z_0}, \quad (21.2)$$

а абсолютное изменение прибыли от реализации в формальном виде выглядит следующим образом:

$$\Delta П = (\sum q_1 p_1 - \sum q_1 z_1) - (\sum q_0 p_0 - \sum q_0 z_0). \quad (21.3)$$

Эти формулы позволяют сделать вывод о том, что на динамику прибыли оказывают влияние такие факторы, как:

- объем реализации продукции;
- структурные сдвиги в ассортименте продукции;
- себестоимость продукции;
- цены на продукцию.

При проведении факторного анализа вначале объединяется влияние таких факторов, как изменение физического объема услуг и

продукции и структурные сдвиги в ассортименте выпускаемой продукции.

Тогда:

1. Влияние изменения физического объема и ассортиментных сдвигов на уровень прибыли от реализации может быть оценено как

$$I_n(q+acc) = \frac{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_0}{\sum q_0 p_0 - \sum q_0 z_0} \quad (21.4)$$

или в абсолютном выражении

$$\Delta\Pi(q+acc) = (\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_0) - (\sum q_0 p_0 - \sum q_0 z_0). \quad (21.5)$$

Однако в статистическом анализе рекомендуется отдельно выделять влияние этих факторов. При этом будем исходить из того, что при прочих равных условиях (т.е. ценах, себестоимости, ассортименте) изменение суммы прибыли прямо пропорционально изменению физического объема.

При этом

$$I_n(q) = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0}, \quad (21.6)$$

$$\text{а } \Delta\Pi(q) = (\sum q_{1,0} p_0 - \sum q_{1,0} z_0) - (I_{g(u)} - 1). \quad (21.7)$$

Влияние структурных сдвигов может быть определено как

$$I_{\Pi(acc)} = \frac{I_{\Pi(q+acc)}}{I(q)}. \quad (21.8)$$

Или в абсолютном выражении

$$\Delta\Pi(acc) = \Delta\Pi(q+acc) - \Delta\Pi(q). \quad (21.9)$$

Такой способ определения $\Delta\Pi(acc)$ называется сальдовым (суть сальдового метода : из общего отклонения вычитаются отклонения, вызванные другими факторами, и определяется отклонение, вызванное исследуемым фактором).

2. Влияние изменения себестоимости на уровень прибыли от реализации может быть оценено как

$$I_{\Pi(z)} = \frac{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_0}. \quad (21.10)$$

В абсолютном выражении

$$\Delta\Pi(z) = ((\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_1) - (\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_0)) = \sum q_1 z_1 - \sum q_1 z_0. \quad (21.11)$$

3. Влияние изменения цен на продукцию

$$I_{\Pi(p)} = \frac{\sum q_1 p_1 - \sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_1}. \quad (21.12)$$

В абсолютном выражении

$$\Delta\Pi(p) = (\sum q_1 p_1 - \sum q_1 z_1) - (\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_0) = \sum q_1 z_1 - \sum q_1 z_0 = \sum q_1 p_1 - \sum q_1 p_0. \quad (21.13)$$

Суммарное влияние всех факторов

$$\Delta\Pi = \Delta\Pi(q) + \Delta\Pi(acc) + \Delta\Pi(z) + \Delta\Pi(p). \quad (21.14)$$

Связь индексов

$$I_{\Pi} = I_{\Pi(q)} + I_{\Pi(acc)} + I_{\Pi(z)} + I_{\Pi(p)}. \quad (21.15)$$

Например, имеется следующая информация о формировании прибыли от реализации за 2 года.

Таблица 21.1 – Исходные данные для анализа прибыли от реализации

Показатели	Базисный год	Отчетный год
1. Реализация продукции в отпускных ценах (без НДС, акцизов и других платежей), млн. руб.	$(\sum q_0 p_0)$ 251900	$(\sum q_1 p_1)$ 280400
2. Реализация продукции отчетного периода в ценах базисного периода, млн. руб.		$(\sum q_1 p_0)$ 280700
3. Себестоимость реализованной продукции, млн. руб.	$(\sum q_0 z_0)$ 224000	$(\sum q_1 z_1)$ 243200
4. Реализация продукции отчетного периода по себестоимости базисного периода, млн. руб.		$(\sum q_1 z_0)$ 244400
5. Прибыль от реализации продукции (стр.1– стр.2), млн. руб.	27900	37200

Общее изменение прибыли от реализации продукции составило:

$$I_{\Pi} = \frac{\sum q_1 p_1 - \sum q_1 z_1}{\sum q_0 p_0 - \sum q_0 z_0},$$

$$I_{\Pi} = \frac{37200}{27900} = 1,3333 (+33,33 \%)$$

или в абсолютном выражении

$$\Delta\Pi = 37200 - 27900 = 9300 \text{ (млн. руб.)}$$

Это изменение сложилось под воздействием:

