**ТЕМА 2. АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА**

**2.1 Анализ спроса как оценка, позволяющая принять решение о способе управления запасами.**

**2.2 Применение ABC/XYZ – анализа в управлении запасами.**

**2.3 Графический анализ распределения частоты определенного размера спроса на товар за период.**

**2.4 Стандартное отклонение спроса.**

**2.5 Определение качества прогноза.**

**2.1 Анализ спроса как оценка, позволяющая принять решение о способе управления запасами**

Основная расчетная величина в условиях независимого спроса – это *необходимый для снижения неопределенности спроса страховой запас*. Этот запас должен также снизить риск задержек поставок.

Для определения всех величин, связанных с содержанием и пополнением запасов (в том числе и страхового запаса) необходимо выполнение:

*- анализа размера и изменчивости спроса,*

*- прогноз будущего спроса,*

и определение:

-  *длительности цикла поставок,*

*- необходимого уровня обслуживания клиентов,*

*- издержек пополнения и содержания запасов.*

Основные взаимосвязи между указанными элементами, а также процесс управления запасами в целом представлен на рисунке 1 (***Слайд***).

На объективные элементы внешней среды (изменчивость спроса, колеблемость срока поставок) накладываются внутренние факторы: требуемый уровень обслуживания клиентов и издержки пополнения и хранения запасов (хотя и они в значительной степени определяются внешними факторами). Объединение данных элементов в единую систему переменных дает возможность принимать решения, касающиеся выбора ассортиментных позиций, по которым содержится запас, принципов осуществления поставок, их размера, уровня страхового запаса и системы контроля состояния запасов. Решения определяются уровнем издержек и требуемым уровнем обслуживания клиентов.

Обычно запас состоит из трёх частей: текущего, страхового и сверхнормативного (рис. ***Слайд к теме 1***).

Таким образом, задачи управления запасами в условиях независимого спроса:

• оптимальное (экономичное) формирование текущего запаса;

• определение обоснованного уровня обслуживания потребителей и уровня страхового запаса;

• устранение сверхнормативной части страхового запаса.

Около ста лет назад итальянский экономист Вильфредо Парето провел ряд исследований распределения доходов в Италии. И обнаружил, что 80% дохода компании приносят 20% ее персонала. Продолжив исследования, ученые обнаружили, что, как правило, 80% результата любого процесса обеспечиваются 20% участвующими в этом процессе факторами.

В результате появилось **правило «80:20»**:

* 80% выручки обеспечивают 20% торгового персонала;
* 80% выручки приносят 20% ваших покупателей;
* 80% продаж из запасов происходит по 20% товарных позиций.

***Салйд***

**2.2 Применение ABC/XYZ – анализа в управлении запасами**

В процессе ABC – классификации, товары, приносящие 80% выручки, обычно получают ранг А. Он может быть присвоен 5, 10 или 20% товарных позиций.

Остальные товары, приносящие 20% выручки, обычно ранжируются так:

15% выручки – ранг В;

5% выручки – ранг С.

***Подробно данный раздел лекции представлен на Слайде Презентации и рассмотрен на конкретном примере практических задач.***

АВС-анализ имеет определенный порядок:

**Первый шаг:** Определить объекты анализа

Клиент, Поставщик, Товарная группа/подгруппа, Номенклатурная единица, и т.п.

**Второй шаг:** Определить параметр, по которому будет проводиться анализ объекта

Средний товарный запас, руб.; Объем продаж, руб.; Доход, руб.; Количество единиц продаж, шт.; Количество заказов, шт. и т.п.

**Третий шаг:** Сортировка объектов анализа в порядке убывания значения параметра.

**Четвертый шаг:** Определение групп А, В и С.

Для определения принадлежности выбранного объекта к группе необходимо:

Рассчитать долю параметра от общей суммы параметров выбранных объектов

Рассчитать эту долю с накопительным итогом.

Присвоить значения групп выбранным объектам.

