

1

НЕОБХОДИМОСТЬ И СУЩНОСТЬ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ, КОНТРОЛЮ И УПРАВЛЕНИЮ

1.1. Статистические методы в системе менеджмента качества

Основной современной системы менеджмента качества являются стандарты ISO серии 9000. Система качества, сертифицированная на соответствие требованиям ISO серии 9000, необходима предприятиям, которые претендуют на иностранные инвестиции или стремятся привлечь зарубежных заказчиков. По оценкам экспертов разница в закупочных ценах у поставщиков, имеющих систему и не имеющих ее, может достигать 50%.

Система стандартов ISO 9000 объединяет следующие стандарты:

ISO 9000:2005 Система менеджмента качества. Основные положения и словарь.

ISO 9001:2008 Система менеджмента качества. Требования.

ISO 9004:2009 Система менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.

Цель менеджмента качества состоит в завоевании изготовителем соответствующего доверия в отношении его способности обеспечивать качество не только самого продукта, но и всех процессов его создания.

ISO 9001 – модель системы менеджмента качества. Стандарт не гарантирует качество продукции и не является руководством по организации отдела, занимающегося контролем качества. Его цель - внести согласованность и объективность в действия системы управления качеством поставщика, в первую очередь, для удовлетворения требований заказчика. Это гибкий стандарт, так как возможны исключения и дополнения к его требованиям с учетом особенностей работы конкретной организации.

Современные подходы к СМК определяют возможность и необходимость принятия обоснованных решений в области качества на базе достоверной информации - согласно одному из принципов менеджмента качества по ИСО 9000:2005 – «Принятие решений, основанное на фактах». Этот принцип может реализоваться, если организация будет:

- вести измерение и сбор данных и информации по всем важным процессам;
- обеспечивать точность, надежность и доступность данных и информации;
- уметь анализировать данные и информацию с помощью подходящих методов (в том числе *статистических*).

Необходимость применения статистических методов обусловлена стохастичностью реального производства. Результат процесса – отклики Y (рис. 1.1), значения которых определяются внешними воздействиями и особенностями структуры объекта. Среди внешних воздействий выделяют факторы и возмущения.

Факторы X_j - это контролируемые, управляемые воздействия и поэтому их значения известны. Возмущения – воздействия неконтролируемые, а иногда даже неизвестные.

По различным причинам, и в первую очередь из-за наличия возмущений, числа в массиве данных, на основании которых необходимо делать выводы об объекте, представляют собой значения случайных величин. Другими, также существенными, причинами стохастичности числовой информации являются погрешности измерения анализируемых параметров и ограниченная точность работы исполнительных механизмов, с помощью которых задаются и поддерживаются требуемые значения факторов. Стохастичность зависимости проявляется, например, в том, что при одних и тех же значениях факторов в различные моменты времени будут обнаружены различные значения отклика.

Кроме стохастичности зависимости результатов процесса от факторов к изменчивости качества могут привести также изменения условий осуществления процесса, к которым относят, например, изменения в сырье, материалах и технологии; разладку настроек оборудования; человеческий фактор; новые методы контроля.

