

## Литература

- Akao Y. ed. Hoshin Kanri: Policy Deployment for Successful TQM. Portland, OR: Productivity Press, 1991.
- Babich P. The Hoshin Handbook, 2nd ed. Poway, CA: Total Quality Engineering, 1996.
- Bechtell M. The Management Compass: Steering the Corporation Using Hoshin Planning. New York: American Management Association, 1995.
- Colletti J. F. A Field Guide to Focused Planning: Hoshin Kanri —American Style. East Granby, CT: The Woodledge Group, 1995.
- Collins B. and Hoge E. Management by Policy: How Companies Focus Their Total Quality Efforts to Achieve Competitive Advantage. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1993.
- Cowley M. and Domb E. Beyond Strategic Vision: Effective Corporate Action with Hoshin Planning. Boston: Butterworth-Heinemann, 1997.
- Drucker P. F. The Practice of Management. New York: Harper & Row, 1954.
- Drucker P. F. Managing for Results. New York: Harper & Row, 1964.
- Drucker P. F. The Effective Executive. New York: Harper & Row, 1986.
- Eureka W. E. and Ryan N. E. The Process-Driven Business: Managerial Perspectives on Policy Management. Dearborn, MI: ASI Press, 1990.
- GOAL/QPC Research Committee Report. Total Quality Management Master Plan. Methuen, MA: GOAL/QPC, 1990.
- GOAL/QPC Hoshin Planning: A Planning System for Implementing Total Quality Management. Methuen, MA: GOAL/QPC, 1990.
- GOAL/QPC Integrated Planning Model. Methuen, MA: GOAL/QPC, 1992.
- Gitlow H. S. Planning for Quality, Productivity, and Competitive Position. Homewood, IL: Dow Jones-Irwin, 1990.
- Hongo T. Management by Objectives: A Japanese Experience. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1980.
- Hudiburg J. J. Winning with Quality: The FPL Story. White Plains, NY: Quality Resources, 1991.
- Johnston C. G. and Daniel M. J. Setting the Direction: Management by Planning. Toronto: The Conference Board of Canada, 1993.
- Juran J. M. Managerial Breakthrough. New York: McGraw-Hill, 1964.
- King B. Hoshin Planning: The Development Approach. Methuen, MA: GOAL/QPC, 1989.
- Likert R. New Patterns of Management. New York: McGraw-Hill, 1961.
- MacGregor D. The Human Side of Enterprise. New York: McGraw-Hill, 1960.
- Mazur G., Takasu H. and Ono M. Policy Management: Quality Approach to Strategic Planning. Dearborn, MI: IQD Press, 1998.
- Melum M. M. and C Collett. Breakthrough Leadership: Achieving Organizational Alignment through Hoshin Planning. Methuen, MA: American Hospital Publishing, 1995.
- Merli G. Breakthrough Management. New York: John Wiley & Sons, 1993.
- Merli G. Managing by Priority. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- Moran J. W., C. Collett, and C Cote. Daily Management: A System for Individual and Organizational Optimization. Methuen, MA: GOAL/QPC, 1991.
- Nayatani Y. Management by Planning. Methuen, MA: GOAL/QPC, 1988.
- Nemoto M. Total Quality Control for Management: Strategies and Techniques from Toyota. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1987.
- Palermo R. C., and G. H. Watson, eds. A World of Quality-The Timeless Passport. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1993.
- Schleh E. C Management by Results. New York: McGraw-Hill, 1961.
- Sheridan B. M. Policy Deployment: The TQM Approach to Long Range Planning. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1993.
- Soin S. S. Total Quality Control Essentials: Key Elements, Methodologies, and Managing for Success. New York: McGraw-Hill, 1992.
- Watson G. H. Business System Engineering. New York: John Wiley & Sons, 1994.

## Глава 11

# Методология «Шесть сигм» как новый подход к обеспечению качества

Грегори Ватсон

### Введение

Основы методологии «Шесть сигм» были заложены ныне покойным инженером корпорации Motorola Биллом Смитом (Bill Smith), который применил ее в качестве средства экспериментальной проверки стратегии совершенствования работы корпорации, предложенной ее генеральным директором Бобом Гелвином (Bob Galvin) и нацеленной на повышение эффективности компании в 100 раз за пять лет. Чтобы создать методологию, позволяющую решить столь сложную задачу, Motorola взаимодействовала с большим числом компаний — поставщиков комплектующих полупроводниковых приборов, участвовавших в работе созданного корпорацией научно-исследовательского института (Six Sigma Research Institute), возглавляемого д-ром Майклом Дж. Харри (Mikel J. Harry)<sup>1</sup>. Разработанную методологию затем применил генеральный директор AlliedSignal Лари Боссиди (Larry Bossidy), совершив с ее помощью коренной переворот в работе своей организации. Но после того как Джек Уэлш адаптировал методологию «Шесть сигм» к решению задач, стоявших перед возглавляемой им корпорацией General Electric, она стала главной методологией менеджмента, применяемой многими сотнями компаний по всему миру. Чем можно объяснить победную поступь новой методологии? По мнению Дж. Уэлша, «методология «Шесть сигм» открывает путь к решению, возможно, самой трудной задачи менеджмента—

контролирование работы предприятия». Но если заявление Дж. Уэлша привлекает внимание лишь к одной из сторон данной методологии, то на деле она открывает немало простора для инициативы в ее практических приложениях. «Шесть сигм» представляет собой комплексный подход к применению стратегии всеобщего управления на основе качества в таких областях, как управление изменениями, решение проблем, инновации и разработки новых товаров и услуг, управление проектами. Эта методология поддерживает базовые производственные процессы, которые определяют возможность исполнения организацией принятой на себя миссии, подкрепляя их методами, позволяющими увязать между собой отдельные проекты изменений в стройную комплексную систему управления изменениями, создаваемую руководством компании для реализации собственного видения ее перспектив.

### Что такое методология «Шесть сигм»

Название методологии имеет несколько различающихся между собой по смыслу значений. В целом она относится скорее к выработке стратегии предприятия, нежели только к программам обеспечения качества. Предполагается, что совершенствование работы на основе методологии «Шесть сигм» должно быть увязано с корпоративной стратегией и целями компании в части повышения эффективности ее деятельности. Но почему все-таки она получила такое название? В этой связи рассмотрим следующие четыре значения, которое разными исследователями вкладываются в термин «Шесть сигм»<sup>2</sup>.

