

ЗАКОН ПАРЕТО

Закон Парето, или принцип Парето, или принцип 20/80 — эмпирическое правило, названное в честь экономиста и социолога Вильфредо Парето, в наиболее общем виде формулируется как «*20 % усилий дают 80 % результата, а остальные 80 % усилий — лишь 20 % результата*». Может использоваться как базовая установка в анализе факторов эффективности какой-либо деятельности и оптимизации её результатов: правильно выбрав минимум самых важных действий, можно быстро получить значительную часть от планируемого полного результата, при этом дальнейшие улучшения неэффективны и могут быть неоправданы (согласно кривой Парето).

Диаграмма Парето — инструмент, позволяющий распределить усилия для разрешения возникающих проблем и выявить основные причины, с которых нужно начинать действовать.

Д. Джуран применил диаграмму М. Лоренца в сфере контроля качества для классификации проблем качества на немногочисленные, но существенно важные и многочисленные, но несущественные и назвал этот метод **анализом Парето**. Он указал, что в большинстве случаев подавляющее число дефектов и связанных с ними потерь возникают из-за *относительно небольшого числа причин*, проиллюстрировав это с помощью диаграммы, которая получила название **диаграммы Парето**.

В повседневной деятельности по контролю и управлению качеством постоянно возникают всевозможные проблемы, связанные, например, с появлением брака, неполадками оборудования, увеличением времени от выпуска партии изделий до ее сбыта, наличием на складе нереализованной продукции, поступлением рекламаций.

Диаграмма Парето позволяет распределить усилия для разрешения возникающих проблем и установить основные факторы, с которых нужно начинать действовать с целью преодоления возникающих проблем.

Различают два вида диаграмм Парето:

1. Диаграмма Парето по результатам деятельности. Предназначена для выявления главной проблемы и отражает нежелательные результаты деятельности, связанные:

- с *качеством* (дефекты, поломки, ошибки, отказы, рекламации, ремонты, возвраты продукции);
- с *себестоимостью* (объем потерь; затраты);
- *сроками* поставок (нехватка запасов, ошибки в составлении счетов, срыв сроков поставок);
- *безопасностью* (несчастные случаи, трагические ошибки, аварии).

2. Диаграмма Парето по причинам. Отражает причины проблем, возникающих в ходе производства, и используется для выявления главной из них:

- *исполнитель* работы: смена, бригада, возраст, опыт работы, квалификация, индивидуальные характеристики;
- *оборудование*: станки, агрегаты, инструменты, оснастка, организация использования, модели, штампы;
- *сырье*: изготовитель, вид сырья, завод-поставщик, партия;
- *метод работы*: условия производства, заказы-наряды, приемы работы, последовательность операций;
- *измерения*: точность (указаний, чтения, приборная), верность и повторяемость (умение дать одинаковое указание в последующих измерениях одного и того же значения), стабильность (повторяемость в течение длительного периода), совместная точность, тип измерительного прибора (аналоговый или цифровой).

Построение диаграммы Парето начинают с классификации возникающих проблем по отдельным факторам (например, проблемы, относящиеся к браку; проблемы, относящиеся к работе оборудования или исполнителей, и т.д.). Затем следуют сбор и анализ статистического

материала по каждому фактору, чтобы выяснить, какие из этих факторов являются преобладающими при решении проблем.

В прямоугольной системе координат по оси абсцисс откладывают равные отрезки, соответствующие рассматриваемым факторам, а по оси ординат — величину их вклада в решаемую проблему. При этом порядок расположения факторов таков, что влияние каждого последующего фактора, расположенного по оси абсцисс, уменьшается по сравнению с предыдущим фактором (или группой факторов). В результате получается диаграмма, столбики которой соответствуют отдельным факторам, являющимся причинами возникновения проблемы, и высота столбиков уменьшается слева направо. Затем на основе этой диаграммы строят кумулятивную кривую.

Построение диаграммы Парето состоит из следующих этапов.

Этап 1. Сначала следует решить:

1. какие проблемы необходимо исследовать (например, дефектные изделия, потери в деньгах, несчастные случаи);
2. какие данные нужно собрать и как их классифицировать (например, по видам дефектов, по месту их появления, по процессам, по станкам, по рабочим, по технологическим причинам, по оборудованию, по методам измерения и применяемым измерительным средствам; нечасто встречающиеся признаки объединяют под общим заголовком «прочие»);
3. определить метод и период сбора данных.

Этап 2. Разработка контрольного листка для регистрации данных с перечнем видов собираемой информации.

Этап 3. Заполнение листка регистрации данных и подсчет итогов.