1) влияния объема реализации и ассортиментных сдвигов:

$$I_{\Pi(q+acc)} = \frac{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_0}{\sum q_0 p_0 - \sum q_0 z_0},$$

$$I_{\Pi(q+acc)} = \frac{280700 - 244400}{27900} = \frac{36300}{27900} 1,3011 (+30,11 \%)$$

или

$$\Delta\Pi(q+acc) = 36300 - 27900 = 8400 \text{ (млн. руб.) в т.ч.}$$

а) влияния объема реализации:

$$I_{\Pi(q)} = \frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0},$$

$$I_{\Pi(q)} = \frac{280700}{27900} = \frac{36300}{251900} 1,1143 (+11,43 \%)$$

или

$$\Delta\Pi(q) = (\sum q_0 p_0 - \sum q_0 z_0) (I_{(q)} - 1),$$

$$\Delta\Pi(q) = 27900 (1,1143 - 1) = 3190 \text{ млн.руб.};$$

б) влияния ассортимента сдвигов:

$$I_{\Pi(acc)} = \frac{I_{\Pi(q+acc)}}{I_{\Pi(q)}},$$

$$I_{\Pi(acc)} = \frac{1,3011}{1,1143} = 1,1676 (+16,76 \%)$$

или

$$\Delta\Pi(acc.) = \Delta\Pi(q + acc.) - \Delta\Pi(q),$$

$\Delta\Pi(\text{acc.}) = 8400 - 3190 = 5210$ млн. руб.;

2) влияния себестоимости реализованной продукции:

$$I_{\Pi(z)} = \frac{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_0},$$

$$I_{\Pi(z)} = \frac{280700 - 243200}{36300} = \frac{37500}{36300} = 1,0331$$

или в абсолютном выражении

$$\Delta\Pi(z) = 37500 - 36300 = 1200 \text{ млн. руб.}$$

Такую же сумму мы получим из разности

$$\Delta\Pi(z) = \sum q_1 z_0 - \sum q_1 z_1,$$

$$\Delta\Pi(z) = 244400 - 243200 = 1200 \text{ (млн.руб.)};$$

3) влияния цен на продукцию:

$$I_{\Pi(p)} = \frac{\sum q_1 p_1 - \sum q_1 z_1}{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_1},$$

$$I_{\Pi(p)} = \frac{37200}{37500} = 0,9920 \text{ (-0,8\%)}$$

или абсолютном выражении:

$$\Delta\Pi(p) = 37200 - 37500 = -300 \text{ (млн. руб.)}$$

или

$$\Delta\Pi(p) = \sum q_1 p_1 - \sum q_1 p_0,$$

$$\Delta\Pi(p) = 280400 - 280700 = -300 \text{ (млн.руб.)}.$$

Связь индексов:

$$I_{\Pi} = I_{\Pi(q)} + I_{\Pi(\text{acc})} + I_{\Pi(z)} + I_{\Pi(p)}$$

$$1,1143 \cdot 1,1676 \cdot 1,0331 \cdot 0,9920 = 1,3333$$

Сумма абсолютных отклонений:

$$\Delta\Pi = \Delta\Pi(q) + \Delta\Pi(\text{acc}) + \Delta\Pi(z) + \Delta\Pi(p)$$

$$3190 + 5210 + 1200 - 300 = 9300.$$

Следовательно, рост прибыли в отчетном году на 33,33 % или на 9300 млн. руб. был в наибольшей степени вызван ростом объема реализации и ассортиментными сдвигами в объеме реализованной продукции. Положительно сказалось на динамике прибыли (рост на 3,31 %) и снижение себестоимости реализованной продукции. И только фактор цен дает отрицательное воздействие, т.е. уменьшение прибыли на 0,8 % или 700 млн. руб.

В статистическом анализе могут быть использованы различные факторные модели, позволяющие исследовать взаимосвязь:

а) прибыли отчетного периода и прибыли от реализации

$$ПОП = П \cdot \frac{ПОП}{П}; \quad (21.16)$$

б) прибыли от реализации и чистой прибыли

$$ЧП = П \cdot \frac{ПОП}{П} \cdot \frac{ЧП}{ПОП} \quad (21.17)$$

и другие.

21.3 Показатели рентабельности и их статистическое изучение

Прибыль представляет собой абсолютный показатель финансово-хозяйственной деятельности предприятий и не всегда дает возможность объективной оценки результатов их деятельности и сравнительного анализа. Более успешно эти задачи решают показатели рентабельности.

Рентабельность, выступая показателем финансовой эффективности, находит широчайшее применение в аналитической практике.

Обширная система показателей рентабельности группируется на:

- показатели рентабельности капитала;
 - показатели рентабельности ресурсов;
 - показатели рентабельности продаж;
 - показатели рентабельности продукции
- и др.