1. Формально шесть сигм (6σ) представляет статистическую характеристику некоторого производственного процесса. В статистике знаком «σ» принято обозначать стандартное отклонение, служащее мерой разброса рассматриваемой случайной величины относительно ее среднего. Чем большее число сигм укладывается в диапазон возможных значений некоторого параметра процесса, тем выше эффективность этого процесса\*. Это число может служить универсальной метрикой для сопоставления уровней качества любых, даже разнохарактерных процессов, изделий и услуг. Для поддержания конкурентоспособности компании должны обеспечивать эффективность производственных процессов на уровне от 3σ до 4σ,

Стандартное отклонение, представляющее корень квадратный из дисперсии случайной величины, может служить ориентировочной оценкой диапазона возможных значений этой случайной величины. В математической статистике известно правило 3σ, согласно которому независимо от распределения случайной величины практически возможные ее значения не выходят за пределы ( $m \pm 3\sigma$ ), где  $m$  — математическое ожидание этой величины. В методологии «Шесть сигм» применено более жесткое требование к стабильности любых процессов, заключающееся в том, что их начальная настройка должна обеспечивать вероятность выхода наблюдаемого параметра за пределы допуска, соответствующую диапазону возможных значений  $\pm 6\sigma$ .

— Примеч. пер.

хотя остается еще немало число компаний, не достигших этого уровня. Шкала качества работы компании, выражаемая числом сигм, если перевести ее в наблюдаемое число дефектов продукции на миллион возможных, имеет экспоненциальный характер. Если предприятие работает на односигмовом уровне, то это означает, что оно производит брака больше, чем годной продукции, отвечающей потребительским требованиям. Уровень 6σ соответствует почти идеальному качеству определенного производственного процесса (всего три-четыре дефекта на миллион). Шкала качества по числу сигм может быть также переведена на язык стабильности процессов (см. главу 2), характеризуемой их номинальной  $C_p$  и фактической  $C_{pk}$  воспроизводимостью, оцениваемой с учетом дрейфа настройки процесса\*. Каждому уровню качества работы предприятия может быть также поставлена в соответствие определенная величина потерь от брака продукции (табл. 11.1)<sup>3</sup>.

Если величина  $C_p$  характеризует конструктивную или номинальную эффективность процесса, которая также является его кратковременной характеристикой, то  $C_{pk}$  определяет эффективность процесса на некотором промежутке времени, длина которого зависит от факторов, под действием которых процесс деградирует, т.е. происходит смещение распределения его

Таблица 11.1 Взаимосвязь уровня качества работы и величины потерь от брака

Уровень качества в числе σ	Количество дефектов на миллион возможностей для их появления	Номинальная воспроизводимость процесса ( $C_p$ )	Фактическая воспроизводимость процесса ( $C_{pk}$ )	Цена плохого качества в процентах от дохода
1,0	670 000			
1,5	500 000	Отсутствует	Отсутствует	30-40
2,0	308 300			
2,5	158 650 66	1,0 1,33 1,67	0,5 0,83 1,17	20-30
3,0	807 22 700			
3,5	6210 1350	2,0	1,5	15-20
4,0	233 32 3,4			
4,5				10-15 <
5,0				
5,5				10
6,0				

Напомним, что воспроизводимость процесса представляет отношение ширины допуска на некоторый параметр процесса к ширине диапазона возможных значений этого параметра, обеспечиваемой его конструкцией и наладкой. Учитывая, что допуски обычно назначают по правилу трех сигм, номинальная воспроизводимость шестисигмового процесса равна 2. — Примеч. пер.

параметров в ту или иную сторону. Заметим, что уровень дефектности продукции, производимой одним и тем же процессом, на коротком интервале времени наблюдений всегда выше, чем на более продолжительном. Как заметил д-р Джордж И.П. Бокс (George E.P. Box), «авторы методологии «Шесть сигм» поступили весьма мудро, приняв допущение о том, что величина среднего для производственных процессов не является фиксированной, но испытывает временной дрейф. В частности, локальное среднее процесса может смещаться в любую сторону от заданного на величину порядка  $1,5\sigma$ »<sup>4</sup>.

2. «Шесть сигм» представляет собой подход к обеспечению почти идеальной эффективности производства, основанный на применении статистических методов. Эта методология использует строгий поэтапный аналитический подход к решению статистических проблем с использованием собственной библиотеки статистических методов, которые применяются в определенной последовательности для выявления источников разброса параметров процессов и управления ими с целью оптимизации и контроля выходного качества изготавливаемой продукции. Последовательность применения статистических методов выбрана так, чтобы она обеспечивала требуемую глубину анализа технологических и любых других производственных процессов. Тем самым совершен значительный прорыв в понимании того, как работают эти процессы, и в изучении взаимосвязей между различными факторами, определяющими их эффективность.
3. «Шесть сигм» представляет собой определенную философию бизнеса и в этом своем качестве устанавливает прямые зависимости между числом дефектов продукции, непроизводительными затратами при ее изготовлении и уровнем удовлетворенности потребителей товарами и услугами, поставляемыми компанией. Будучи философией бизнеса, методология «Шесть сигм» создает общую схему, увязывающую между собой совершенствование предприятия и мероприятия по обеспечению качества, позволяет устанавливать для предприятия систему согласованных между собой целей, формулируемых в терминах производительности, технико-экономической эффективности и качества. Устанавливаемые в рамках методологии «Шесть сигм» цели согласуются со стратегией и деловыми результатами предприятия благодаря использованию строгих зависимостей, связывающих их с ожиданиями потребителей и рыночными требованиями, которые служат исходными данными для любых проектов совершенствования компании.
4. Применение аналитических методов «Шесть сигм» становится элементом корпоративной культуры, стимулирующей команды исполнителей к совместной работе над разрешением общих проблем и достижению более высоких уровней производительности и эффективности работы при

