

Инновационное развитие бизнеса. Статистический контроль процессов в методике «Шесть сигм»

Д. А. Жевнов,
Барнаулский филиал Финансового университета,
Барнаул, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-8507-6789>

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Успеху и конкурентоспособности любого предприятия способствует внедрение инновационных подходов и постоянное совершенствование технологических процессов. При этом не достаточно просто модернизировать оборудование. Необходим комплексный подход к оптимизации технологий, организации эффективной системы управления и выстраиванию корпоративной культуры. Эффективно внедрять изменения зачастую мешает агрессивная внешняя среда, способная свести на нет любые инновации и улучшения. Методика «Шесть сигм» предлагает инструменты, которые своевременно выявляют негативные воздействия внешних и внутренних факторов и позволяют устранить их отрицательное влияние.

Методы. Исследование базируется на статистических и эконометрических методах. Для оценки отклонения от статистически стабильного состояния используются графики контроля. Расчеты производились с использованием пакета программ для обработки статистических данных Minitab.

Результаты. Методика «Шесть сигм» содержит инструменты статистического контроля, которые позволяют определить причины, отклоняющие процесс от состояния равновесия. Для этого необходимо наблюдение за ключевыми показателями, фиксируемыми на графиках контроля. Результатом использования графиков контроля являются сигналы, указывающие на появление негативных факторов. В данной статье с помощью практических кейсов показано, как с помощью статистического контроля можно повысить стабильность и эффективность процессов путем принятия своевременных и обоснованных управленческих решений.

Перспективы. Концепция «Шесть сигм» уже много лет с успехом используется ведущими мировыми компаниями. Обладая эффективными инструментами снижения вариативности и повышения качества, она становится все более востребованной и в нашей стране. Применение подходов «Шесть сигм» при оптимизации процессов на российских предприятиях помогает повысить конкурентоспособность и качество отечественной продукции, что особенно актуально в условиях курса на импортозамещение.

Ключевые слова: оптимизация процессов; статистический контроль; Шесть сигм; инновации; графики контроля; бережливое производство; пределы контроля; управленческие решения.

Для цитирования: Жевнов Д. А. Инновационное развитие бизнеса. Статистический контроль процессов в методике «Шесть сигм» // Мир новой экономики. 2018. Т. 12. Вып. 1. С. 66–77.

Innovative Business Development. Statistical Control of Processes in Six Sigma

D. A. Zhevnov,
the Barnaul Branch of the Financial University Barnaul, Russia
<https://orcid.org/0000-0002-8507-6789>

ABSTRACT

Introduction. The success and competitiveness of any enterprise are facilitated by the introduction of innovative approaches and continuous improvement of technological processes. In addition, it is not enough simply to modernize the equipment. A comprehensive approach to the optimization of technology, the organization of an effective management system and the building of a corporate culture is needed. Effective implementation of changes is often hampered by an aggressive external environment that can nullify any innovations and improvements. The Six Sigma methodology offers tools that timely identify the negative effects of external and internal factors and help to eliminate their negative impact.

Methods. The study is based on statistical and econometric methods. The graphs of the control are used to estimate the deviation from the statistically stable state. Calculations were made using a software package for the processing of statistical data Minitab.

Results. Six Sigma has tools for statistical control that allow determining the causes that divert the process from the state of equilibrium. To do this, it is necessary to monitor key indicators recorded on the control charts. The result of the use of control charts are signals indicating the appearance of negative factors. In this article, practical case studies show how statistical stability can be used to improve the stability and efficiency of processes by making timely and informed management decisions.

Discussion. The concept of Six Sigma has been successfully used for many years by leading world companies. Possessing effective tools to reduce variability and improve quality, it is becoming more and more in demand in our country. The application of the Six Sigma approaches in process optimization in Russian enterprises helps to improve the competitiveness and quality of domestic products, which is especially relevant in the context of the import substitution policy.

Keywords: process optimization; statistical control; Six sigma; innovations; schedules of control; lean production; control limits; management decisions.

For citation: Zhevnov D. A. Innovative Business Development. Statistical control of processes in Six Sigma. *Mir novoj jekonomiki = World of the new economy*, 2018, vol. 12, iss. 1, pp. 66–77. (In Russ.).

Импортозамещение и связанная с ним структурная перестройка экономики требуют перехода к инновационному развитию [1]. Постоянное совершенствование процессов и поиск новых путей становится все более актуальным для российских предприятий. Использование передовых управленческих технологий находит поддержку на самом высоком уровне. Выступая 21 марта 2017 г. на заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам, Президент России Владимир Путин призвал через создание на федеральном уровне центра компетенций «распространить

лучший мировой опыт, лучшие российские практики в сфере повышения производительности и организации труда»¹. Методики бережливого производства «Лин» и «Шесть сигм», активно внедряемые в последнее время в России, уже доказали свою эффективность как в производстве, так и в сфере услуг. «Несомненным достоинством концепции „Шесть сигм“

¹ Официальный сайт Президента России. Стенографический отчет о заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/5407> (дата обращения: 01.12.2017).