В числителе формул определения рентабельности используются прибыль отчетного периода, прибыль от реализации продукции, работ, услуг, чистая прибыль. В знаменателе формул – различные показатели капитала (собственного, заемного, совокупного, оборотного, основного и т.д.), показатели потребленных ресурсов (амортизация, материальные затраты, заработная плата), показатели продаж (выручка, товарооборот), показатели себестоимости и др.

Сложившиеся традиции отечественной аналитической практики сохраняют в составе основных технико-экономических показателей рентабельность продукции, которая определяется как

$$R = \frac{\sum qp - \sum qz}{\sum qz}. \quad (21.18)$$

Изменение рентабельности продукции в процентных пунктах может быть оценено как

$$R = \frac{\sum q_1 p_1 - \sum q_1 z_1}{\sum q_1 z_1} \cdot \frac{\sum q_0 p_0 - \sum q_0 z_0}{\sum q_0 z_0}. \quad (21.19)$$

В том числе за счет изменения:

- ассортимента или структуры продукции

$$\Delta R_{(cmp.)} = \frac{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_0}{\sum q_1 z_0} \cdot \frac{\sum q_0 p_0 - \sum q_0 z_0}{\sum q_0 z_0}; \quad (21.20)$$

- себестоимости

$$\Delta R_{(z)} = \frac{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_1}{\sum q_1 z_1} \cdot \frac{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_0}{\sum q_1 z_0}; \quad (21.21)$$

- цен

$$\Delta R_{(p)} = \frac{\sum q_1 p_1 - \sum q_1 z_1}{\sum q_1 z_1} \cdot \frac{\sum q_1 p_0 - \sum q_1 z_1}{\sum q_1 z_1}. \quad (21.22)$$

Если продолжить пример, рассмотренный в предыдущем разделе 21.2, то общее изменение рентабельности составит

$$\Delta R = \frac{37200}{243200} - \frac{27900}{224000} = 0,1530 - 0,1246 = 0,0284 \text{ или } + 2,84 \text{ п.п.}$$

Влияние отдельных факторов на это изменение соответственно будет равно:

а) влияние изменения структуры продукции

$$\Delta R_{(cmp.)} = \frac{36300}{244400} = 0,1246 = 0,1485 - 0,1246 = 0,0239 \text{ или } + 2,39 \text{ п.п.};$$

б) влияние изменения себестоимости продукции

$$\Delta R_{(z)} = \frac{37500}{243200} - 0,1485 = 0,1542 - 0,1485 = 0,0057 \text{ или } + 0,57 \text{ п.п.};$$

в) влияние изменения цен на продукцию

$$\Delta R_{(p)} = 0,1530 - 0,1542 = -0,0012 \text{ или } - 0,12 \text{ п.п.}$$

Сумма влияния всех факторов

$$2,39 \text{ п.п.} + 0,57 \text{ п.п.} - 0,12 \text{ п.п.} = 2,84 \text{ п.п.}$$

Факторный анализ позволил выявить, что рост рентабельности вызван в основном изменением структуры продукции: при общем росте

рентабельности на 2,84 п.п. влияние фактора структуры составило 2,39 п.п.

В то время как фактор себестоимости дает положительное влияние на рост рентабельности на 0,57 п.п., наблюдается отрицательное воздействие фактора цен, вызывающее уменьшение показателя рентабельности на 0,12 п.п.

В статистическом анализе иных показателей рентабельности широкое распространение получили различные индексные модели:

а) отражающая взаимосвязь рентабельности капитала и факторов: рентабельности продаж, оборачиваемости собственного капитала и доли собственного капитала во всем капитале

$$\frac{ЧП}{K} = \frac{ЧП}{ВРП} \cdot \frac{ВРП}{СК} \cdot \frac{СК}{K}, \quad (21.23)$$

где K – средняя за период стоимость всего капитала;

$СК$ – средняя за период стоимость собственного капитала;

$ВРП$ – выручка от реализации продукции;

б) отражающая влияние на рентабельность капитала доли прибыли от реализации в прибыли отчетного периода, рентабельности продаж, оборачиваемости оборотного капитала (ОК) и доли оборотного во всем капитале

$$\frac{ПОП}{K} = \frac{ПОП}{П} \cdot \frac{П}{ВРП} \cdot \frac{ВРП}{ОК} \cdot \frac{ОК}{K}; \quad (21.24)$$

в) отражающая зависимость показателя рентабельности собственного капитала от рентабельности продаж (по чистой прибыли), оборачиваемости капитала и соотношения всего и собственного капитала

$$\frac{ЧП}{СК} = \frac{ЧП}{ВРП} \cdot \frac{ВРП}{K} \cdot \frac{K}{СК} \quad (21.25)$$

и многие другие.