меньших затратах. В организациях, имеющих не менее чем трехлетний опыт применения методологии «Шесть сигм», управление на основе фактических данных и анализ коренных причин возникающих проблем с использованием дисперсионного анализа становятся привычным языком общения и связующим звеном между работниками всех уровней. На каждом уровне принятия решений, касающихся предприятия в целом, определенной области его деятельности или конкретных производственных операций, применение методологии «Шесть сигм» имеет свои специфические особенности. Тем не менее ее идеология и ориентированная на конкретные действия философия позволяют выстроить в масштабах предприятия цельный комплексный подход к предупреждению различных проблем и проведению корректирующих действий. Подытоживая, можно определить методологию «Шесть сигм» как комплексный подход к совершенствованию предприятий, нацеленный на поиск и устранение причин ошибок и дефектов в производственных процессах путем сосредоточения внимания на выходных параметрах этих процессов, которые имеют значение для потребителей. Методология «Шесть сигм» основана на том, что случайные отклонения параметров продукции и процессов являются определяющими факторами, оказывающими сильное влияние на продолжительность цикла изготовления продукции, стоимость продукции и процессов, производительность и в конечном итоге на уровень удовлетворенности потребителей. Одним из наиболее существенных аспектов в работе специалистов по применению методологии «Шесть сигм» (так называемых «черных поясов») служит анализ дисперсий параметров продукции и процессов с целью выявления их причин и выработки эффективных мер, направленных на контроль и уменьшение разбросов этих параметров. Принципиальные особенности и новизна методологии «Шесть сигм» состоят в формировании наборов инструментов для решения конкретных проблем, в привлечении квалифицированных специалистов к анализу процессов или проектов с целью совершенствования продукции и для обеспечения устойчивости достигнутых результатов.

Совершенствование работы предприятий на основе методологии «Шесть сигм» предполагает улучшение управленческой деятельности и повышение эффективности процессов. Применительно к совершенствованию управления предприятием эта методология нацелена на выбор надлежащих критериев оценки производственных процессов, определение проектов их совершенствования, правильный подбор их исполнителей, на успешную реализацию выбранных проектов с использованием существующей системы управления предприятием, обеспечение устойчивости достигнутых результатов. Повышение эффективности процессов (например, повышение среднего уровня и снижение дисперсии параметров, которыми характеризуется эффективность процессов) с применением методологии «Шесть сигм» предполагает использование статистических методов

и систематизированных подходов к совершенствованию процессов, включающих четыре основные составляющие — измерения, анализ, внедрение усовершенствований и контроль результатов. В методологии «Шесть сигм» применяемые статистические методы и методы повышения качества увязаны между собой, что обеспечивает простоту проведения и эффективность анализа. Методология ориентирована в первую очередь на выявление основных причин разброса параметров процессов и опирается на известные программные средства для упрощения вычислений.

## Существо методологии «Шесть сигм»

В основу идеологии «Шесть сигм» заложены интересы потребителей продукции и услуг, полагая, что всякая организация обязана знать, какие составляющие качества ее продукции имеют значение для обеспечения удовлетворенности потребителей, окупаемости средств, вложенных в нее акционерами, и для завоевания конкурентных преимуществ на рынке.

В методологии «Шесть сигм» следует выделить три аспекта, которые могут считаться новыми или по крайней мере недостаточно четко выраженными в ранее известных подходах к повышению качества, а именно: комплексное рассмотрение гуманитарных и технических направлений совершенствования предприятий; ориентированность на повышение основных показателей работы; применение структурированного подхода, позволяющего увязать в единую схему использование известных статистических методов и выработать единые процедуры анализа и устранения хронических или случайно возникающих производственных проблем.

К числу гуманитарных аспектов применения методологии «Шесть сигм» можно отнести: лидирующую роль руководителей всех уровней в организации производственного процесса и устранении возникающих проблем; ориентированность команд исполнителей проектов на удовлетворение интересов потребителей; всеобщую нацеленность на конечный результат — улучшение основных показателей работы; развертывание программы перестройки корпоративной культуры с целью внедрения управления на основе фактических данных; приверженность к непрерывному совершенствованию организации как неотъемлемый элемент повседневной работы всех сотрудников. Технические аспекты приложения методологии «Шесть сигм» к анализу и совершенствованию производственных процессов, в числе прочих, включают: строго научный подход к решению проблем; нацеленность на повышение характеристик процессов; применение статистических методов к исследованию причин вариаций параметров процессов; управление процессами, направленное на обеспечение устойчивости достигнутых улучшений. Методология «Шесть сигм» содействует обеспечению постоянства целей организации, дополняя систему оценок производственных процессов новым измерением — дисперсией параметров как индикатора их эффективности. Величина

стандартного отклонения (сигма) наряду с финансовыми показателями становится объектом управления в организациях, стремящихся к достижению делового совершенства и повышению эффективности менеджмента на основе качества.

Руководители организаций, придерживающихся идеологии «Шесть сигм», должны сознавать, что их главной обязанностью является содействие любым усилиям, направленным на совершенствование производственных процессов и продукции. Они также должны внедрить в сознание подчиненных четкое понимание того, что такое совершенствование является неотъемлемой составной частью их повседневных обязанностей, обеспечить надлежащую подготовку и обучение специалистов всех уровней, развернуть своеобразное соревнование между сотрудниками за повышение качества. Решению последней задачи может содействовать учреждение почетных званий «чемпионов» и обладателей «черного пояса» в овладении методологией «Шесть сигм».

## Артефакты методологии «Шесть сигм» в корпоративной культуре

За последние годы методология «Шесть сигм» приобрела популярность, а само название нового подхода и некоторые используемые термины, заимствованные из восточных единоборств («черный пояс», «зеленый пояс» и т.д.), стали привычными при деловом общении. Однако для многих организаций и национальных культур терминология методологии «Шесть сигм» все еще остается чуждой и вызывает неприятие\*. Поэтому далеко не все компании, внедрившие основные составляющие методологии «Шесть сигм», приняли созданные ею артефакты. Так, например, в канадской компании Bombardier называют своих специалистов «агентами» вместо «черных поясов», а в корпорации Toshiba именуют их «экспертами по качеству». В иных организациях подобных специалистов принято называть «специалистами по внедрению усовершенствований» или «консультантами по процессам». Но какие бы термины ни использовались при внедрении методологии «Шесть сигм» с учетом местных культурных особенностей, очень важно правильно понимать роли перечисленных далее персонажей в успешном применении этой методологии.

### «Исполнительный спонсор»

В этой роли выступают руководители, обеспечивающие стратегическое согласование запускаемых шестисигмовых проектов и следящие за тем, чтобы они

\* Это замечание представляется верным применительно к отечественной культуре, где эта терминология приживается с большим трудом и часто вызывает раздражение специалистов в области качества. Поэтому далее оригинальная терминология «Шести сигм» будет, по возможности, сопровождаться близкими по смыслу, но более приемлемыми терминами. — *Примеч. пер.*

были нацелены на решение ключевых проблем совершенствования организации. При этом повседневная, рутинная деятельность по непрерывному совершенствованию процессов и продукции осуществляется в рамках устоявшихся процессов обеспечения качества, основанных на командной работе исполнителей. Инициатором внедрения методологии «Шесть сигм» выступает вся команда высших руководителей, но координирует и управляет процессом внедрения и применения этой методологии один из них. Обычно в качестве подобного представителя высшего руководства или «исполнительного спонсора» выступает генеральный директор компании, а «чемпионы по развертыванию» управляют материально-техническим обеспечением ее применения. (Возможно, точнее было бы называть «исполнительного спонсора» руководителем программы внедрения и применения методологии «Шесть сигм».)