Этап 4. Разработка таблицы для проверок данных с графами для итогов по каждому проверяемому признаку в отдельности, накопленной суммы числа дефектов, процентов к общему итогу и накопленных процентов (табл. 1).

Этап 5. Расположение данных, полученных по каждому проверяемому признаку, в порядке значимости и заполнение таблицы (см. табл. 1).

Таблица 1. Результаты регистрации данных по типам дефектов для построения диаграммы Парето.

Типы дефектов	Число дефектов	Накопленная сумма числа дефектов	Процент числа дефектов по каждому признаку к общей сумме	Накопленный процент
Деформация	104	104	52	52
Царапины	41	146	21	73
Раковины	20	166	10	83
Трещины	10	176	5	88
Пятна	6	182	3	91
Разрыв	4	186	2	93
Прочие	14	200	7	100
Итого	200	—		

Группу «прочие» следует размещать в последней строке независимо от ее числовых значений, поскольку ее составляет совокупность признаков, числовой результат по каждому из которых меньше, чем самое маленькое значение, полученное для признака, выделенного в отдельную строку.

Этап 6. Нанесение горизонтальной и вертикальной осей.

Вертикальная ось содержит *проценты*, а горизонтальная — *интервалы* в соответствии с числом контролируемых признаков.

Горизонтальную ось разбивают на интервалы в соответствии с количеством контролируемых признаков.

Этап 7. Построение столбиковой диаграммы (рис. 1).

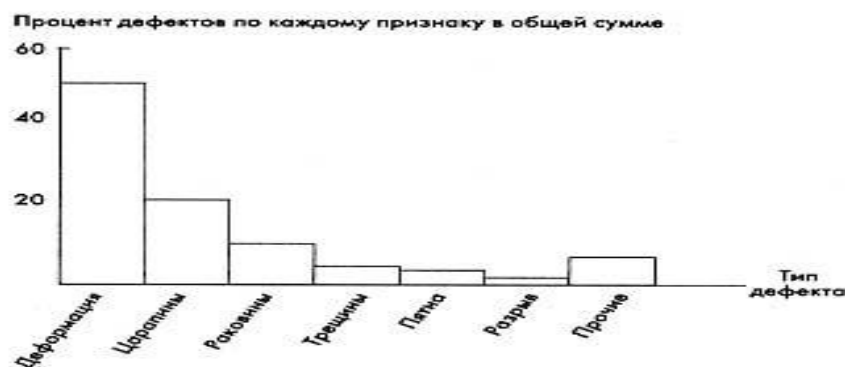


Рисунок 1. Диаграмма Парето

Этап 8. Проведение на диаграмме кумулятивной кривой (кривой Парето) (рис. 2).

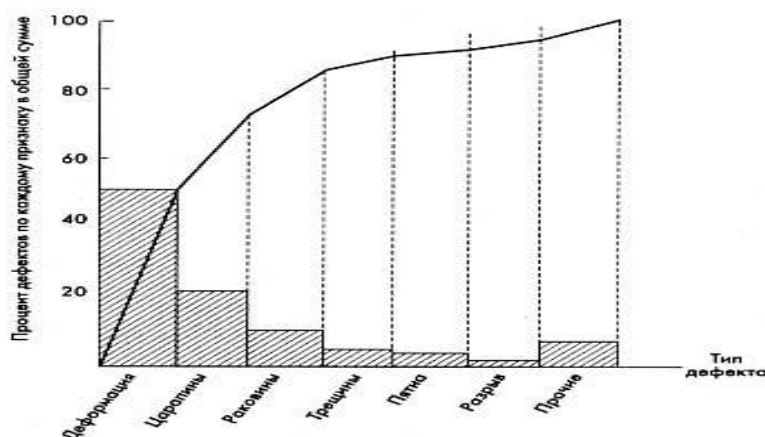


Рисунок 2. Кумулятивная кривая на диаграмме Парето

Этап 9. Нанесение на диаграмму всех обозначений и надписей, касающихся диаграммы (название, разметка числовых значений на осях, наименование контролируемого изделия, имя составителя диаграммы), и данных (период сбора информации, объект исследования и место его проведения, общее число объектов контроля).