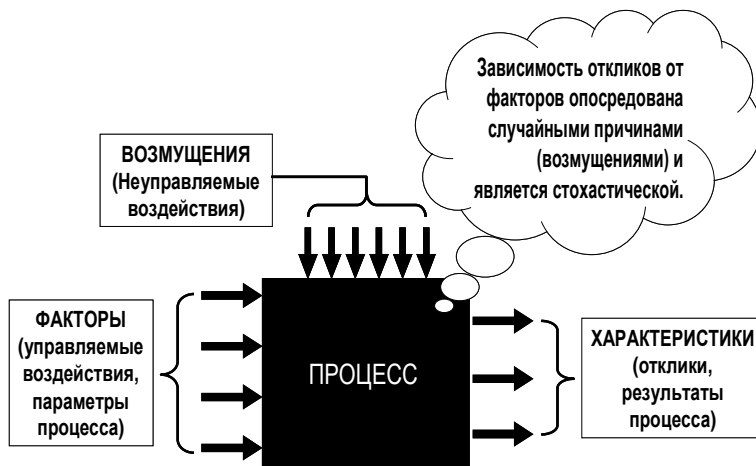


Рис.1.1. Входные и выходные параметры процесса

Именно поэтому для анализа функционирования объекта необходимо применять методы математической статистики. В системе стандартов ISO 9000 указывается, что организация должна устанавливать статистические методы для подтверждения возможности производства продукции и достижения требуемых характеристик этой продукции. В целом статистические методы рассматриваются как средства измерения, описания, анализа, интерпретации и моделирования изменчивости качества при ограниченном количестве данных. Благодаря им становится возможным обнаружить отклонения результатов процесса или характеристик продуктов непосредственно в процессе производства и своевременно вмешаться в процесс для его коррекции с целью обеспечения качества.

Сегодня статистические методы контроля и управления качеством - это философия, методология и средства для генерации достоверных, обоснованных и доказательных решений по обеспечению надлежащего и стабильного качества при объективно существующей изменчивости условий осуществления процессов производства.

Долгое время статистические методы рассматривались как универсальное средство обработки данных, полученных в ходе экспериментов по изучению какого-либо явления, т. е. – для обработки и анализа числовой информации с целью получить достоверные выводы об истинном значении изучаемой величины, степени ее взаимосвязи с другими параметрами, виде зависимости и т.д. Статистические методы контроля и управления качеством имеют, как может показаться, более узкое назначение – они направлены на получение достоверных выводов относительно фактического качества продукции и тенденций его изменения. Вместе с тем каждый из таких методов, например - SPC (Statistical Process Control-статистический контроль процессов), или MSA (Measurement System Analysis - анализ измерительных систем), включает в себя несколько методов обработки и анализа числовой информации, применяемых в определенной последовательности.

1.2. Задачи и методы обработки и анализа числовой информации

Можно выделить следующие наиболее часто встречающиеся задачи.

Обработка и анализ выборки. За время наблюдений исследователь фиксирует ограниченный набор значений некоторого параметра, т. е. получает *выборку* значений случайной величины. Задача состоит в том, чтобы обнаружить в выборке грубые погрешности, исключить их и рассчитать те или иные характеристики изучаемой случайной величины.

Построение выборочного распределения. Наиболее содержательной характеристикой всякой случайной величины является распреде-

ление вероятности ее возможных значений, которое может быть представлено в виде функции распределения и в виде плотности распределения. Задача состоит в том, чтобы на основании выборки определить вероятность появления того или иного значения изучаемой случайной величины, представить ее распределение в графической форме и определить, какому из известных теоретических распределений соответствует выборочное.

Выявление существенных взаимосвязей между параметрами.

Для достижения цели функционирования объекта важно знать, какие факторы оказывают существенное влияние на отклик, а какими факторами можно пренебречь. Одним из методов решения такой задачи является корреляционный анализ.

Определение вида зависимости, отображающей взаимосвязь между параметрами. Задача состоит в том, чтобы найти уравнение, которое будет наиболее точным и достоверным отображением (моделью, аппроксимацией) зависимости между откликом и факторами. Имея такое уравнение, можно для каждого момента времени выбрать значения факторов, которые обеспечат достижение цели функционирования объекта. Наиболее распространенным методом решения задачи является регрессионный анализ.

1.3. Задачи и методы контроля и управления качеством

Исходя из того, что методы обработки и анализа числовой информации относительно сложны для восприятия и широкого практического использования без углубленной математической подготовки всех участников производственного процесса, Союз японских ученых и инженеров (JUSE) в 1979 г. рекомендовал к применению семь достаточно простых в использовании и при том наглядных методов анализа процессов. С тех пор, достаточно долго, говоря о статистических методах контроля и управления качеством, имели в виду именно эти методы. К простым методам отнесены: *контрольный листок* (средство регистрации данных, например, о количестве дефектов различных видов или о месте их расположения), *гистограмма* (графическое представление плотности вероятности), *диаграмма рассеяния* (график, на котором в виде точек отображена зависимость некоторого показателя качества от некоторого фактора анализируемого процесса), *стратификация* (метод разбиения множества данных на непересекающиеся подмножества), *причинно-следственная диаграмма или диаграмма Исикавы* (графическое отображение взаимосвязей показателя качества с различными факторами), *контрольные карты* (диаграммы, отображающие изменчивость характеристик качества во времени). Ниже рассмотрим некоторые из указанных методов.