#### «Чемпион по развертыванию»

Сотрудника, отвечающего за обеспечение работ по внедрению методологии «Шесть сигм», принято называть «чемпионом по развертыванию». В его обязанности входит: составление графиков обучения и подготовки специалистов; отбор кандидатов на роли «черных поясов»; рассмотрение и утверждение программ обучения и повышения квалификации; отслеживание хода выполнения проектов с использованием методологии «Шесть сигм»; распространение информации об этих проектах и достигнутых результатах с использованием компьютерных сетей предприятия, а также публикаций примеров успешного применения методологии в информационных бюллетенях. Очень часто «чемпионы по развертыванию» также ведают заключением и контролем исполнения контрактов со сторонними консалтинговыми организациями, специализирующимися в данной области. (По-видимому, «чемпиона по развертыванию» можно было бы назвать координатором или ответственным исполнителем программы «Шесть сигм».)

#### «Чемпион по проектам»

В этом качестве выступают специалисты, ответственные за определенные производственные процессы, которые должны обеспечивать деловую ориентацию шестисигмовых проектов. Их главной обязанностью является выявление, отбор и постановка задач для проектов, поручаемых «черным поясам». «Чемпионы по проектам» отвечают за предварительные этапы любых проектов, относящихся к инновациям (DMADV)\* и решению проблем (DMAIC)\* с использованием идеологии «Шесть сигм». Смысл приведенных аббревиатур будет разъяснен ниже. «Чемпионы по проектам» также регулярно анализируют ход выполнения проектов по установленным контрольным точкам («вехам»), с тем чтобы убедиться в соответствии проектов установленным целям. Отвечая за конкретные процес-

сы, «чемпионы по проектам» обеспечивают также реализацию в них рекомендаций, выработанных в результате выполнения шестисигмовых проектов. (Точнее «чемпиона по проектам» можно было бы назвать заказчиком таких проектов.)

#### «Черный пояс»

Специалисты, удостоенные этого звания, являются главной движущей силой практического применения методологии «Шесть сигм». Они руководят командами исполнителей шестисигмовых проектов и проводят подробный анализ в соответствии с DMADV и DMAIC. «Черные пояса» также являются наставниками для исполнителей проектов и «зеленых поясов», обучая их методам и средствам, применяемым в методологии «Шесть сигм». Следует заметить, что рекомендации, выработанные в результате шестисигмовых проектов, наиболее успешно внедряются в тех случаях, когда «черные пояса» освобождены от ответственности за их внедрение, и этим занимаются менеджеры или ответственные за конкретные процессы. Вот почему большинство организаций отбирает «чемпионов по проектам» именно из этих двух категорий работников, которые должны быть знакомы с применяемыми методами анализа и уметь делать правильные выводы. (Вероятно, наиболее подходящим для этого случая является термин «ведущий специалист» или «аттестованный специалист», имеющий право выступать в роли руководителя шестисигмовых проектов. В управлении проектами таких специалистов, аттестованных Институтом управления проектами, принято называть PMP®.)

#### «Мастер»

«Мастера» выступают в качестве внутренних консультантов для «черных поясов» по практическому применению методологии «Шесть сигм» и помогают им преодолевать сложные моменты в процессе выполнения проектов. Кроме того, «мастера» оказывают помощь в координации комплексных проектов, охватывающих несколько функций и процессов, помогают руководителям организации и ответственным за определенные процессы в формулировании заданий на проекты, осуществляют рутинный технический контроль по «вехам» проектов, выполняемых «черными поясами». «Мастера» также несут ответственность за проведение оценок состояния организации на основании опросов потребителей и с использованием сбалансированных контрольных листков, а также за обучение новых поколений «черных поясов». (Здесь, наверное, уместны термины «главный специалист» или «консультант».)

#### «Зеленый пояс»

Специалисты, удостоенные этого звания, обеспечивают «эффект умножения» при внедрении и применении методологии «Шесть сигм». Они не столь глубоко подготовлены, как «черные пояса», но их обучение нацелено на овладение некоторыми основными методами и средствами, применение которых ускоряет

Подробнее о процессах DMADV и DMAIC см. далее. — Примеч. ред.

выполнение проектов. При подготовке «зеленых поясов» могут применяться две стратегии. Во-первых, будущие «зеленые пояса» проходят двухнедельный курс обучения, после чего им поручают выполнение собственных шестисигмовых проектов, а во-вторых, они более глубоко изучают основные методы обеспечения качества и математической статистики, овладевают графическими способами представления процессов, анализом отказов, сбором данных и составлением отчетов. Завершив курс обучения, обладатели «зеленого пояса» становятся чем-то вроде оруженосцев при «черных поясах», которые наставляют их и следят за повышением ими квалификации в процессе работы, позволяющей впоследствии работать самостоятельно над проектами непрерывного совершенствования процессов и продукции. (Здесь подходит термин «специалист».)

### Основные составляющие методологам «Шесть сигм»

Внедрение методологии «Шесть сигм» должно охватывать следующие основные процессы, существующие в любых организациях: управление изменениями; внедрение инноваций — DMADV; решение производственных проблем (с использованием процедуры DMAIC) и управление проектами.

#### Управление изменениями

Внедрение методологии «Шесть сигм» влечет за собой изменения в корпоративной культуре. Здесь особое значение придается ответственности за конечный результат, количественным показателям и управлению на основе фактических данных. После внедрения этой методологии предприятия отказываются от принятия решений, основанных на субъективных мнениях, в пользу анализа, основанного на реальной информации и применении статистических методов. Для того чтобы методология «Шесть сигм» стала составной частью системы и процессов управления организацией, его руководителям следует применять ряд специальных методов и инструментов, способствующих установлению контроля за внедрением и функционированием шестисигмовых проектов.

