

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ ПАРНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2017 Л.В. Федотов, А.А. Оленев, А.И. Гусев

Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Статья поступила в редакцию 09.01.2017

В статье рассматриваются вопросы применения статистических методов в управлении качеством на основе парной корреляции показателей деятельности для задач разработки моделей управления качеством и анализа факторов неопределенности достижения целей, требуемых новой версией стандарта ГОСТ Р. ИСО 9001-2015.

Ключевые слова: статистические методы, управление качеством, корреляционный анализ, коэффициент корреляции.

Процесс управления качеством промышленной продукции на этапах жизненного цикла осуществляется в условиях стохастической неопределенности многомерной измерительной информации и экспертных данных о показателях качества продукции, представляющих собой качественные и количественные характеристики различной размерности, получаемых в результате наблюдений, измерений, контроля, диагностики, испытаний и характеризующихся неполнотой, неточностью, неоднородностью и, в конечном счете, неопределенностью. Вместе с тем, получаемые в процессе управления массивы информации являются ресурсом, который может служить основой для повышения эффективности управленческих, конструкторских и технологических решений, а также генерации новых знаний, использование которых позволит на более высоком научно-техническом уровне управлять качеством продукции.

Качество продукции как объект исследований представляет собой многомерный объект оценивания, управления и измерения, что обуславливает использование методов квалитологии, основанной на системе взаимосвязанных принципов теории управления качеством, квалитметрии и метрологии. Такой подход предполагает построение и использование информационных многофакторных моделей, комплексного применения методов системного исследования качества, структурно-аналитического и параметрического моделирования.

Федотов Леонид Викторович, кандидат технических наук, доцент, начальник научно-исследовательского отдела, действительный член академии проблем качества. E-mail: nauka73@inbox.ru

Оленев Алексей Анатольевич, проректор по инвестициям и инновационной деятельности – руководитель по качеству. E-mail: aa.olenev@mail.ru

Гусев Андрей Иванович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой управления качеством авиатранспортных систем.

Качество как аспект деятельности предприятия так же многомерно. Достаточно сказать, что оперирование несоответствиями требований к качеству влечет за собой оценку и анализ выполнения большого количества требований стандарта ИСО 9001, которые, в свою очередь, должны быть спроецированы на виды деятельности и составляющие процессы, на продукцию и услуги как результаты этой деятельности, системы, обеспечивающие целеполагание в области постоянного улучшения.

Таким образом, управление качеством представляет собой сложную многомерную задачу, решение которой заставляет применять различные методы получения данных о качестве, формирования информации о качестве и далее выявления закономерностей, обуславливающих состояние управления качеством в организации, уровень гарантий его потребителю. Основными среди данных методов являются статистические методы.

Потребности в количественных данных и соответствующих статистических методах являются предметом анализа разработчиков стандартов серии ИСО 9000. В частности, в стандарте ИСО/ТО 10017 периодически предоставляется технический отчет по состоянию применения наиболее распространенных методов применительно к конкретным элементам систем управления, менеджмента качества [1, 2].

Анализ применения методов к элементам систем качества по состоянию на 1998 и 2005 годы (рис. 1) показывает, что наибольшее распространение или востребованность находят методы, ориентированные на так называемые первичные данные о результатах выполненных действий. Так, например, в 50 процентах элементов системы качества, реализованной по стандарту ИСО 9001, используется описательная статистика, тогда как моделирование не превышает десяти процентов. Взятые в сравнение отчеты представляют обобщение прак-

тики использования статистических методов в системах управления качеством, реализованных по стандартам МС ИСО 9001:1994 (ГОСТ Р ИСО 9001-1996) и соответственно систем менеджмента качества по стандартам ИСО 9001-2001 [3, 4]. Данная выборка показательна тем, что период 2000 года отличается качественным переходом практики управления на процессный подход.

Представленный результат сравнительного анализа показывает, что не получили широкого распространения методы, ориентированные на получение вторичных данных о состоянии качества. Речь идет о закономерностях и / или факторах, влияющих на достижение целей. Не просматривается качественное изменение потребностей в методах получения количественных данных в пользу моделирования, прогнозирования, анализа таких аспектов, как надежность, безопасность.