Стратификация. Как указано выше, задача стратификации – разделить данные, связанные с одними причинами, от данных, связанных с другими причинами.

При этом должен быть указаны признаки (переменные стратификации), по которым данные будут отнесены к различным группам (или категориям).

На рис. 1.2 приведен пример анализа источника возникновения дефектов. Все дефекты (100%) были классифицированы на четыре категории – по поставщикам, по операторам, по смене и по оборудованию.

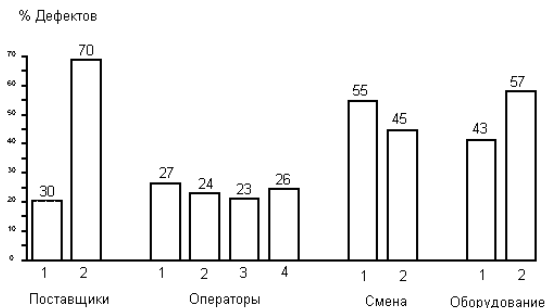


Рис. 1.2. Пример графического отображения результатов стратификации

Из анализа представленных данных наглядно видно, что наибольший вклад в наличие дефектов в данном случае вносит «поставщик 2».

Стратификация – необходимое условие подготовки данных к последующему анализу качества. При этом важное значение имеет правильный выбор переменной стратификации. Применительно к анализу технологических процессов рекомендуется метод стратификации «5М», в соответствии с которым рассматриваются следующие признаки:

- Man** (человек, оператор)
- Machine** (оборудование)
- Material** (материал, сырье)
- Method** (способ обработки)
- Measurement** (способ измерения, измерительная система).

Анализ Парето. Анализ Парето получил свое название по имени итальянского экономиста Вилфредо Парето, который показал, что большая часть капитала (80%) находится в руках незначительного количества людей (20%). Парето разработал логарифмические математические модели, описывающие это неоднородное распределение, а математик М.О. Лоренц представил графические иллюстрации. Применительно к контролю и управлению качеством правило Парето – универсальный принцип, который применим во множестве ситуаций. Впервые это отметил Джозеф Джуран, который обосновал возможность применения принципа Парето к любой группе причин, вызывающих то или иное последствие, и особо подчеркнул, что большая часть последствий вызвана малым количеством причин.

Анализ Парето предусматривает ранжирование отдельных причин по значимости или важности, что позволяет выявить и в первую очередь устранить те из них, которые вызывают наибольшее количество несоответствий. Результат анализа, как правило, иллюстрируется диаграммой Парето (рис. 1.3), на которой по оси абсцисс отмечены причины возникновения несоответствий в порядке убывания степени их влияния, по левой оси ординат – доли этих несоответствий в общем итоге, а по правой оси ординат - накопленный (кумулятивный) итог. На диаграмме отчетливо видна область принятия первоочередных мер, очерчивающая те причины, которые вызывают наибольшее количество ошибок. Таким образом, в первую очередь, предупредительные мероприятия должны быть направлены на решение проблем именно этих проблем.

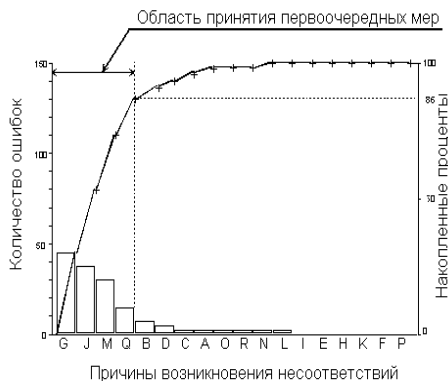


Рис. 1.3. Пример диаграммы Парето

Причинно-следственная диаграмма (Диаграмма Иси-кавы).