В отношении построения и использования диаграммы Парето можно порекомендовать следующее:

- *желательно использовать разные классификации и составлять много диаграмм Парето.* Суть проблемы можно уловить, наблюдая явление с разных точек зрения, поэтому важно опробовать различные пути классификации данных, пока не будут определены немногочисленные существенно важные факторы, что, собственно, и является целью анализа Парето;
- *группа факторов «прочие» не должна составлять большой процент.* Большой процент этой группы указывает на то, что объекты наблюдения классифицированы неправильно и слишком много объектов попало в одну группу, а значит, следует использовать другой принцип классификации;
- *если данные можно представить в денежном выражении, лучше всего показать это на вертикальных осях диаграммы Парето.* Если существующую проблему нельзя оценить в денежном выражении, само исследование может оказаться неэффективным, поскольку затраты — важный критерий измерений в управлении;
- *если нежелательный фактор можно устранить с помощью простого решения, это надо сделать незамедлительно, каким бы незначительным он ни был.* Поскольку диаграмма Парето расценивается как эффективное средство решения проблем, следует рассматривать только немногочисленные существенно важные причины. Однако устранение относительно неважной причины простым путем может послужить примером эффективного решения проблемы, а приобретенный опыт, информация и моральное удовлетворение — оказать благотворное воздействие на дальнейшую процедуру решения проблем;

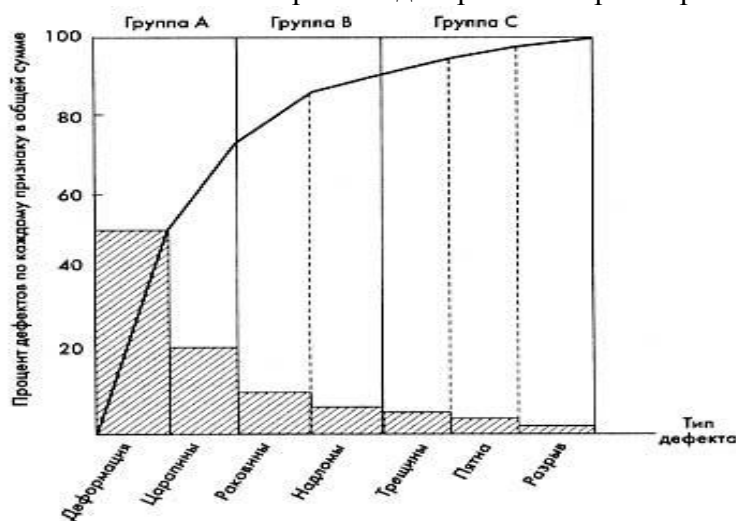
- не следует упускать возможности составить диаграмму Парето по причинам.

После выявления проблемы путем построения диаграммы Парето по результатам важно **определить причины ее возникновения**. Это необходимо для ее решения. При использовании диаграммы Парето для выявления результатов деятельности и причин наиболее распространенным методом является ABC-анализ.

Сущность **ABC-анализа** в данном контексте заключается в определении трех групп, имеющих три уровня важности для управления качеством:

1. группа А — наиболее важные, существенные проблемы, причины, дефекты. Относительный процент группы А в общем количестве дефектов (причин) обычно составляет от 60 до 80%. Соответственно устранение причин группы А имеет большой приоритет, а связанные с этим мероприятия — самую высокую эффективность;
2. группа В — причины, которые в сумме имеют не более 20%;
3. группа С — самые многочисленные, но при этом наименее значимые причины и проблемы.

Пример использования ABC-анализа в рамках диаграммы Парето приведен на рисунке 3.



ABC-анализ позволяет обоснованно определять приоритеты работ по управлению качеством проекта.

Остановимся подробнее на описании ABC и XYZ анализах.

ABC-анализ.

ABC-анализ — метод, позволяющий классифицировать ресурсы фирмы по степени их важности. Этот анализ является одним из методов рационализации и может применяться в сфере деятельности любого предприятия. В его основе лежит принцип Парето — 20 % всех товаров дают 80 % оборота. По отношению к ABC-анализу правило Парето может прозвучать так: надёжный контроль 20 % позиций позволяет на 80 % контролировать систему, будь то запасы сырья и комплектующих, либо продуктовый ряд предприятия и т. п.

ABC-анализ — анализ товарных запасов путём деления на три категории:

- А — наиболее ценные, 20 % — тов. запасов; 80 % — продаж
- В — промежуточные, 30 % — тов. запасов; 15 % — продаж
- С — наименее ценные, 50 % — тов. запасов; 5 % — продаж

В зависимости от целей анализа может быть выделено произвольное количество групп. Чаще всего выделяют 3, реже 4-5 групп.

По сути, ABC-анализ — это ранжирование ассортимента по разным параметрам. Ранжировать таким образом можно и поставщиков, и складские запасы, и покупателей, и длительные периоды продаж — всё, что имеет достаточное количество статистических данных. Результатом ABC анализа является группировка объектов по степени влияния на общий результат.