***Алгоритм проведения АВС – классификации*** представлен в следующем примере.

**Пример 1.** *Таблица 1 содержит список товаров, проданных в течение года. Возле кода товара, в таблице содержится цена за единицу, число проданных единиц и общий товарооборот. Необходимо определить группы А, B и C.*

*Таблица 1.* Исходные данные для ABC - анализа

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | D | E |
| № | Код товара | Цена за единицу, у.е. | Количество проданных единиц | Товарооборот, у.е. |
|  | KK001 | 10 | 1162 | 11620 |
|  | KK002 | 30 | 37 | 1110 |
|  | KK003 | 100 | 5804 | 580400 |
|  | KK004 | 950 | 44 | 41800 |
|  | KK005 | 25 | 182 | 4550 |
|  | KK006 | 12 | 292 | 3504 |
|  | KK007 | 85 | 263 | 22355 |
|  | KK008 | 22 | 414 | 9108 |
|  | KK009 | 15 | 184 | 2760 |
|  | KK010 | 50 | 448 | 22400 |
|  | KL001 | 35 | 390 | 13650 |
|  | KL002 | 5 | 82901 | 414505 |
|  | KL003 | 5 | 630 | 3150 |
|  | KL004 | 10 | 385 | 3850 |
|  | KL005 | 10 | 1960 | 19600 |
|  | KL006 | 20 | 1383 | 27660 |
|  | KL007 | 5 | 2541 | 12705 |
|  | KL008 | 50 | 2764 | 138200 |
|  | KL009 | 55 | 101 | 5555 |
|  | KL010 | 30 | 829 | 24870 |
|  | KM001 | 18 | 1839 | 33102 |
|  | KM002 | 45 | 1108 | 49860 |
|  | KM003 | 60 | 210 | 12600 |
|  | KM004 | 120 | 484 | 58080 |
|  | KM005 | 8 | 10710 | 85680 |
|  | KM006 | 55 | 5527 | 303985 |
|  | KM007 | 4 | 140 | 560 |
|  | KM008 | 10 | 1659 | 16590 |
|  | KM009 | 180 | 1383 | 248940 |
|  | KM010 | 75 | 2582 | 193650 |
|  | KN001 | 315 | 707 | 222705 |
|  | KN002 | 8 | 13786 | 110288 |
|  | KN003 | 5 | 441 | 2205 |
|  | KN004 | 10 | 856 | 8560 |
|  | KN005 | 20 | 373 | 7460 |
|  | KN006 | 15 | 424 | 6360 |
|  | KN007 | 65 | 187 | 12155 |
|  | KN008 | 20 | 497 | 9940 |
|  | KN009 | 60 | 184 | 11040 |
|  | KN010 | 70 | 151 | 10570 |

Чтобы выделить группы A, B и C, действуем следующим образом:

1. Колонки B, C, D и E сортируем по убыванию в соответствии со значением колонки E («Товарооборот»). Если данные размещены в таблице Microsoft Excel, можно использовать его стандартные функции.

2. Определяем общую сумму товарооборота для всех указанных позиций. В данном случае она равна 2767682 у.е.

3. Вводим колонку F, в которой по каждой позиции определяем ее долю в общем товарообороте.

4. Вводим колонку G, в которой суммируем нарастающим итогом долю, вычисленную в колонке F.

5. Как группу A выделяем позиции, нарастающая сумма которых в общем товарообороте ограничена 80%, для группы B - 95%, остальные позиции - относим к группе C. В таблице 2 показаны данные после выполнения всех указанных шагов.

*Таблица 2.* Таблица 1, преобразованная в соответствии с последовательностью ABC анализа