- *Оценка готовности организации к внедрению методологии «Шесть сигм».* Для того чтобы оценить, насколько организация готова к внедрению данной методологии, ее руководители должны: изучить историю развертывания систем качества и проанализировать уроки их внедрения; оценить имеющиеся человеческие ресурсы, состояние корпоративной культуры; наличие у сотрудников навыков применения методов и средств, на которых основана внедряемая методология; определить соответствующих специалистов; проанализировать способность организации воспринять намечаемые перемены.
- *План развертывания методологии «Шесть сигм».* В нем устанавливают последовательность действий с указанием контрольных точек для проверки достигнутых результатов и определяют потребности организации

в специалистах («черных поясах») в зависимости от того, какие области деятельности должны быть охвачены методологией. Кроме того, в плане необходимо предусмотреть обучение высших руководителей и сотрудников, ответственных за отдельные производственные процессы, подготовку мастеров и «зеленых поясов», повышение уровня знаний сотрудников о внедряемой методологии. План развертывания может также включать в себя план коммуникаций (см. далее).

- *Приведение корпоративной культуры в соответствие с требованиями методологии «Шесть сигм» и разработка программ обучения, отвечающих потребностям организации.* Оценив готовность организации к внедрению методологии, руководители должны также определить, насколько корпоративная культура согласуется с требованиями ее успешного применения. В частности, организация должна быть обучающейся, ориентированной на потребителя и обладающей соответствующей базой знаний, нацеленной на конечный результат и повышение показателей, и т.д. Сложившаяся культура и опыт внедрения предыдущих инициатив по совершенствованию должны быть интегрированы в программу обучения методологии «Шесть сигм» таким образом, чтобы сотрудники рассматривали внедрение этой методологии как естественное продолжение и развитие предыдущего опыта, воспринимали обучение как способ повышения мастерства.
- *Анализ потребительских требований.* Должно быть проведено исследование по выявлению требований потребителей, которые организация либо не выполняет должным образом, либо не в состоянии удовлетворить. Для изучения потребительских требований применяют методику развертывания функции качества (QFD), которая позволяет преобразовать выявленные потребности потребителей в конкретные действия организации. Подобный анализ необходим также для того, чтобы при выборе шестисигмовых проектов, подлежащих выполнению, учесть отзывы потребителей о продукции или услугах.
- *Структурная схема организации* позволяет проанализировать потоки создания добавленной стоимости путем разбиения основных производственных процессов на операции. Перегруженность структуры ненужными петлями обратных связей, свидетельствующих о наличии лишних, скрытых производственных операций и длинных путей принятия решений, указывает на большое количество дополнительной работы, которую потребители ни в коем случае не стали бы оплачивать, если бы знали о ее существовании. Систематическая оценка деятельности организации и анализ ее структурной схемы позволяют обнаруживать первые проявления отклонений эффективности работы и своевременно определить, какие проекты следует поручить «черным поясам» для устранения выявленных несоответствий.

*Система оценки работы организации.* Устанавливают обобщенные показатели (функции Y по терминологии «Шести сигм») и с их помощью оценивают достигнутый уровень делового совершенства организации. Исходя из этих показателей определяют количественные показатели качества, стоимости и продолжительности производственного цикла. Систему обобщенных показателей делового совершенства и способов их оценивания иногда принято называть сбалансированными контрольными картами или индикаторами удовлетворенности потребителей. С помощью принятой системы оценки работы организации выявляют имеющиеся проблемы. *Стратегический бенчмаркинг по ключевым показателям* основных производственных процессов должен проводиться с привлечением внешних оценщиков, чтобы оценить тяжесть проблем, выявленных с помощью внутренней системы оценки работы организации. Сопоставление с показателями других компаний позволяет проанализировать возможности организации, определить области деятельности, в которых действительно добились совершенства. Такое сравнение также служит ценным источником новых идей для дальнейшего совершенствования. *Самооценка организации ее руководством.* Самооценка организаций с использованием критериев американской национальной премии по качеству имени Малкольма Болдриджа или Европейской премии по качеству служит хорошим способом выявления имеющихся возможностей для совершенствования, источником данных для постановки задач, решаемых путем выполнения дополнительных шестисигмовых проектов. *Система развертывания политики.* Развертывание политики, обозначаемое также японским термином *hoshin kanri*, представляет собой систему планирования, устанавливающую стратегические направления развития организации и распределяющую ресурсы между последовательно выполняемыми проектами, нацеленными на продвижение организации в указанных направлениях. Эта система позволяет выявлять потребности в шестисигмовых проектах, полностью согласованных с избранной деловой стратегией организации.

*Система морального и материального поощрения.* Очень важно, чтобы ценный вклад «черных поясов» и других исполнителей шестисигмовых проектов в совершенствование организации признавался и соответствующим образом вознаграждался. Для этого необходимо создать систему морального и материального поощрения, которая согласовывалась бы с корпоративной культурой и политикой организации в области заработной платы и других выплат работникам.

*Система менеджмента качества* входит составной частью в общую структуру управления организацией и представляет собой инструмент для внедрения результатов шестисигмовых проектов и обеспечения того, что

достигнутые с их помощью усовершенствования станут органической составной частью повседневной работы.

- *План коммуникаций.* В этом плане устанавливают, какой информацией о внедрении и применении методологии «Шесть сигм» должны владеть функциональные подразделения организации и какие каналы связи лучше всего использовать для ее распространения. В плане коммуникаций можно предусматривать создание сайта новостей о выполняемых проектах, а также издание учебных пособий и материалов, проведение сетевых конференций с участием «черных поясов» и «чемпионов по проектам», ежегодных собраний с вручением «черным поясам» премии за «Проект года» и др.
- *Рабочая атмосфера.* Широкое вовлечение сотрудников и командная работа являются важными аспектами шестисигмовых проектов. Для того чтобы понизить уровень сопротивления переменам внутри организации и создать наиболее благоприятную для внедрения новой методологии рабочую атмосферу, очень важно привлечь к участию в проектах сотрудников, которые будут впоследствии заняты в этих работах. Все шестисигмовые проекты выполняются командами исполнителей, в которых «черным поясам» отведена роль организаторов реализации методологии «Шесть сигм», призванных стимулировать творческую энергию членов команды. Обстановка согласованной коллективной работы очень важна с точки зрения успешности выполняемых проектов.

Одним из условий успешного выполнения шестисигмовых проектов должна быть удовлетворенность сотрудников выполнением так называемых *стратегических работ*, под которыми понимают любые действия, не только представляющие ценность для организации и ее потребителей, но также приносящие личное удовлетворение исполнителям (рис. 11.1). Если такие работы получают поддержку со стороны руководства, обеспечены необходимыми ресурсами



Рис. 11.1. Стратегическая работа.