АВС-анализ основывается на принципе дисбаланса, при проведении которого строится график зависимости совокупного эффекта от количества элементов. Такой график называется кривой Парето, кривой Лоренца или АВС-кривой. По результатам анализа ассортиментные позиции ранжируются и группируются в зависимости от размера их вклада в совокупный эффект. В логистике АВС-анализ обычно применяют с целью отслеживания объёмов отгрузки определённых артикулов и частоты обращений к той или иной позиции ассортимента, а также для ранжирования клиентов по количеству или объёму сделанных ими заказов.

Порядок проведения АВС-анализа

1. Определяем цель анализа (а зачем собственно нужен вам этот анализ?).
2. Определяем действия по итогам анализа (что будем делать с полученными результатами?).
3. Выбираем объект анализа (что будем анализировать?) и параметр анализа (по какому признаку будем анализировать?). Обычно объектами АВС анализа являются поставщики, товарные группы, товарные категории, товарные позиции. Каждый из этих объектов имеет разные параметры описания и измерения: объём продаж (в денежном или количественном измерении), доход (в денежном измерении), товарный запас, оборачиваемость и т. д.
4. Составляем рейтинговый список объектов по убыванию значения параметра.
5. Рассчитываем долю параметра от общей суммы параметров с накопительным итогом. Доля с накопительным итогом высчитывается путём прибавления параметра к сумме предыдущих параметров.
6. Выделяем группы А, В и С: присваиваем значения групп выбранным объектам.

Методов выделения групп существует порядка десяти, наиболее применимы из них: эмпирический метод, метод суммы и метод касательных. В эмпирическом методе разделение происходит в классической пропорции 80/15/5. В методе суммы складывается доля объектов и их совокупная доля в результате — таким образом значение суммы находится в диапазоне от 0 до 200 %. Группы выделяют так: группа А — 100 %, В — 45 %, С — остальное. Достоинства метода — большая гибкость. Самым гибким методом является метод касательных, в котором к кривой АВС проводится касательная, отделяя сначала группу А, а затем С.

Вероятности возникновения спроса на материальные ресурсы А, В и С подчинены различным законам. Установлено, что в большинстве промышленных и торговых фирм примерно 75 % стоимости объёма продаж составляют всего около 10 % наименований номенклатуры (группа А), 20 % стоимости — 25 % наименований (группа В), 5 % стоимости — 65 % наименований (группа С). Существует множество способов выделения групп в АВС-анализе.

Метод АВС широко используется при планировании и формировании ассортимента на различных уровнях гибких логистических систем, в производственных системах, системах снабжения и сбыта.

Эксперты советуют с осторожностью подходить к сдвигам границ АВС групп (80/15/5), дело в том, что обычно на практике используют деление 80 % 15 % и 5 %. В случае если Вы сдвинете границы, внешний слушатель(или эксперт) может сделать неверные выводы исходя из приведенных Вами показателей например для группы «С». Так как его ожидания о группе «С» = 5 % не совпадут с измененными Вами правилами выделения групп.

XYZ-анализ.

XYZ-анализ позволяет произвести классификацию ресурсов компании в зависимости от характера их потребления и точности прогнозирования изменений в их потребности в течение определенного временного цикла. Алгоритм проведения можно представить в четырёх этапах:

1. Определение коэффициентов вариации для анализируемых ресурсов;
2. Группировка ресурсов в соответствии с возрастанием коэффициента вариации;
3. Распределение по категориям X, Y, Z.

4. Графическое представление результатов анализа.

Категория X — ресурсы характеризуются стабильной величиной потребления, незначительными колебаниями в их расходе и высокой точностью прогноза. Значение коэффициента вариации находится в интервале от 0 до 10 %.

Категория Y — ресурсы характеризуются известными тенденциями определения потребности в них (например, сезонными колебаниями) и средними возможностями их прогнозирования. Значение коэффициента вариации — от 10 до 25 %.

Категория Z — потребление ресурсов нерегулярно, какие-либо тенденции отсутствуют, точность прогнозирования невысокая. Значение коэффициента вариации — свыше 25 %.

Реальное значение коэффициента вариации для разных групп может отличаться по следующим причинам:

- сезонность продаж,
- тренд,
- акции,
- дефицит и т. д.

Есть несколько разновидностей XYZ-анализа, например анализ плановых данных с фактическими, что дает более точный % отклонения от прогноза. Очень часто XYZ-анализ проводят совместно с ABC-анализом позволяя выделять более точные группы, относительно их свойств.