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | D | E | F | G | Группа |
| № | Код  товара | Цена за единицу, у.е. | Количество проданных единиц | Товарооборот, у.е. | Доля в товарообороте, % | Доля в товарообороте нарастающим итогом, % |
|  | KK003 | 100 | 5804 | 580400 | 21,0 | 21,0 | A |
|  | KL002 | 5 | 82901 | 414505 | 15,0 | 35,9 | A |
|  | KM006 | 55 | 5527 | 303985 | 11,0 | 46,9 | A |
|  | KM009 | 180 | 1383 | 248940 | 9,0 | 55,9 | A |
|  | KN001 | 315 | 707 | 222705 | 8,0 | 64,0 | A |
|  | KM010 | 75 | 2582 | 193650 | 7,0 | 71,0 | A |
|  | KL008 | 50 | 2764 | 138200 | 5,0 | 76,0 | A |
|  | KN002 | 8 | 13786 | 110288 | 4,0 | 79,9 | A |
|  | KM005 | 8 | 10710 | 85680 | 3,1 | 83,0 | B |
|  | KM004 | 120 | 484 | 58080 | 2,1 | 85,1 | B |
|  | KM002 | 45 | 1108 | 49860 | 1,8 | 86,9 | B |
|  | KK004 | 950 | 44 | 41800 | 1,5 | 88,5 | B |
|  | KM001 | 18 | 1839 | 33102 | 1,2 | 89,6 | B |
|  | KL006 | 20 | 1383 | 27660 | 1,0 | 90,6 | B |
|  | KL010 | 30 | 829 | 24870 | 0,9 | 91,5 | B |
|  | KK010 | 50 | 448 | 22400 | 0,8 | 92,4 | B |
|  | KK007 | 85 | 263 | 22355 | 0,8 | 93,2 | B |
|  | KL005 | 10 | 1960 | 19600 | 0,7 | 93,9 | B |
|  | KM008 | 10 | 1659 | 16590 | 0,6 | 94,5 | B |
|  | KL001 | 35 | 390 | 13650 | 0,5 | 95,0 | B |
|  | KL007 | 5 | 2541 | 12705 | 0,5 | 95,4 | C |
|  | KM003 | 60 | 210 | 12600 | 0,5 | 95,9 | C |
|  | KN007 | 65 | 187 | 12155 | 0,4 | 96,3 | C |
|  | KK001 | 10 | 1162 | 11620 | 0,4 | 96,7 | C |
|  | KN009 | 60 | 184 | 11040 | 0,4 | 97,1 | C |
|  | KN010 | 70 | 151 | 10570 | 0,4 | 97,5 | C |
|  | KN008 | 20 | 497 | 9940 | 0,4 | 97,9 | C |
|  | KK008 | 22 | 414 | 9108 | 0,3 | 98,2 | C |
|  | KN004 | 10 | 856 | 8560 | 0,3 | 98,5 | C |
|  | KN005 | 20 | 373 | 7460 | 0,3 | 98,8 | C |
|  | KN006 | 15 | 424 | 6360 | 0,2 | 99,0 | C |
|  | KL009 | 55 | 101 | 5555 | 0,2 | 99,2 | C |
|  | KK005 | 25 | 182 | 4550 | 0,2 | 99,4 | C |
|  | KL004 | 10 | 385 | 3850 | 0,1 | 99,5 | C |
|  | KK006 | 12 | 292 | 3504 | 0,1 | 99,6 | C |
|  | KL003 | 5 | 630 | 3150 | 0,1 | 99,8 | C |
|  | KK009 | 15 | 184 | 2760 | 0,1 | 99,9 | C |
|  | KN003 | 5 | 441 | 2205 | 0,1 | 99,9 | C |
|  | KK002 | 30 | 37 | 1110 | 0,0 | 100,0 | C |
|  | KM007 | 4 | 140 | 560 | 0,0 | 100,0 | C |
|  |  |  |  | 2767682 |  |  |  |

Результаты, полученные после преобразования данных и представленные в таблице 2. можно проиллюстрировать графически в виде кривой Лоренца. Она показана на рисунке 5. По оси Х откладывается нарастающая доля числа товарных позиций в общем их количестве, а по оси У – соответствующая им нарастающая доля в общем товарообороте.

***Слайд***

Такую классификацию объектов можно использовать в качестве основы для осуществления контроля запасов: наивысший уровень обслуживания и обеспечивается для товаров категории А, чуть меньший уровень — для товаров категории В и, наконец, самый низкий — для товаров категорий С.

Концепция приоритетов обслуживания товаров может быть расширена для учета приоритетности клиентов.

Поскольку то же самое правило 80/20 применимо к покупателям, так же как и к товарам, то имеет смысл сконцентрировать использование ресурсов на работе с ключевыми клиентами и сключевыми товарами.

***Слайд***

**XYZ-классификация**

Похожее распределение также можно осуществить в группе B и в группе C. Отсюда следует, что кроме товарооборота следует учитывать количество проданных товаров. Классификация по такому критерию называется ***XYZ - классификацией.***

Основным признаком классификации XYZ является характер спроса (продаж):

* товары, продаваемые в больших количествах, имеющие массовый характер спроса – группа X;
* товары, потребляемые в средних размерах (в количественном выражении) – группа Y;
* товары, продаваемые нерегулярно, разово – группа Z.

Если известны данные за несколько периодов (дней, месяцев, кварталов) в соответствии с XYZ – классификацией весь ассортимент (ресурсы) делят на три группы в зависимости от степени равномерности спроса и точности прогнозирования следующим образом.