21.4 Статистика финансового положения предприятий

Финансовое положение предприятия, как правило, оценивается по информации, содержащейся в бухгалтерской отчетности. Вместе с тем, содержание форм статистической отчетности по финансам № 1-ф (ОФП), № 12-ф (прибыль), № 12-ф (расчеты), № 4-ф (баланс) включает показатели, которые также позволяют получить представление о финансовом положении предприятия.

Отечественная и зарубежная практика выработала множество подходов и показателей для оценки финансового положения

предприятия. Известны десятки этих показателей, и поэтому для удобства их чаще всего подразделяют на пять групп:

- 1) показатели ликвидности (платежеспособности);
- 2) показатели оборачиваемости (деловой активности);
- 3) показатели рентабельности;
- 4) показатели структуры капитала;
- 5) показатели финансовой устойчивости.

В большинстве случаев коэффициенты, используемые в оценке платежеспособности предприятия, именуются коэффициентами ликвидности и включают в себя:

- коэффициент текущей ликвидности – $K_{т.л.}$;
- коэффициент промежуточной ликвидности – $K_{п.л.}$;
- коэффициент абсолютной ликвидности – $K_{а.л.}$;
- и другие.

Учитывая, что ликвидность характеризует способность предприятия погасить свои платежные обязательства, эти коэффициенты определяются по формулам

$$K_{т.л.} = \frac{OA}{KO} = \frac{ДС + ФВ + ДЗ + З}{KO}, \quad (21.26)$$

где OA – оборотные активы;
 KO – краткосрочные обязательства;
 $ДС$ – денежные средства;
 $ФВ$ – финансовые вложения;
 $ДЗ$ – дебиторская задолженность;
 $З$ – запасы;

$$K_{п.л.} = \frac{ДС + ФВ + ДЗ}{KO}; \quad (21.27)$$

$$K_{а.л.} = \frac{ДС + ФВ}{KO}. \quad (21.28)$$

Исходя из аддитивной взаимосвязи элементов формулы

$$K_{а.т.л.} = \frac{OA}{KO} = \frac{ДС + ФВ}{KO} + \frac{ДЗ}{KO} + \frac{З}{KO}, \quad (21.29)$$

можно вывести мультипликативные связи

$$K_{т.л.} = \frac{OA}{KO} = \frac{ДС + ФВ + ДЗ + З}{KO} = \frac{ДС + ФВ}{KO} * \frac{ДС + ФВ + ДЗ}{ДС + ФВ} * \frac{OA}{ДС + ФВ + ДЗ} \quad (21.30)$$

Если учесть, что ДС + ФВ – быстроликвидная часть активов, ДЗ – среднеликвидная часть активов, З – менее ликвидная часть активов, то мультипликативная связь может быть выражена как

$K_{м.л.} = K_{а.л.} *$	Отношение суммы быстро- и среднеликвидных активов к быстроликвидным активам	* Отношение всей суммы оборотных активов к сумме быстро- и среднеликвидных
-------------------------	---	--

Либо мультипликативная связь $K_{м.л.}$ и $K_{н.л.}$

$$K_{м.л.} = \frac{ДС + ФВ + ДЗ}{КО} * \frac{ОА}{ДС + ФВ + ДЗ} \quad (21.31)$$

или

$K_{м.л.} = K_{н.л.} *$	Отношение всей суммы оборотных активов к сумме быстро- и среднеликвидных
-------------------------	--

Рассмотренные коэффициенты $K_{м.л.}$, $K_{н.л.}$, $K_{а.л.}$ рассматриваются на начало и конец отчетного периода и оценивается их динамика.

Например, изменения коэффициента текущей ликвидности может быть оценено как

$$\Delta K_{м.л.} = K_{м.л.1} - K_{м.л.0}, \quad (21.32)$$

где $K_{м.л.1}$ – значение коэффициента на конец отчетного периода;
 $K_{м.л.0}$ – значение коэффициента на начало отчетного периода.

В свою очередь, это изменение может быть оценено как

$$\Delta K_{м.л.} = \frac{ОА_1}{КО_1} - \frac{ОА_0}{КО_0}, \quad (21.33)$$

что дает возможность исследовать влияние на динамику коэффициента текущей ликвидности:

а) изменения величины краткосрочных обязательств

$$\Delta K_{м.л.(КО)} = \frac{ОА_0}{КО_1} - \frac{ОА_0}{КО_0}; \quad (21.34)$$

б) изменения величины оборотных активов

$$\Delta K_{m.l.(OA)} = \frac{OA_1}{KO_1} - \frac{OA_0}{KO_1}. \quad (21.35)$$

Показатели деловой активности, как правило, характеризуют оборачиваемость активов в целом, оборачиваемость отдельных групп активов (запас готовой продукции, денежных средств, дебиторской задолженности и др.), продолжительность их оборотов и т.д.