Коэффициент вариации — это отношение среднеквадратичного отклонения к среднеарифметическому значению измеряемых значений ресурса.

Рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}; \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

где:

- V коэффициент вариации
- σ среднеквадратичное отклонение
- \bar{x} среднеарифметическое
- x_i i -тое значение статистического ряда
- n количество значений в статическом ряде

Пример решения задачи на ABC-анализ

Задача: выполнить дифференциацию объектов управления по степени их важности и влияния на конечный результат с использованием ABC-анализа. По результатам анализа построить график.

Исходные данные приведены в таблице 1. Имеем десять товарных позиций. Для каждой дано значение среднего запаса за последний квартал.

Таблица 1 – Исходные данные для проведения ABC-анализа

№ позиции	Средний запас за квартал, у.е.
1	2500
2	760
3	3000
4	560
5	110
6	1880
7	190
8	17050
9	270
10	4000

Решение

Самым важным этапом при проведении ABC-анализа, на наш взгляд, является выбор критерия классификации. Все остальное – дело техники. Здесь нужно четко понимать, что мы хотим

получить в результате. Посмотрите на исходные данные. Все помнят, что запас – это замороженные деньги. Поэтому от нас требуется выделить те позиции, которые имеют максимальный запас, ну и беспощадно с ними расправиться. Имейте в виду, что на практике одним критерием классификации не обойтись. Если дело касается управления запасами, как в данном случае, то в обязательном порядке необходимо проводить АВС-анализ по оборачиваемости товара, по доли в объеме реализации и т.д. Вернемся к нашей задаче. Выполним сортировку исходной таблицы в порядке убывания среднего запаса и добавим строку с итогами (таблица 2). Верхние позиции имеют максимальный запас. В последней строке – средний запас за квартал всех десяти позиций.

Таблица 2

№ позиции	Средний запас за квартал, у.е.
8	17050
10	4000
3	3000
1	2500
6	1880
2	760
4	560
9	270
7	190
5	110
Итого:	30320

Определим долю запаса каждой позиции в итоговом запасе. Добавим в таблицу соответствующий столбец (таблица 3). Значения переведем в проценты. Чтобы было понятно, доля в итоговом запасе верхней позиции №8 рассчитывается следующим образом: $17050 \cdot 100 / 30320 = 56,23 \%$. Последний столбец таблицы – доля с накоплением. В каждой ячейке к текущей доле прибавляется сумма долей всех верхних ячеек. То есть для самой верхней позиции №8 доля с накоплением будет равна рассчитанной доле (56,23 %), для позиции №10 доля с накоплением будет определяться суммой: $56,23 + 13,19 = 69,42 \%$. Для позиции №3: $56,23 + 13,19 + 9,89 = 79,31 \%$ и т.д.

Таблица 3

№ позиции	Средний запас за квартал, у.е.	Доля в итоговом запасе, %	Доля с накоплением, %
8	17050	56,23	56,23
10	4000	13,19	69,42
3	3000	9,89	79,31
1	2500	8,25	87,56
6	1880	6,20	93,76
2	760	2,51	96,27
4	560	1,85	98,12
9	270	0,89	99,01
7	190	0,63	99,64
5	110	0,36	100,00
Итого:	30320	100,00	

Вот и весь **АВС-анализ**. Те позиции, чьи доли с нарастанием не превышают 80 %, относятся к группе **A**, от 80 до 90 % – к группе **B**, и в группу **C** попадают все остальные позиции с долей от 90 до 100 % (в соответствии с классической методикой проведения АВС-анализа). Посмотрите на таблицу 3. Группа **A** выделена красным цветом. В нее попали товарные позиции №№ 8, 10 и 3. Именно они создают наибольший запас. Именно эти позиции требуют особого внимания. Необходимо понять, по каким причинам был создан такой большой запас и

так ли это необходимо. Группа **С** (выделена зеленым цветом) с точки зрения проведенного анализа не нуждается в столь пристальном интересе. Выделенная желтым группа **В** является промежуточной, любые действия с ней по усмотрению руководства. Для большей наглядности по результатам ABC-анализа строят **диаграмму Парето**. Диаграмма Парето – это столбчатая диаграмма, по горизонтальной оси которой откладывают названия анализируемых объектов в порядке их убывания влияния на конечный результат (№ товарной позиции), а по вертикальной – значения критерия классификации (средний запас). Наряду со столбцами на диаграмму Парето обычно наносят кривую Парето (кумулятивную кривую). На правой шкале отображают долю в накопленной сумме исследуемого критерия классификации. Построенная с помощью пакета STATISTICA диаграмма Парето представлена ниже.