В группу *Х* включают товары, спрос на которые равномерен, либо подвержен незначительным колебаниям. Объем реализации по товарам, включенным в данную группу, хорошо предсказуем.

В группу *Y* включают товары, которые потребляются в колеблющихся объемах. В частности, в эту группу могут быть включены товары с сезонным характером спроса. Возможности прогнозирования спроса по товарам группы *Y* — средние.

В группу *Z* включают товары, спрос на которые возникает лишь эпизодически. Прогнозировать объемы реализации товаров группы Z сложно.

Признаком, на основе которого конкретную позицию ассортимента относят к группе Х, *Y* или Z, является ***коэффициент вариации спроса*** по этой позиции.

***Слайд***



Возможный алгоритм дифференциации ассортимента на группы XYZ:

*X – V<*10%

*Y* – 10%*≤V<*25%

*Z* – 25%*≤V*

Наложением результатов XYZ–анализа на данные ABC-метода получаем 9 групп ресурсов, для каждой из которых менеджеры фирмы должны разработать свои техники управления.

Группы AX, AY и AZ требуют наибольшего внимания с логистической точки зрения, для них необходимо тщательное планирование потребности, нормирование расхода, ежедневный учет и контроль, постоянный анализ отклонений от запланированных показателей. Причем для категории AX следует рассчитывать оптимальный размер закупок и использовать технологию «Just in Time». А для категории AZ эффективнее использовать систему снабжения по запросам с обязательным расчетом величины страхового запаса.

**Пример 2**

Провести классификацию ABC/XYZ для товаров, представленных в примере 1.

При выполнении классификации произвольно примем следующие границы деления на группы XYZ: для продажи в размере 1-100 штук - группа Z, в размере от 101 до 500 - группа Y, выше 500 - группа X. Результаты классификации представлены в таблице 3.

Проведенная в соответствии с принятыми критериями классификация ABC/XYZ даёт основание для дифференцированного подхода в управлении запасами отдельных позиций, от самых значимых по стоимости продаж и продаваемых в больших количествах (группа AX), до малозначимых по стоимости и продаваемых нерегулярно, в небольших количествах (группа CZ).

Критерии классификации ABC обычно следуют из характера отрасли и места размещения запаса в логистической цепи (напр. в соответствии с различным положением разделяющего пункта).

*Таблица 3.* Результат классификации ABC/XYZ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | X | Y | Z |
| A | KL002  KN002  KK003  KM006 | KL008  KM010  KM009  KN001 | KK003  KM010  KM006  KL008  KN002  KL002 |
| В | KM005 | KL005  KM001  KM008  KL006  KM002  KL010 | KM004  KK010  KL001  KK007  KK004 |
| C |  | KL007  KK001  KN004  KL003 | KN008  KN003  KN006  KK008  KL004  KN005  KK006  KM003  KN007  KN009  KK009  KK005  KN010  KM007  KL009  KK002 |

Проведя классификацию ABC/XYZ в примере 2 можно отметить, что самый большой спрос на изделия KL002 (82901 штук в течение года) распределяется равномерно и означает большую частоту покупки. Хотя возможно, что данные изделия купили 8 крупных клиентов по 10000 и остальные 2901 – индивидуальные клиенты. Такой характер спроса отличается от 82901 индивидуальной покупки. Поэтому необходимо ввести понятие профиля спроса, характеризующего скорость потребления.

**2.3 Графический анализ распределения частоты определенного размера спроса на товар за период**

Очень важно уметь определять ***профиль спроса***, который является основой выбора одного из основных теоретических распределений частоты. Рассмотрим, как часто встречались отдельные размеры продаж на некоторые товары, отнесенные к категории A из таблицы 2.

***Слайд***

*Рассмотрим продажи изделия* KM009 *за один квартал (для ограничения числа рассматриваемых данных).* *В таблице 4 указана величина спроса (количественно) по дням квартала. Определим профиль спроса на данное изделие.*

*Таблица 4.* Спрос на изделие KM009 по дням квартала

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дни недели | Недели квартала | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Понедельник | 5 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 5 | 2 | 4 | 0 | 4 |
| Вторник | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 6 | 2 | 1 |
| Среда | 3 | 3 | 3 | 6 | 4 | 1 | 6 | 7 | 3 | 3 | 4 | 6 | 10 |
| Четверг | 1 | 2 | 2 | 4 | 5 | 2 | 4 | 0 | 5 | 4 | 7 | 4 | 1 |
| Пятница | 9 | 6 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 |
| Суббота | 3 | 3 | 4 | 6 | 2 | 3 | 6 | 3 | 1 | 5 | 6 | 1 | 5 |

Рисунок 7 иллюстрирует графически изменение спроса за рассматриваемый отрезок времени

*Рис. 7.* Графическое представление данных из таблицы 2.