и позволяют надлежащим образом использовать знания и навыки сотрудников, то в этом случае их выполнение придает новые отличительные черты организации. Для того чтобы шестисигмовые проекты отвечали всем требованиям, позволяющим отнести их к категории стратегических работ, они должны быть официально утверждены руководством и получить от него поддержку, регулярно рассматриваться в соответствии с общими правилами управления проектами (см. раздел «Управление шестисигмовыми проектами»).

### Инновационные проекты с применением методологии «Шесть сигм»

Основные этапы инновационных шестисигмовых проектов, часто обозначаемых аббревиатурой DFSS\*, по своим названиям совпадают с этапами проектов, связанных с решением отдельных проблем, тем не менее цели и содержание этапов этих проектов сильно различаются. DFSS представляет собой комплекс стратегии, тактики, методов и средств, позволяющих организации выявлять, оценивать и сводить к минимуму риски на стадиях разработки продукции, услуг и процессов. DFSS является составной частью общей стратегии организации, основанной на применении методологии «Шесть сигм», и требует наличия необходимого числа специалистов категории «черный пояс». DFSS не подменяет собственно процесс разработки, но представляет собой приложение к нему с включением вытекающих из методологии «Шесть сигм» требований в состав общих технических и коммерческих условий разработки изделий.

Главная цель инновационного процесса, основанного на применении методологии «Шесть сигм», заключается в неуклонном выполнении потребительских требований при создании новых изделий, процессов и услуг. Для этого необходимо не только знать эти требования, но и четко представлять реальные возможности организации создавать продукцию, им соответствующую, т.е. располагать необходимой информацией о выходных параметрах производственных процессов. Для того чтобы некоторый процесс обеспечивал выполнение установленных требований (которые, будучи заданными, определяют некоторые фиксированные значения его выходных параметров), его выходные характеристики с учетом возможных вариаций должны быть по крайней мере не хуже требуемых. Если требования к процессу разработки сформулированы так, что вероятность выхода некоторого параметра разрабатываемой продукции не должна превышать уровня, соответствующего ширине диапазона его возможных значений, равной  $\pm 6\sigma$ , то такой проект относят к числу шестисигмовых. Если же статистическими данными подтверждено соответствие разработанной продукции данному требованию, то ее считают соответствующей идеологии «Шесть сигм». Процесс создания изделий, процессов или услуг, качество которых соответствует шестисигмовому уровню, принято обозначать аббревиатурой DMADV, по первым буквам английских

\* DFSS (Design for Six Sigma) — разработка проектов с учетом требований методологии «Шесть сигм», или проектное обеспечение шестисигмового уровня качества. — *Примеч. пер.*

названий этапов разработки изделий, рассматриваемых ниже. Процедуры DFSS применительно к программным продуктам, процессам и услугам могут отличаться от используемых при разработке технических устройств.

- *Постановка задачи (Define)* — процедура программного планирования, используемая для выработки общей концепции продукции, предполагаемой к разработке. Управление разработками требует, чтобы каждый новый проект начинался с выработки технического предложения, основанного на использовании тех технологий, которыми располагает организация, или вытекающего из планируемой номенклатуры выпускаемой продукции. При этом авторы предложения должны провести исследование потребительских и рыночных требований, с тем чтобы выявить, соответствуют ли им технологические возможности организации. Предложение должно содержать общую концепцию намечаемой к разработке продукции и ее коммерческое обоснование наряду с предварительным бюджетом проекта и планом создания последующих поколений данной продукции, который устанавливает, как концепция продукции и ее характеристики будут последовательно развиваться по мере ее внедрения на рынки путем создания новых модификаций. После того как начальная концепция предлагаемой продукции будет рассмотрена и принята руководством, должны быть утверждены бюджет и план проекта, а его руководители смогут приступить к формированию команды исполнителей.
- *Измерения (Measure)*. На этом этапе оценивают рыночные требования к разрабатываемой продукции и определяют уровень рыночного спроса на нее. Должны быть предусмотрены исследования по определению реальных нужд потребителей, выявлению характеристик и особенностей продукции, способных придать ей преимущества по сравнению с предложениями конкурентов. Команда исполнителей проекта на этом этапе занята выявлением конструктивных особенностей продукции, определяющих ее качество, удовлетворяя тем самым уточненные потребительские требования. Этот этап процесса разработки документируется с использованием матриц распределения функции качества (QFD) или контрольных листов для оценки конструкции, используемых далее как отчетные документы о ходе выполнения проекта. Контроль процесса разработки осуществляют в установленных контрольных точках с использованием опросных листов для проверки полноты выполнения наиболее важных мероприятий, с тем чтобы убедиться в надлежащих темпах продвижения проекта к установленной дате постановки продукции на производство.
- *Анализ (Analyze)*. Этот этап завершает окончательное определение характеристик разрабатываемой продукции и включает следующие работы: функциональный анализ основных параметров и их соответствие выявленным требованиям потребителей; бенчмаркинг по этим параметрам;



отработка конструкции; составление схем процессов изготовления и технического обслуживания; составление технического задания на проектирование. Этап анализа завершается сравнением требований составленного технического задания с планами организации с использованием специальных контрольных листков, после чего руководство дает разрешение на проведение детальной проработки конструкции новой продукции.

- *Проектирование (Design)*. На этом этапе отработка технических деталей конструкции новой продукции ведется параллельно с проработкой технологических процессов ее изготовления. Затем планируют производственные мощности для ее изготовления. Должны быть выявлены все критические параметры процессов изготовления, проведен анализ возможных отказов для выявления потенциальных рисков, оценена устойчивость процессов путем анализа их воспроизводимости, установлены допуски на все основные параметры продукции с использованием методов статистического анализа. Должен быть также проведен технико-экономический анализ с целью оптимизации параметров разрабатываемой продукции. На этом этапе следует предусмотреть испытания прототипов разрабатываемой продукции на надежность с целью установления стабильности ее характеристик и готовности к реализации на рынке.
- *Проверка (Verify)*. На этом этапе привлекают потребителей к участию в установочных испытаниях первых промышленных образцов продукции. По результатам этих испытаний принимают решение о постановке продукции на серийное производство и возможности реализации. В ходе установочных испытаний уточняют все детали организации производства продукции, а также определяют методы контроля готовой продукции. План контроля продукции при изготовлении включает правила отбора образцов для проверки, методы контроля и испытаний, критерии приемки. Разработка продукции и постановка ее на производство завершается этапом проверки, окончание которого подтверждает акт о постановке продукции на серийное производство.