Относительно версии стандарта ИСО 9001-2008, сменившей версию 2001 года, нет доступной версии технического отчета и/или руководства по применению статистических и других инструментальных средств для анализа в рамках систем менеджмента качества [5]. Однако экономика качества соответствующим стандартом (ИСО 10014) рекомендует высшему руководству организации около 80 методов для достижения финансового и экономического успеха от применения принципов менеджмента качества [6]. Данные рекомендации носят концептуальный характер и ограничиваются предложением по использованию в рамках методологии «план - выполнение - проверка - действие» (PDCA).

При этом рекомендуемые средства представляют известные комбинации количественных и экспертных методов сбора, обработки, анализа, оценки данных о качестве. К таким разработкам относятся так называемые инженерные методы управления качеством. Они, как правило, основываются на классических подходах теории вероятности статистического и системного анализа и доведены до уровня технологий работы с первичными данными, получаемыми с помощью методов, представленных на рис. 1. За многими из них закрепились устойчивые аббревиатуры и наименования, отражающие их назначение и/или технику, технологию. Например, система сбалансированных показателей BSC предусматривает перевод стратегических целей организации в конкретные мероприятия и оценку их результатов с помощью ключевых показателей эффективности. Это инструмент измерения выполненных работ и дальнейшего прогнозирования по четырем направлениям. Как правило, это финансовые процессы, процессы, связанные с потребителями, внутренние бизнес-процессы, а также обучение и рост. Данный инструмент служит для обеспечения основы для стратегических измерений и стратегического менеджмента. В операционном менеджменте больше структурно-аналитических подходов и непосредственной статистики. Статистическое управление производственным процессом (SPC) предполагает использование статистических методов, статистических или стохастических алгоритмов управления для достижения целей, связанных с увеличением знаний о процессе, регулированием и достижением стабильности

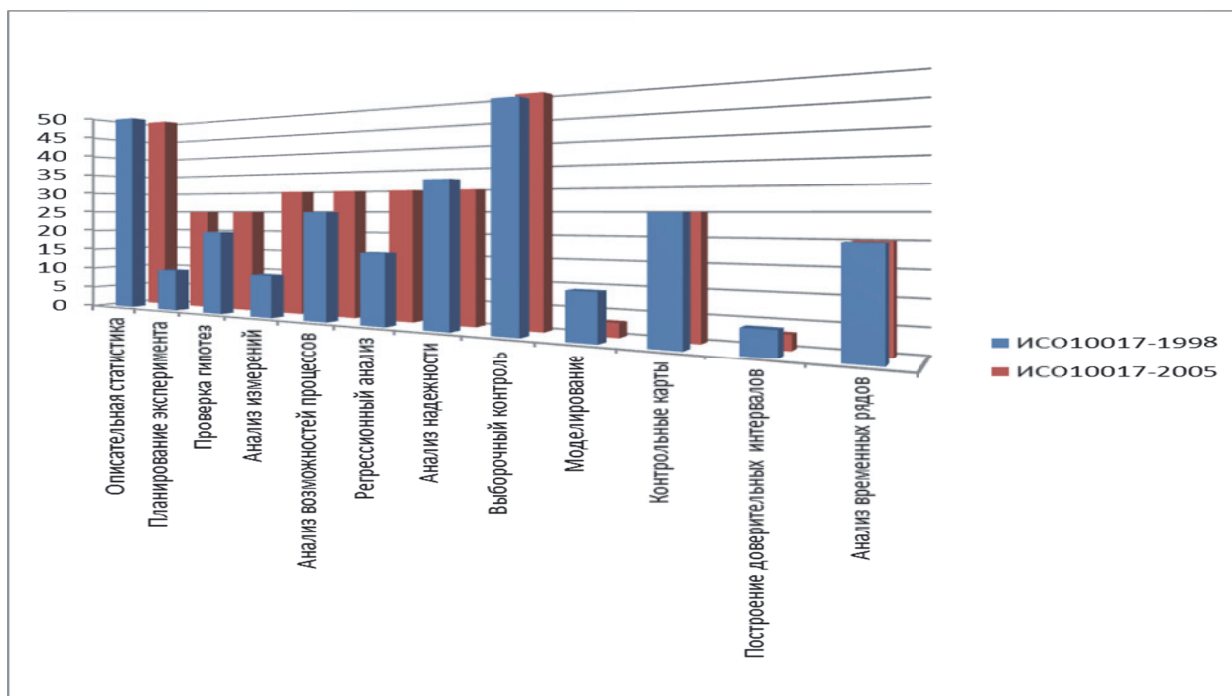


Рис. 1. Сравнительный анализ применения статистических методов в практике управления качеством

процесса, уменьшением изменений параметров готовой продукции или улучшения работы процесса другими способами.