Обобщающими показателями эффективности использования оборотных активов в целом являются

1) число оборотов, определяемое по формуле

$$K_{об} = \frac{BP}{\overline{OA}}, \quad (21.36)$$

где BP – выручка от реализации продукции, работ, услуг;

\overline{OA} - средняя величина оборотных активов;

2) коэффициент закрепления

$$K_z = \frac{\overline{OA}}{BP}, \quad (21.37)$$

3) продолжительность одного оборота в днях

$$П = \frac{D * \overline{OA}}{BP}, \quad (21.38)$$

где D – количество календарных дней в периоде.

Изменение количества оборотов оборотных активов оценивается как

$$\Delta Ч = Ч_1 - Ч_0 = \frac{BP_1}{OA_1} - \frac{BP_0}{OA_0}, \quad (21.39)$$

в том числе за счет изменения объема оборотных активов:

$$\Delta Ч_{(OA)} = \frac{BP_0}{OA_1} - \frac{BP_0}{OA_0}, \quad (21.40)$$

и за счет изменения суммы выручки от реализации:

$$\Delta Ч_{(BP)} = \frac{BP_1}{OA_1} - \frac{BP_0}{OA_1}. \quad (21.41)$$

В свою очередь, изменение продолжительности оборота будет также зависеть от этих двух факторов, так как D – величина постоянная для периода. То есть, если общее изменение продолжительности оборота оборотных активов в днях

$$\Delta\Pi = \Pi_1 - \Pi_0 = \frac{D * \overline{OA}_1}{BP_1} - \frac{D * \overline{OA}_0}{BP_0}, \quad (21.42)$$

то влияние изменения объема оборотных активов на динамику продолжительности оборота

$$\Delta\Pi_{(\overline{OA})} = \frac{D * \overline{OA}_1}{BP_0} - \frac{D * \overline{OA}_0}{BP_0}, \quad (21.43)$$

а влияние изменения суммы выручки от реализации

$$\Delta\Pi_{(BP)} = \frac{D * \overline{OA}_1}{BP_1} - \frac{D * \overline{OA}_1}{BP_0}. \quad (21.44)$$

Изменение уровня коэффициента закрепления рассматривается аналогично:

общее изменение

$$\Delta K_z = K_{z1} - K_{z0} = \frac{\overline{OA}_1}{BP_1} - \frac{\overline{OA}_0}{BP_0}, \quad (21.45)$$

в том числе под влиянием суммы оборотных активов вероятно

$$\Delta K_{z(\overline{OA})} = \frac{\overline{OA}_1}{BP_0} - \frac{\overline{OA}_0}{BP_0}, \quad (21.46)$$

под влиянием выручки от реализации:

$$\Delta K_{z(BP)} = \frac{\overline{OA}_1}{BP_1} - \frac{\overline{OA}_1}{BP_0}. \quad (21.47)$$

Ускорение (или замедление) оборачиваемости оборотных активов приводит к высвобождению (или дополнительному вовлечению) оборотных активов, сумма которых может быть рассчитана по формуле

$$\Delta\overline{OA} = (K_{z1} - K_{z0}) * BP_1. \quad (21.48)$$

Показателем эффективности использования оборотных активов также принято считать отдачу оборотных активов, которая в зависимости от выбранного подхода может определяться отношениями, которые, по сути, представляют собой показатели рентабельности активов:

$$R_{OA} = \frac{ПОП}{ОА}, \quad (21.49)$$

$$R'_{OA} = \frac{ПР}{ОА}, \quad (21.50)$$

$$R''_{OA} = \frac{ЧП}{ОА}. \quad (21.51)$$

Возможно построение различных факторных моделей анализа показателей отдачи оборотных активов. Так, например, можно проанализировать изменение отдачи оборотных активов, исчисленной по чистой прибыли, под воздействием следующих факторов:

- доли чистой прибыли в прибыли отчетного периода;
- соотношения прибыли отчетного периода и прибыли от реализации продукции;
- рентабельности реализованной продукции;
- оборачиваемости оборотных активов.

$$R''_{OA} = \frac{ЧП}{ОА} = \frac{ЧП}{ПОП} * \frac{ПОП}{П} * \frac{П}{ВР} * \frac{ВР}{ОА}. \quad (21.52)$$

Возможно построение и целого ряда других факторных моделей. По аналогии с показателями отдачи оборотных активов, могут быть рассчитаны и проанализированы другие показатели рентабельности (раздел 21.3), которые также являются характеристиками финансового положения предприятия.

Важнейшую роль в оценке финансового положения играют показатели структуры капитала, рассчитываемые на основе сопоставления отдельных частей источников имущества организации.