После того как процедура разработки продукции с использованием DMADV завершена, все последующие проблемы, связанные с недоработками конструкции или недостатками процессов изготовления, решают с использованием методологии «Шесть сигм».

### Решение производственных проблем с использованием методологии «Шесть сигм»

Процедуру решения производственных проблем с использованием методологии «Шесть сигм» обычно обозначают аббревиатурой DMAIC, также образованной по первым буквам английских наименований пяти последовательных этапов поиска и принятия решений, рассматриваемых ниже.

- *Постановка задачи (Define)*. На этом этапе существующая производственная проблема трансформируется в конкретные требования по улучшению работы. Для этого необходимо: собрать команду исполнителей для анализа существующей проблемы с использованием методологии «Шесть сигм», выработки рекомендаций по ее устранению; составить график выполнения проекта и определить, какие ресурсы потребуются для его выполнения; обеспечить активное участие в проекте лиц, ответственных за рассматриваемый проблемный процесс, и всех остальных участников, заинтересованных в результатах проекта; сформулировать в общем виде суть проблемы и определить ее составляющие, которые важны с точки зрения удовлетворения нужд потребителей; выдать исполнителям проекта исходные данные, позволяющие им согласовать проект с действительным содержанием проблемы. Утвержденный устав проекта представляет собой, образно говоря, «лицензию на отстрел несоответствий», выданную руководителю проекта.
- *Измерения (Measure)*. На этом этапе должны быть выявлены параметры продукции или процесса, соответствующие установленным требованиям потребителей (выходные результаты контролируемого процесса). Каждый из этих параметров рассматривают в качестве функции отклика, подлежащей улучшению в процессе DMAIC (выходные переменные Y по терминологии «Шесть сигм»). Для уточнения представлений о функционировании процесса составляют его структурную схему и проводят анализ возможных видов и последствий отказов (FMEA). Далее выявляют контролируемые факторы, влияющие на протекание процесса, воздействуя на которые можно его совершенствовать. Затем следует установить стандартные требования к продукции или услугам, поставляемым потребителям, и проверить, насколько текущее состояние производственных процессов обеспечивает выполнение этих требований, а также сопоставить уровень качества продукции или услуг с имеющимися данными для бенчмаркинга. Наконец, необходимо установить стоимость повышения уровня качества продукции и разработать необходимые мероприятия. Одновременно должно быть изучено, насколько существующая система измерений и контроля позволяет выявлять серьезные отклонения характеристик производственных процессов. По завершении данного этапа «черные пояса» анализируют проблему на основе статистических данных. Возможно, появится необходимость сдвига среднего рассматриваемого выходного параметра процесса Y, уменьшения его дисперсии или решения обеих задач одновременно.
- *Анализ (Analyze)*. На этом этапе оценивают текущее состояние процесса с целью выявления источников вариаций его основных параметров X, являющихся независимыми переменными, определяющими функцию отклика (выходной параметр) Y. Далее выявленные источники вариаций

следует «привязать» к определенным контрольным точкам процесса, чтобы иметь физические рычаги воздействия на него после того, как аналитически обоснованы способы приведения процесса в состояние, обеспечивающее получение оптимальных выходных характеристик. Этот анализ представляет собой последовательное применение различных статистических методов. При этом следует начинать с проверки статистических гипотез о наличии различий между рассматриваемыми факторами, далее с помощью дисперсионного анализа оценивают принадлежность рассматриваемых выборок данных к одной генеральной совокупности, а затем с использованием регрессионного анализа оценивают, какую долю дисперсии функции отклика «объясняет» каждый из выявленных факторов. После завершения количественного анализа и построения статистической модели процесса должны быть согласованы цели его совершенствования. *Совершенствование (Improve)*. На этом этапе должны быть отобраны возможные источники вариаций выходного параметра процесса и оценено их влияние на сдвиг среднего этого параметра и его дисперсию. Должны быть также выявлены взаимное влияние и зависимости между параметрами процесса (решено уравнение связи  $Y = f(X)$ ), с учетом которых определяют, какие факторы  $X$  оказывают наиболее сильное влияние на выходную характеристику процесса  $Y$ . Для этих критических факторов должны быть установлены наиболее эффективные значения (номинальные значения и допуски на них) и допустимые пределы для их изменения, в которых поддерживается оптимальная эффективность процесса. К числу основных методов, применяемых на этапе совершенствования процессов, относятся методы планирования экспериментов, статистического моделирования и «экономного» управления, обеспечивающие сокращение времени наладки оборудования, уменьшение продолжительности производственного цикла и улучшение технико-экономических показателей организации. Для того чтобы продемонстрировать работоспособность выработанных на этом этапе рекомендаций, должен быть осуществлен пилотный прогон доработанного процесса. *Контроль (Control)*. Исходя из рекомендуемых доработок процесса должна быть проверена способность принятой системы измерений и контроля выявлять и точно учитывать любые серьезные отклонения критических параметров, характеризующих его эффективность. Следует также оценить уровень воспроизводимости процесса, достигнутый в результате внедрения рекомендованных доработок, и разработать план контроля процесса, обеспечивающий поддержание его улучшенных параметров в заданных пределах. В доработанный процесс должны быть внедрены предложенные способы контроля и управления, а его операторы — пройти соответствующее переобучение, гарантирующее их способность правильно интерпретиро-

вать доработанные инструкции и обеспечивать улучшенные характеристики усовершенствованного процесса.

По окончании контрольного этапа может потребоваться участие «черных поясов» в анализе достигнутых результатов внедрения предложенных изменений. Этот анализ должен показать, какие выгоды получает предприятие от реализации предложенных доработок процесса. При этом оценивают, удалось ли получить все ожидаемые преимущества от внедрения рекомендаций, насколько повлияли проведенные усовершенствования на улучшение основных показателей предприятия. Как правило, подобный анализ проводится финансовыми службами или с привлечением внешних аудиторов.