Пример причинно-следственной диаграммы приведен на рис. 1.4. Здесь к группам факторов, выделенных в соответствии с методом «5М», добавляется компонент «среда». Применительно к решаемой задаче квалиметрического анализа, для группы «человек» необходимо определить факторы, связанные с удобством и безопасностью выполнения операций; для «машина» - взаимосвязь элементов конструкции анализируемого изделия между собой, связанные с выполнением данной операции; для группы «метод» - факторы, связанные с производительностью и точностью выполняемой операции; для группы «материал» - факторы, связанные с отсутствием изменений свойств материалов изделия в процессе выполнения данной операции; для группы «контроль» - фак-

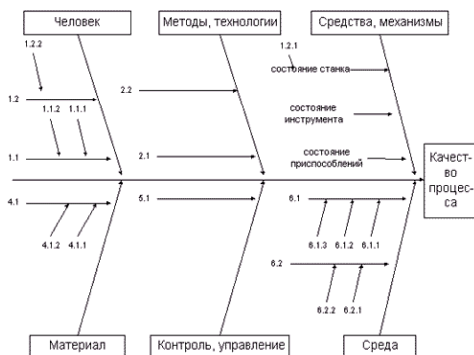


Рис. 1.4. Пример причинно-следственной диаграммы

торы, связанные с достоверным распознаванием ошибки процесса выполнения операции; для группы «среда» - факторы, связанные с воздействием среды на изделие и изделия на среду.

Диаграммы подобного типа впервые были применены профессором Токийского университета Каору Исикава в 1953 г. при анализе различных мнений инженеров. Иначе ее также называют диаграммой "рыбий скелет", деревом и т. д.

При построении диаграммы Исикава факторы относительно итога располагаются по значимости влияния на него (ближе к цели строится более значимый фактор). При этом каждая группа должна быть разбита на более мелкие.

В настоящее время ключевым статистическим методом в системах менеджмента качества становится **SPC (Statistical Process Control - статистический контроль процессов)**. В процессе производства проводится отбор выборок изделий заданного объема. После этого, выполнив обработку результатов измерений или исследований другими методами, строятся диаграммы изменчивости выборочных значений (контрольные карты) и рассматривается степень их близости к плановым значениям. Если контрольные карты обнаруживают наличие тренда выборочных значений или выборочные значения оказываются вне заданных пределов, то считается, что процесс вышел из-под контроля. В таком случае предпринимаются необходимые действия для того, чтобы найти и устранить причину нарушений. Таким образом, SPC – комплексный статистический метод контроля и управления качеством продукции, элементами которого являются как методы обработки и анализа числовой информации (расчет выборочных характеристик), так и один из простых методов контроля качества (контрольные карты).

Другим комплексным методом является **MSA (Measurement System Analysis - анализ измерительных систем)**. Измерительная система реализует полный процесс получения данных и представляет собой совокупность инструментов или приборов, эталонов, операций, методов, программного обеспечения, персонала, окружающей среды и предположений, используемых для определения единицы измерения или оценки положения измеряемой характеристики. Качество данных связано со статистическими свойствами многократных измерений, получаемых от измерительной системы, работающей при стабильных условиях. Если результаты нескольких измерений близки к истинному значению характеристики, то качество данных считается высоким. Если же некоторые или все результаты далеки от истинного значения, качество данных считается низким.

Таким образом, процесс измерений может рассматриваться в качестве производственного процесса, но его результатом на выходе являются числа (данные). Рассмотрение измерительной системы с такой точки

зрения полезно, потому что это позволяет применять по отношению к ней все концепции, философию и инструменты, которые уже доказали свою пригодность в области статистического управления процессом. Тем самым, становится возможным своевременно заметить нежелательные изменения в результатах работы измерительной системы и, определив причины этих изменений, предотвратить недостаточное качество данных.

1.4. Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы системы менеджмента качества по модели ИСО 9000.

2. Назовите входные и выходные параметры процесса и поясните их смысл.

3. Каким свойством обладает числовая информация, собранная в условиях реального производства? Каким образом проявляется это свойство?

4. Поясните необходимость и преимущества применения статистических методов.

5. Поясните особенности статистических методов обработки и анализа числовой информации.

6. Перечислите задачи обработки и анализа числовой информации и укажите соответствующие методы их решения

7. Поясните особенности статистических методов контроля и управления качеством.

8. Перечислите статистические методы контроля и управления качеством.

9. Поясните сущность стратификации. Какой метод стратификации рекомендуется для анализа технологических процессов?

10. Поясните сущность анализа Парето. Изобразите и поясните диаграмму Парето.

11. Поясните назначение, изобразите и поясните причинно-следственную диаграмму.

12. Поясните сущность SPC.

13. Поясните сущность MSA.