Если ввести обозначения

СК – собственный капитал или источники собственных средств организации (в современном балансе итог третьего и четвертого разделов);

ЗК – заемный капитал или заемные источники средств организации (пятый раздел баланса), представляющие собой сумму краткосрочных обязательств (*КО*) и долгосрочных обязательств (*ДО*), т.е. $ЗК = КО + ДО$;

$ВБ$ – валюта баланса или общая сумма средств организации: $ВБ = СК + ЗК$, то формулы определения основных показателей структуры капитала можно представить в следующем виде:

1) коэффициент финансовой автономии (финансовой независимости)

$$K_{ф.а.} = \frac{СК}{ВБ} ; \quad (21.53)$$

2) коэффициент финансовой зависимости

$$K_{ф.з.} = \frac{ЗК}{ВБ} = \frac{ДО + КО}{ВБ} ; \quad (21.54)$$

3) коэффициент покрытия финансовой задолженности

$$K_{п.ф.з.} = \frac{ЗК}{ДО + КО} = \frac{СК}{ДО + КО} ; \quad (21.55)$$

4) коэффициент финансового риска (плечо финансового рычага)

$$K_{ф.р.} = \frac{ЗК}{СК} ; \quad (21.56)$$

5) коэффициент соотношения заемного и собственного капиталов

$$K_c = \frac{ЗК}{СК} = \frac{ДО + КО}{СК} . \quad (21.57)$$

Оценка финансового положения предприятия предполагает также определение типа его финансовой устойчивости. Способность предприятия сохранить на длительный период свою платежеспособность, выпускать конкурентоспособную продукцию, увеличивать собственный капитал представляет интерес как для собственного персонала, так и для потенциальных инвесторов.

В большинстве случаев определение типа финансовой устойчивости базируется на целой системе показателей, к числу которых относят:

- коэффициент текущей ликвидности;
- коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами;
- коэффициент финансовой автономии;
- рентабельность собственного капитала;
- рентабельность продукции;

- и т.д.

В конечном итоге определение типа финансовой устойчивости базируется на оценке структуры и обеспеченности запасов соответствующими источниками их финансирования.

Возможны четыре варианта:

1) абсолютная финансовая устойчивость – все запасы полностью покрываются собственными источниками, т.е. собственные оборотные средства превышают остатки запасов ($COС > З$);

2) нормальная финансовая устойчивость – все запасы покрываются собственными источниками и ссудами и займами, полученными для покрытия запасов ($COС + ЗС > З$);

3) неустойчивое финансовое состояние – собственных и заемных средств не хватает для покрытия запасов ($COС + ЗС < З$);

4) кризисное финансовое состояние – собственных и заемных средств не хватает для покрытия запасов, имеются просроченные задолженности, непогашенные кредиты, займы.

Вместе с тем, внешних пользователей информации, прежде всего инвесторов, в условиях рыночной экономики в большей степени интересует рейтинг данного субъекта хозяйствования, его значимость сравнительно с другими фигурирующими на рынке субъектами. Это порождает необходимость определения финансового рейтинга предприятия. Существуют разные мнения относительно рейтинговой оценки финансового положения предприятия. Большинство из них основаны на определении диагностируемых показателей по формуле

$$x_i = \frac{K_i}{K_{\max}}, \quad (21.58)$$

где K_i – значение определенных показателей (коэффициентов), характеризующих финансовое положение данного субъекта хозяйствования;

K_{\max} – максимальное (достигнутое другими или возможное) значение этого же коэффициента.

Имея набор сравнительных характеристик x_i по отдельному субъекту хозяйствования, можно рассчитать сводный или интегральный показатель финансового рейтинга, используя различные подходы:

$$\Phi P = \sqrt{\sum x_i^2}; \quad (21.59)$$

$$\Phi P = \sqrt{\sum (1 - x_i)^2}; \quad (21.60)$$

$$\Phi P = \sum a_i x_i, \quad (21.61)$$

где a_i – весомости отдельных показателей, определенные экспертным путем.

В первом и последнем случае большее значение показателя определяет высокий финансовый рейтинг предприятия, во втором – чем меньше значение показателя, тем выше рейтинг.

Оценка финансовой устойчивости предприятия, как правило, дополняется расчетом запаса его финансовой устойчивости или зоны безубыточности. В основе этого расчета заложен анализ соотношения «затраты – объем – прибыль». На основании деления всех затрат на постоянные и переменные графическим либо формульным путем определяется точка безубыточности (критический объем реализации), т.е. такой объем реализации, при котором предприятие еще не получает прибыль, но уже и не несет убытков. Запас финансовой устойчивости представляет собой разность между фактическим и критическим объемом реализации. Он показывает, насколько предприятие может сократить объем реализации, не получая при этом убытка. Запас финансовой устойчивости часто называют показателем безопасности или зоной безопасности.