Таким образом, объективная потребность постоянного улучшения качества ведет к совершенствованию методов до уровня инструментальных-технологических средств статистического управления процессом, жизненным циклом, деятельностью, когда осуществляется формирование показателей деятельности, закладываемых в планирование, по которым оценивается результативность и эффективность деятельности в расчете на достаточное обобщение данных о результатах, интерпретируемых в некоторой системе требований, которые, в свою очередь, были установлены, внедрены и, как в любой стандартизации, многократно использованы.

Версия стандарта ИСО 9001 2015 года ориентирована на реализацию возможностей управления качеством с учетом риска достижения целей и понимание «формулы» постоянного успеха организации [7].

Широкие возможности объективных данных о качестве предоставляет корреляционный анализ, при соответствующей реализации процесса анализа деятельности предприятия, как организации, реализующей конкретную функцию общества, под которой понимаются удовлетворение потребностей в продуктах и услугах.

В основе реализации формального анализа деятельности необходимо придерживаться следующих положений. Первое заключается в функциональном подходе к анализу показателей, используемых для оценки деятельности применительно к этапам жизненного цикла продукции и/или конкретного процесса, относительно которого имеется возможность использовать статистические данные относительно значения показателя и его статистических моментах первого, второго порядка (математическое ожидание и дисперсия). Таким образом, следование данному положению позволяет получить исходный массив данных:

$$[\varphi_{ik}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} \varphi_{11}, & \varphi_{12}, & \dots, & \varphi_{1k}, & \dots, & \varphi_{1n} \\ \varphi_{21}, & \varphi_{22}, & \dots, & \varphi_{2k}, & \dots, & \varphi_{2n} \\ \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots, \\ \varphi_{i1}, & \varphi_{i2}, & \dots, & \varphi_{ik}, & \dots, & \varphi_{in} \\ \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots \\ \varphi_{m1}, & \varphi_{m2}, & \dots, & \varphi_{mk}, & \dots, & \varphi_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где φ_k – конкретное значение показателя k из множества n для конкретного этапа и/или фазы процесса в конкретном наблюдении i из множества m . При этом следование данному положению позволяет предположить, что все значение показателей принадлежат одному функционалу. Очевидно, что данный функционал представляет собой многомерный вектор с координатами φ_k .

Далее, если воспользоваться другим положением, связанным с целенаправленным характером любой деятельности, когда относительно показателей формируются задачи постоянного их улучшения, то есть реализуется известный в теории и практике управления качеством принцип Парето применительно к сложным объектам. Любую паретоустойчивую систему отличает ограниченный круг факторов, приводящий к изменению ее состояния, поэтому важным является определиться с этими факторами в части их влияния на изменения показателей. При этом для управления показателями важен характер такого влияния. Он может быть неоднозначным, когда один фактор влияет на значение нескольких показателей. Не всегда известна объективная причина, стоящая за влиянием фактора, но всегда можно определить зависимые и независимые показатели по статистике их значений. Именно это составляет основное назначение корреляционного анализа, когда выявляется статистическая зависимость случайных величин, которая является необходимой для существования функционала между этими величинами. В случае показателей деятельности поиск случайной многомерной функции как полноценной модели представляет интерес, и он может быть реализован, однако для оперативного управления достаточно воспользоваться представлением областей показателей, наиболее чувствительных к воздействию факторов и/или наиболее доступных для управления. Для этого можно воспользоваться значениями коэффициентов корреляции показателей деятельности (1) и/или процесса, которые, как известно, могут характеризовать сильную и слабую связь показателей при значении коэффициента соответственно:

$$r_{kl} > 0.7; l \neq k \quad (2)$$

и

$$r_{kl} < 0.7; l \neq k,$$

Далее, если сформировать симметричную матрицу коэффициентов r_{kl} размерности, равной количеству наблюдаемых показателей деятельности и/или процесса:

$$[r_{kl}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} r_{11}, & r_{12}, & \dots, & r_{1l}, & \dots, & r_{1n} \\ r_{21}, & r_{22}, & \dots, & r_{2l}, & \dots, & r_{2n} \\ \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots, \\ r_{k1}, & r_{k2}, & \dots, & r_{kl}, & \dots, & r_{kn} \\ \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots \\ r_{n1}, & r_{n2}, & \dots, & r_{nl}, & \dots, & r_{nn} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