***Слайд***

Определение частоты отдельных значений количества можно выполнить с помощью Excel (используя функцию СЧЁТЕСЛИ). Результат такого анализа выполненного по данным таблицы 2 представлен на рисунке 7. Полученное распределение называется экспериментальным (эмпирическим), так как является результатом непосредственного анализа экспериментальных данных.

Часто более удобно и практически приемлемо определять профиль спроса на основе еженедельных данных. Особенно это касается товаров со значительным размером оборота, например KL002 из примера 1.



*Рис. 8.* Распределение размеров продаж изделия KM009

**Пример 4**

*В таблице 5 представлен еженедельный спрос на изделие* KL002 *из примера 1. Установить эмпирическое распределение частоты спроса и представить его профиль. Ограничить число значений посредством агрегации данных.*

*Таблица 5.* Еженедельный спрос на изделие KL002

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 56 | 58 | 57 | 60 | 65 | 62 | 68 | 66 | 62 | 59 | 65 | 64 | 66 |
| 66 | 68 | 67 | 71 (max) | 59 | 62 | 66 | 66 | 59 | 53 | 65 | 61 | 59 |
| 64 | 60 | 66 | 53 | 59 | 54 | 60 | 55 | 58 | 63 | 62 | 61 | 63 |
| 61 | 59 | 69 | 54 | 62 | 59 | 58 | 64 | 60 | 61 | 64 | 66 | 51 (min) |

Анализ и построение профиля выполняем следующим образом:

1. Находим минимальную (qmin) и максимальную (qmax) сумму спроса в исследуемом периоде (соответственно 51 и 71 единиц).

2. Задаем определенное число интервалов равной длины внутри интервала (qmin; qmax). Лучше, если число интервалов удовлетворяет условию < k <, где *n* число данных.

3. Включаем отдельные значения спроса в исследуемом периоде в соответствующие интервалы и определяем число значений в каждом из интервалов.

4. Представляем полученный ряд распределения графически в виде гистограммы как профиль спроса.

Следуя указанному алгоритму, получаем профиль спроса, представленный на рис. 9.



*Рис. 9.* Профиль недельного спроса для изделия KL002

Профиль спроса, полученный в соответствии с указанным алгоритмом, является хорошим источником информации о природе спроса на данный материал (товар). Однако трудно себе представить применение такого алгоритма в случае одновременного управления многими тысячами позиций. Кроме того, кроме качественной информации о характере спроса, необходима также и количественная, позволяющая рассчитывать уровень обслуживания клиентов и страховой запас.

**2.4 Стандартное отклонение спроса**

Отсюда следует необходимость подгонки эмпирического распределения к одному из теоретических.

**Пример 5**

*Подобрать теоретическое распределение, описывающее характер спроса на изделие, по данным, представленным в таблице 6.*

*Таблица 6.* Распределение размера спроса на изделие

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер спроса | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Количество дней | 253 | 52 | 6 | 1 |

Как видно из данных таблицы, в течение года продали 67 штук этого изделия. Спрос на это изделие единичный и можно предположить, что вероятность его покупки отдельным покупателем очень мала. В таких случаях, когда много клиентов, но низкая вероятность покупки - очень хорошим приближением эмпирического распределения является распределение Пуассона.

*Рис. 10.* Распределение Пуассона, как теоретическое распределение, описывающее спрос на изделие

Распределение Пуассона используется для редко продаваемых товаров, когда средний размер спроса (в единицу времени) q приблизительно равен его среднему стандартному отклонению ; вероятность того, что в данный день будет спрос на *х* единиц изделий равна (где *е* - основание натурального логарифма).

При этом:

; 

При годовом спросе в размере 67 штук, средний дневной спрос *q* = 0,215 (при 312 рабочих днях), стандартное отклонение  Таким образом,  и для описания эмпирического распределения дневного спроса в данном случае подходит ***распределение Пуассона*** при среднем дневном спросе *q*= 0,215. Соответствие принятого теоретического распределения эмпирическому можно определить с помощью одного из статистических тестов. На рисунке 10 показаны оба распределения эмпирическое и принятое теоретическое распределение Пуассона. Рисунок подтверждает большое соответствие данных распределений.