### Управление проектами с использованием методологии «Шесть сигм»

Когда предприятие начинает применять описанные выше процессы DMADV или DMAIC для управления проектами в соответствующих контрольных точках или «вехах» их графиков, можно считать, что сделан первый шаг к управлению проектами на основе методологии «Шесть сигм». Эти контрольные точки должны быть согласованы с этапами шестисигмовых проектов, на которых «мастера» рассматривают их технические аспекты, а «чемпионы по проектам» изучают влияние проектов на деловые показатели предприятия. Кроме того, высшие руководители могут инициировать те или иные проекты в ходе цикла стратегического планирования на этапе выявления потребностей в них (*recognition*), предшествующем этапу *постановки задачи*, а также разрешать проведение экспериментов, которые способны прервать нормальное течение производственных процессов. «Исполнительные спонсоры» проводят окончательный анализ завершенных проектов, с тем чтобы оценить их полезность и убедиться в том, что финансовые выгоды от проекта окупают затраты на его выполнение. Этот этап принято называть *анализом результативности проектов*.

## Заключение

В каком направлении развивается методология «Шесть сигм»? Представляется, что в подходы к решению проблем, которыми оперирует эта методология, будут включены методы и средства, заимствованные из японского опыта «экономного менеджмента». Действительно, многие организации имели возможность убедиться в том, что применение методов «экономного менеджмента» перед началом анализа производства с использованием методологии «Шесть сигм» позволяет уточнить, какие проблемы требуют своего решения, и более четко выявить возможные источники дисперсии параметров анализируемых процессов<sup>5</sup>.

Не менее важным направлением развития методологии «Шесть сигм» может оказаться ее объединение с методом сбалансированных контрольных листов, но с приданием последним отчетливо выраженного «шестисигмового» оттенка, заключающегося в установлении статистических связей между обобщенными показателями эффективности предприятия и характеристиками, применяемыми для оценки отдельных операций. При этом должно быть гарантировано выполнение требований к обобщенным показателям, являющимся критическими для всех заинтересованных сторон (в первую очередь для потребителей). Многие организации применяют методологию «Шесть сигм» в качестве средства выявления и внедрения новых производственных стратегий, основанных на использовании возможностей Интернета. Сторонники этой методологии убеждены в том, что с ее помощью можно увлечь идеями менеджмента качества всех сотрудников организации. Действительно, некоторые организации уже сумели объединить применяемые ими модели делового совершенства с управлением изменениями на основе методологии «Шесть сигм», что позволяет им выявлять области деятельности, требующие совершенствования, и имеющиеся для этого возможности, точно так же, как они сумели интегрировать эту методологию в системы менеджмента качества, созданные на основе стандартов ИСО серии 9000, с тем чтобы обеспечить постоянный мониторинг всех процессов и решать задачи повседневного управления ими. Неважно, как будет в дальнейшем развиваться эта методология, но уже сейчас очевидно, что ее появление в 1990-х гг. содействовало внедрению идей всеобщего управления на основе качества. Сам факт подобного непростого достижения служит подтверждением того влияния, которое эта методология оказала и продолжает оказывать на современное деловое мышление.

## Ссылки и примечания

- <sup>1</sup> В 1981 г. председатель совета директоров корпорации Motorola Боб Гелвин последовал примеру генерального директора Hewlett-Packard (HP) Джона Янга и провозгласил собственную программу совершенствования компании. При этом поставил перед своей корпорацией задачу 100-кратного улучшения качества работы за пять лет, в то время как HP намеревалась добиться всего лишь 10-кратного улучшения за ближайшие десять лет. Motorola тогда приступила к поиску путей повышения своих показателей за счет сокращения потерь и повышения эффективности производственных процессов. В то время инженер корпорации Билл Смит занимался исследованиями связи между долговечностью изделий и числом дефектов, исправляемых в них в процессе изготовления. В 1985 г. он представил отчет, в котором доказывал наличие следующей закономерности: чем большее число дефектов было обнаружено и исправлено в изделии на этапе его изготовления, тем выше вероятность того, что другие дефекты проявятся во время его испытаний или на ранней стадии эксплуатации. С другой стороны, если при сборке изделия выявляется мало дефектов, то вероятность его отказа на начальном этапе эксплуатации будет заметно ниже. Одновременно Motorola сумела убедиться в том, что в самых передовых компаниях, таких как, например, HP, в ходе изготовления продукции практически не приходится исправлять дефекты. Таким образом, требование обеспечения бездефектного производства стало базовым принципом созданной корпорацией методологии «Шесть сигм». Совместными усилиями Motorola, Texas Instruments, IBM, Digital Electronics, Intel и Harris Semiconductors в г. Шэмбург, штат Иллинойс, был учрежден научно-исследовательский институт по проблемам «Шесть сигм» (Six Sigma Research Institute). Руководитель института д-р Майкл Дж. Харри возглавил работы по исследованию статистических основ новой методологии и по созданию специальных методов и тактики работы предприятий, позволяющих им выполнять принимаемые обязательства по улучшению качества.
- <sup>2</sup> Six Sigma — зарегистрированные на федеральном уровне торговая марка и торговый знак, принадлежащие корпорации Motorola.
- <sup>3</sup> Заметим, что данная таблица составлена в предположении наличия сдвига текущего среднего относительно середины поля допуска на величину, не превышающую 1,5 $\sigma$ , чем обусловлено отличие приведенных в ней данных от табличных значений соответствующих вероятностей выхода за пределы допуска величин, подчиняющихся нормальному распределению. Так, для уровня качества, соответствующего 6 $\sigma$ , табличное значение числа дефектов на миллион возможных составило бы 0,002, но с учетом возможного сдвига распределения фактический уровень качества процесса составит всего 4,5 $\sigma$ , чему соответствует три-четыре дефекта на миллион. Тем самым учитывается эффект, связанный с увеличением разброса параметров процесса с ростом продолжительности периода наблюдений. Величина сдвига, равная 1,5 $\sigma$ , в методологии «Шесть сигм» принята эвристическим способом и служит объектом многочисленных дискуссий. Поэтому в каждом конкретном случае было бы дальновиднее эмпирически оценивать величину сдвига, сравнивая между собой оценки среднего по всему ансамблю наблюдений за длительный период и по краткосрочным выборкам данных.
- <sup>4</sup> Box G. E. P. Six Sigma, Process Drift, Capability Indices, and Feedback Adjustment // *Qualify Engineering* 12, no. 3 (March 2000). Watson G. H. Six Sigma for Business Leaders. Salem, NH: GOAL/QPC Publishing, 2003.
- <sup>5</sup> Watson G. H. Cycles of Learning: Observations of Jack Welch // *Six Sigma Forum Magazine* 1, no. 1 (November 2001).