нормированную значением:

$$\begin{aligned}
 r_{kl} &= 1 \text{ для } r_{kl} \geq 0.7 ; l \neq k \\
 r_{kl} &= 0 \text{ для } r_{kl} < 0.7 ; l \neq k \\
 r_{kl} &= 1 \text{ для } r_{kl} ; l = k
 \end{aligned} \quad (4)$$

получим наглядное представление корреляционного поля показателей:

$$[r_{kl}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1, & 1, & \dots, & 0, & \dots, & 0 \\ 1, & 1, & \dots, & 0, & \dots, & 0 \\ \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots \\ 0, & 0, & \dots, & 1, & \dots, & 1 \\ \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots, & \dots \\ 0, & 0, & \dots, & 1, & \dots, & 1 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Полученное представление удобно для анализа и позволяет получить информацию о взаимосвязи показателей, когда выделяются независимые показатели ($r_{kl} = 0$) и для них может быть поставлена задача разработки адекватной модели состояния объекта управления. В случае статистически зависимых показателей ($r_{kl} = 1$) можно сделать вывод, основанный на количественных (объективных) данных о действии одного фактора на ряд показателей деятельности и/или процесса и далее реализовать соответствующее воздействие на показатель, снижающее и/или усиливающее это влияние.

Представленная методика парного корреляционного анализа впервые была использована в рамках функционального анализа характеристик измерительных преобразований приборов. Она позволила оптимизировать задачу контроля качества и выйти на модели управления

качеством [8]. При соблюдении положений, представленных выше и метод статистического анализа качества на основе парной корреляции показателей деятельности несложно реализовать требуемое стандартом ИСО 9001 версии 2015 года оперативное управление качеством на основе фактических количественных данных и выйти на инновационные решения, связанные с получением адекватных моделей управления и факторов, влияющих на достижение целей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МС ИСО/ТО 10017-99. Руководящие указания по выбору статистических методов применительно к ИСО9001-1994. М.: Изд-во стандартов, 2005.
2. ГОСТ Р. ИСО/ТО 10017-2005. Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р. ИСО 9001. М.: Изд-во стандартов, 2005.
3. ГОСТ Р. ИСО 9001-96 Системы качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании. М.: Изд-во стандартов, 1996.
4. ГОСТ Р. ИСО 9001-2001 Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд-во стандартов, 2001.
5. ГОСТ Р. ИСО 9001-2008 Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд-во стандартов, 2008.
6. ГОСТ Р. ИСО 9001-2008. Менеджмент организации. Руководящие указания по достижению экономического эффекта в системе менеджмента качества. М.: Изд-во стандартов, 2008.
7. ГОСТ Р. ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд-во стандартов, 2015.
8. Федотов Л.В., Мишин В.А. Автоматизация градуировки методом стандартных шкал. Изд-во Чувашского университета 1996.

STATISTICAL ANALYSIS OF QUALITY THROUGH PAIR CORRELATION PERFORMANCE OF ENTERPRISES

© 2017 L.V. Fedotov, A.A. Olenev, A.I. Gusev

Ulyanovsk Civil Aviation Institute named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev

The article deals with the application of statistical methods in quality management on the basis of pair correlation of performance indicators for the tasks of developing quality management models and analyzing uncertainty factors for achieving the goals required by the new version of GOST R. ISO 9001-2015.

Keywords: statistical methods, quality management, correlation analysis, correlation coefficient.

Leonid Fedotov, Ph.D., Associate Professor, Head of Research Department, Full Member of Academy of Quality Problems. E-mail: nauka73@inbox.ru
 Alexey Olenev, Vice-Rector for Investments and Innovation - Head of Quality. E-mail: aa.olenev@mail.ru
 Andrey Gusev, Ph.D., Associate Professor, Head at the Quality Control of the Air Transport Systems Department.