**Пример 6**

*Подобрать теоретическое распределение, описывающее характер спроса на изделие, по данным, представленным в таблице 2.7.*

*Таблица 7.* Распределение размера спроса на изделие

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер спроса | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Количество дней | 10 | 56 | 77 | 71 | 48 | 25 | 14 | 5 | 3 | 2 | 1 |

На данном примере видно, что с увеличением среднего дневного спроса *q* меняется форма профиля спроса. Однако в данном случае *q*=2,92 а и . Поэтому и здесь можно принять распределение Пуассона как приближенное теоретическое. Сравнение эмпирического и теоретического распределений показано на рисунке 11.



*Рис. 11.* Распределение Пуассона, как теоретическое распределение, описывающее спрос на изделие

**Пример 7**

*Подобрать теоретическое распределение, описывающее характер спроса на изделие по данным, представленным в таблице 8.*

*Таблица 8.* Распределение размера спроса на изделие

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер спроса | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Количество дней | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 | 4 | 6 | 16 | 36 | 54 | 65 | 50 | 40 | 18 | 9 | 4 | 2 |

В этом случае *q*=9,94 а , т.е. . Попытка применить в данном случае распределение Пуассона неудачна (рисунок 12).

В условиях, когда спрос на товар значительно варьирует и достаточно велик, для описания характера спроса чаще всего используют ***нормальное распределение***. Оно характеризуется двумя параметрами – средней величиной спроса и его стандартным отклонением. На рисунке 13 графически представлено эмпирическое распределение спроса и его нормальное распределение с параметрами *q*=9,94 а . На рисунке заметно, что нормальное распределение достаточно близко к экспериментальному.



*Рис. 12.* Пример плохого описания распределения среднего спроса с использованием распределения Пуассона



*Рис. 13.* Нормальное распределение как модель описания характера спроса на изделие

Третье теоретическое распределение, часто применяемое для описания характера спроса на товары, - ***экспоненциальное распределение***. Оно применяется тогда, когда мы имеем дело с совершенно „свободной" продажей (расходом), но при расчете среднего спроса и стандартного отклонения получаем .

**Пример 8**

*Сырье используется в незначительных количествах со значительным его варьированием. В таблице .9 представлены эмпирические данные дневной потребности на данный материал. Подобрать теоретическое распределение, описывающее распределение данной потребности.*

*Таблица .9.* Распределение потребности в материале

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размер спроса | 0-1 | 1-2 | 2--3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 |
| Количество дней | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 | 4 | 6 | 16 | 36 | 54 | 65 | 50 | 40 | 18 |

Средний размер потребности в данном случае *q*=2,07, а , т.е.  и есть основание применить в данном случае экспоненциальное распределение. Рисунок 14 подтверждает хорошее приближение при его использовании.



*Рис. 14.* Экспоненциальное распределение как модель описания характера спроса на материал

***Слайды***

**2.5 Определение качества прогноза**

Еще одним полезным показателем при характеристике спроса - коэффициент вариации, который определяется как отношение стандартного отклонения спроса к его среднему значению и часто выражается в процентах:



Его ценность в том, что он помогает предварительно предположить характер распределения. Он характеризует степень разброса средней величины спроса и качество прогнозов.

Спрос формируется под влиянием многих факторов, одни из которых, будучи основными, определяют закономерность, тенденцию развития, другие – случайные – вызывают колебания уровней. Можно выделить: сезонные изменения, краткосрочный и долгосрочный тренд и случайные отклонения.

Изучая динамику изменения спроса эти составляющие пытаются разделить и выявить основную закономерность его изменения в отдельные периоды, т.е. ***выявить общую тенденцию в изменении спроса, освобожденную от действия случайных факторов***. С этой целью ряды динамики подвергают обработке.

Существует несколько методов обработки рядов динамики, помогающих выявить основную тенденцию изменения уровней ряда. К ним относятся: метод укрупнения интервалов; метод скользящей средней и аналитическое выравнивание.

Во всех методах вместо фактических уровней при обработке ряда рассчитываются иные (расчетные) уровни, в которых тем или иным способом взаимопогашается действие случайных факторов и тем самым уменьшается колеблемость уровней. Последние в результате становятся как бы «выравненными», «сглаженными» по отношению кисходным фактическим данным. Такие методы обработки рядов называются *сглаживанием* или *выравниванием* рядов динамики.