22 СТАТИСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Эффективность промышленного производства оценивается исходя из системы показателей, включающей частные показатели, характеризующие эффективность применения и потребления отдельных видов ресурсов и сводные или обобщающие показатели, характеризующие эффективность применения или потребления всех факторов производства в целом. Частные показатели эффективности использования отдельных видов производственных ресурсов рассмотрены в разделах 14, 17, 19. Это выпуск продукции на одного среднесписочного работника, отдача основных производственных средств, скорость оборота материальных запасов и др. Перечисленные показатели образуют систему оценки так называемой производственной эффективности.

В последнее время особое внимание уделяется показателям финансовой эффективности. В разделе 21 отмечается, что прибыль также может рассматриваться как показатель эффекта всей производственной и финансовой деятельности предприятия. В связи с этим, наряду с названными, имеет смысл и расчет показателей, характеризующих величину прибыли на одного работника; на один рубль заработной платы; на один рубль стоимости основных средств; на один рубль стоимости материальных ресурсов и т.д. Исходя из этого, строятся различные факторные модели показателей рентабельности (раздел 21) как сводного показателя эффективности ресурсов или затрат.

Попытки построить многофакторные модели, связывающие общие и частные показатели экономической эффективности, приводят к построению различных моделей, обобщающих показатели эффективности. Рассмотрим одну из таких моделей, характеризующих эффективность текущих затрат.

Эффективность производства определяется соотношением эффекта с ресурсами или затратами. Тогда речь идет о прямом показателе эффективности. Существует и обратный показатель, т. е. эффективность производства определяется соотношением ресурсов или затрат с полученным эффектом. При этом в качестве характеристики эффекта могут выступать показатели продукции либо прибыли. В качестве характеристики ресурсов используются показатели численности работников, объема средств труда и предметов труда, т.е. основных и оборотных средств.

У каждого из этих элементов производства есть показатели, характеризующие затраты на них:

- трудовым ресурсам в части их использования соответствуют текущие затраты на оплату труда;

- основным средствам – текущие затраты в виде амортизации;
- предметам труда – материальные затраты.

Тогда расчет обратного показателя эффективности производства может быть представлен как

$$\Theta = \frac{Z}{P} = \frac{ЗЖТ + ЗСТ + ЗПТ}{P} = \frac{ЗЖТ}{P} + \frac{ЗСТ}{P} + \frac{ЗПТ}{P} = \frac{OT}{P} + \frac{A}{P} + \frac{M}{P} \quad (22.1)$$

или

$$\Theta = O + A' + M', \quad (22.2)$$

где Z – общая сумма затрат;

$ЗЖТ$ – затраты живого труда;

$ЗСТ$ – затраты средств труда;

$ЗПТ$ – затраты предметов труда;

OT – затраты на оплату труда;

A – сумма амортизации;

M – материальные затраты;

P – результат производства (например объем производства);

$\frac{Z}{P}$ – затраты на рубль продукции (работ, услуг);

$\frac{OT}{P}$ – оплатоемкость продукции (O);

$\frac{A}{P}$ – амортизациоёмкость продукции (A');

$\frac{M}{P}$ – материалоемкость продукции (M').

Изучение экономической эффективности с применением статистических методов позволяет строить системы пропорций, основанных на понятии экономических нормалей или, в современном понимании, динамических нормативов.

Считается, что важнейшие экономические показатели должны находиться в определенных соотношениях между собой для обеспечения нормального устойчивого развития. Так, например,

$$I_n > I_{onn} > I_{oc} > I_z > I_m,$$

где I_n – темп роста прибыли;

I_{onn} – темп роста объема производства продукции, работ, услуг;

I_{oc} – темп роста основных и оборотных средств;

I_z – темп роста средней заработной платы;

I_m – темп роста среднесписочной численности ППП.

В современных условиях акцент в оценке эффективности деятельности предприятия делается на устойчивость его финансового положения. Имеются определенные системы тактических динамических

нормативов, позволяющих сделать вывод о сохранении устойчивого финансового положения при соблюдении следующих соотношений:

$$I_{чп} > I_{нр} > I_{вр} > I_{дс} > I_{со} > I_o > I_з > I_k > I_{ко} > I_d > I_{нд} > I_{нк},$$

где $I_{чп}$ – темп роста чистой прибыли;

$I_{нр}$ – темп роста прибыли от реализации продукции;

$I_{вр}$ – темп роста выручки от реализации продукции;

$I_{дс}$ – темп роста денежных средств и краткосрочных финансовых вложений;

$I_{со}$ – темп роста собственных оборотных средств;

I_o – темп роста оборотных активов;

$I_з$ – темп роста запасов и затрат (включая НДС, без товаров отгруженных);

I_k – темп роста кредиторской задолженности;

$I_{ко}$ – темп роста краткосрочных обязательств;

I_d – темп роста дебиторской задолженности;

$I_{нд}$ – темп роста просроченной дебиторской задолженности;

$I_{нк}$ – темп роста просроченной задолженности кредиторам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батуева, А. Д. Статистика : учеб. пособие / А. Д. Батуева, Е. П. Петецкая, М. А. Кокарев. – Москва : Издательство «Экзамен», 2008. – 255с.
2. Доннели, Р. А. Статистика / Р. А. Доннели; пер. с англ. Н.А.Ворониной. – Москва : АСТ : Астрель, 2007. – 367 с.
3. Елисеева, И. И. Общая теория статистики : учебник / под ред. И. И. Елисеевой, И. И. Юзбашева. – Москва : Финансы и статистика, 1995. – 368 с.
4. Ефимова, М. Р. Практикум по общей теории статистики : учеб. пособие / М. Р. Ефимова. – Москва : Финансы и статистика, 2000. – 280 с.
5. Касаева, Т. В. Статистика предприятия : курс лекций / Т. В. Касаева. – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – 151 с.
6. Республика Беларусь. Законы. О государственной статистике : закон Республики Беларусь, 28 ноября 2004 г. // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2004. – № 192.
7. Республика Беларусь. Об утверждении инструкции по анализу и контролю за финансовым состоянием и платежеспособностью субъектов предпринимательской деятельности : постановление Министерства Финансов Республики Беларусь, Министерства Экономики Республики Беларусь, Министерства Статистики и анализа Республики Беларусь : принято 14.05.2004г. № 81/128/65 // Нац. реестр правовых актов РБ. – 2004. – № 90.
8. Рязов, Н. Н. Общая теория статистики : учебник / Н. Н. Рязов – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Финансы и статистика, 1984. – 343 с.
9. Общая теория статистики. Статистическая методология в изучении коммерческой деятельности : учебник / А. И. Харламов [и др.] ; под ред. А. А. Спирина. – Москва : Финансы и статистика, 1994. – 296 с.
10. Общая теория статистики : учебник / А. Я. Боярский [и др.] ; под ред. А. М. Гольдберга. – Москва : Финансы и статистика, 1985. – 367 с.
11. Переяслова, И. Г. Основы статистики : учеб. пособие / И. Г. Переяслова, Е. Б. Колбачев. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1999. – 320 с.
12. Годин, А. М. Статистика : учебник / А. М. Годин. – Москва : Дашков и К, 2005. – 472с.
13. Переяслова, И. Г. Статистика : учеб. пособие / И. Г. Переяслова, Е. Б. Колбачев, О. Г. Переяслова. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2005. – 282с.
14. Колесникова, И. И. Статистика : учеб. пособие / И. И. Колесникова, Г. В. Круглякова. – Москва : Новое знание, 2006. – 208 с.

15. Статистика : учеб. пособие / Л. П. Харченко [и др.] ; Новосибирская государственная академия экономики и управления. – Москва : Инфра, 2005. – 384 с.

16. Статистика. Показатели и методы анализа : справ. пособие / Н. Н. Бондаренко [и др.] ; под ред. М. М. Новикова – Минск : Современная школа, 2005. – 628 с.

17. Статистика промышленности : учебник / В. Е. Адамов [и др.] ; под ред. В. Е. Адамова. – Москва : Финансы и статистика, 1987. – 320 с.

18. Сиденко, А. В. Статистика : учебник / А. В. Сиденко, Г. Ю. Попов, В. М. Матвеева. – Москва : Издательство «Дело и Сервис», 2000. – 464 с.

19. Статистика : национальные счета, показатели и методы анализа : справочное пособие / Н. П. Дашинская [и др.] ; под ред. И. Е. Теслюка. – Минск, 1995. – 340 с.

20. Теория статистики : учебник / под ред. проф. Г. Л. Громько. – Москва : ИНФРА-М, 2000. – 414 с.

21. Чичкан, Л. Г. Статистика в промышленности : учебно-методическое пособие для студентов вузов / Л. Г. Чичкан. – Минск : НО ООО «БИП-С», 2002. – 110 с.

22. Шимко, П. Д. Статистика / П. Д. Шимко, М. П. Власов. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. – 448 с.

23. Экономика и статистика фирм / под ред. проф. С. Д. Ильенковой. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 256 с.

Учебное издание

Касаева Тамара Васильевна

СТАТИСТИКА

Курс лекций

Редактор *Н. И. Карташева*
Технический редактор *С.И. Прихожая*
Корректор *Е. М. Богачева*
Компьютерная верстка *Н. В. Абазовская*

Подписано к печати 15.11.2010. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1. Гарнитура «Таймс». Усл.печ. листов 20,0. Уч.-изд. листов 18,9. Тираж 99 экз. Заказ № 452.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.