***Метод укрупнения интервалов*** применяют если первоначальные уровни ряда относятся к коротким промежуткам времени. Расчет итогового значения или средней величины исследуемого показателя за укрупненные промежутки времени позволяет более четко выявить закономерность изменения показателя во времени.

При использовании ***метода скользящей средней*** фактические уровни заменяют средними уровнями, рассчитанными для последовательно подвижных (скользящих) укрупненных интервалов, охватывающих m уровней ряда.

Например, если принять m=3, то сначала рассчитывается средняя величина из первых трех уровней, затем находится средняя величина из второго, третьего и четвертого уровней, потом из третьего, четвертого и пятого и т.д., т.е. каждый раз в сумме трех уровней появляется один новый уровень, а два остаются прежними.

Это обуславливает взаимопогашение случайных колебаний в средних уровнях. Расчитанные из m членов скользящие средние относятся к середине (центру) каждого рассматриваемого интервала.

Сглаживание методом скользящей средней можно проводить по любому числу членов *т,* но удобнее, если *т —* нечетное число, так как. в этом случае скользящая средняя сразу относится к конкретной временной точке — середине (центру) интервала.

Если же *т-*четное,то скользящая средняя относится к промежутку между временными точками.

Тогда, чтобы сглаженные уровни относились непосредственно к конкретным временным точкам (датам), из каждой пары смежных промежуточных значений скользящих средних находят среднюю арифметическую, которую и относят к определенной дате (периоду). Такой прием двойного расчета сглаженных уровней называется *центрированием.*

Недостатком метода скользящей средней является то, что сглаженный ряд «укорачивается» по сравнению с фактическим с двух концов: при нечетном *m* на *(т —* 1)/2 с каждого конца, а при четном — на *т/2* скаждого конца.

 Этот метод сглаживания, как и укрупнение интервалов, является механическим и не позволяет выразить общую тенденцию изменения уровней в виде математической модели.

Суть ***аналитического выравнивания*** заключается в замене эмпирических (фактических) уровней, теоретическими, которые рассчитаны по определенному уравнению, принятому за математическую модель тренда, где теоретические уровни рассматриваются как функция времени:

Задача аналитического выравнивания сводится к следующему: определение на основе фактических данных вида (формы) гипотетической функции, способной наиболее адекватно отразить тенденцию развития исследуемого показателя; нахождение по эмпирическим данным параметров указанной функции (уравнения); расчет по найденному уравнению теоретических (выровненных) уровней.

Колебания уровней ряда могут носить разный характер. Наряду с трендом выделяют: циклические (долгопериодические); сезонные (обнаруживаемые в рядах, где данные приведены за кварталы или месяцы); случайные колебания (рис. 15).

В рядах динамики, уровни которых являются месячными или квартальными показателями, наряду со случайными колебаниями часто наблюдаются сезонные колебания, под которыми понимается периодически повторяющееся из года в год повышение и снижение уровней в отдельные месяцы или кварталы.

При изучении рядов динамики, содержащих «сезонную волну», ее выделяют из общей колеблемости уровней и измеряют. Существует ряд методов для решения этой задачи.

Все они основаны на сравнении фактических уровней каждого месяца (или квартала) со средним уровнем, предполагающим равномерное распределение годового показателя по месяцам (или кварталам), либо со сглаженными скользящими средними или выравненными по уравнению тренда.

При этом для измерения «сезонной волны» рассчитывают либо абсолютные разности (отклонения) фактических уровней от среднего уровня (или от выравненных), либо отношения месячных уровней к среднему месячному уровню за год, так называемые индексы сезонности:



Рис. 15. Изменение спроса во времени

Зная уравнение тренда и средние индексы сезонности, можно продлить ряд, т.е. спрогнозировать квартальные уровни при условии, что выявленная закономерность развития устойчива и сохранится в прогнозируемом периоде (рис. 16).

На практике для конкретного ассортимента используется один из показателей уровня обслуживания клиентов. Выбор показателя должен основываться на характеристиках материала (товара), его назначении, а также последствиях, связанных с появлением недостатка в запасах.

*Рис. 16.* Прогноз спроса с учетом сезонности

***Примеры представлены на Слайдах презентации и рассмотрены в практических занятиях.***

***Анализ длительности цикла пополнения запасов – Слайды.***