Рис. 1 / Fig. 1. Процент брака / Percentage of defects

является использование статистики выводов, которая, базируясь на математическом аппарате, помогает добиться существенного улучшения процессов, сервисов и качества продукции» [2]. Другим полезным инструментом данной методологии является статистический контроль процессов, способный поддерживать внедренные изменения и обеспечивать стабильные показатели реализованного проекта.

Оптимизация процесса может стать бесполезной и не даст желаемого результата, если отсутствует контроль ключевых факторов, влияющих на конечный результат, и своевременная реакция на их отклонение. После внедрения преобразований необходимо контролировать время цикла, время ожидания, чистое время работы, количество дефектов и другие показатели, которые были улучшены, но могут вернуться на прежний уровень [3]. Например, предприятие может успешно сократить процент брака, но через некоторое время увидеть, что он снова начинает увеличиваться (рис. 1).

Выявление причин, вызывающих «откат» на прежний уровень, может существенно облегчить инструменты статистического контроля процессов [4].

Данный контроль может не применяться в процессах, которые защищены от ошибок. Полную защиту от ошибок способны обеспечить методы Рока-Йоке и Вока-Йоке [5]. Рока-Йоке — это механизм, позволяющий выявить и визуализировать ошибку. Например, непристегнутый ремнем безопасности водитель автомобиля будет слышать при движении звуковой сигнал и видеть соответствующий индикатор. Метод Вока-Йоке полностью останавливает процесс при обнаружении ошибки. В случае с непристегнутым ремнем безопасности водителем, автомобиль, оборудованный

системой предупреждения ошибки с помощью механизма Вока-Йоке, просто бы не сдвинулся с места.

Если же полная защита процесса от ошибок невозможна — на помощь приходит статистический контроль. Он подразумевает использование графиков контроля для мониторинга и анализа отклонений с целью определения, не выходят ли основные показатели за предельно допустимые границы. Обычно на графиках контроля определяется максимальное (верхний предел контроля) и минимальное допустимое значение (нижний предел контроля), находящиеся на расстоянии трех стандартных отклонений от среднего значения интересующей нас величины [6]. Стандартное отклонение показывает, как исследуемая величина распределена относительно среднего значения. Если величина имеет нормальное распределение, то в пределах одного стандартного отклонения будет находиться 68,26% всех наблюдаемых величин, а в пределах трех стандартных отклонений — 99,74% всех исследуемых значений (рис. 2). Если процесс не изменяется, пределы контроля не подлежат повторному определению. Если же в организации процесса осуществлялись фундаментальные изменения или же был изменен механизм сбора или набор операционных определений — пределы контроля, как и среднее значение, необходимо пересчитать [7].

Для контроля предельно допустимых границ создается команда по управлению процессом, которая осуществляет регулярные проверки ключевых показателей [8]. Для этого должен быть утвержден план контроля процесса. Обычно он содержит целевое значение наблюдаемого показателя, периодичность и способ его контроля, ответственного за сбор статистических данных, а также действия в случае

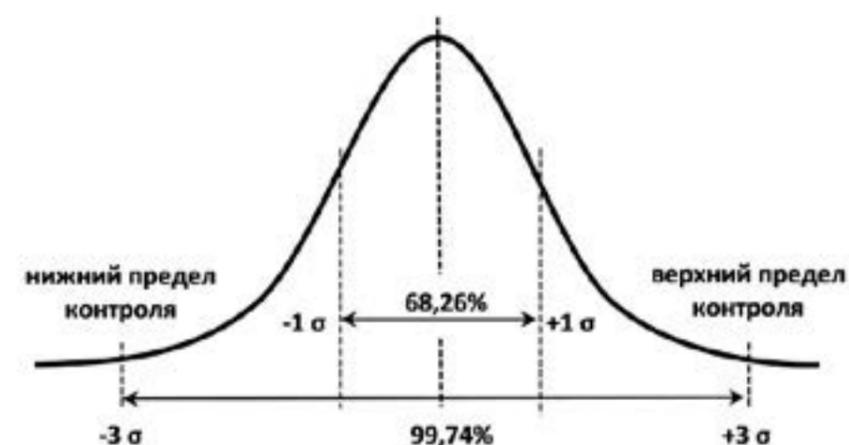


Рис. 2 / Fig. 2. Пределы контроля / Limits of control

отклонения показателя от целевого значения. Собранные на основании плана контроля статистика фиксируется на панели управления в виде графиков контроля, которые позволяют владельцу процесса и команде управления отслеживать ключевые показатели процесса. График контроля — это статистический инструмент, используемый для выявления различий между отклонениями процесса в результате обычных и особых причин изменчивости [9].

Обычные причины не выводят процесс из статистически стабильного состояния. К ним относятся источники изменчивости процесса, которые имеют стабильное повторяемое распределение во времени. Наличие только обычных причин делает процесс предсказуемым. Реакция на обычные причины в большинстве случаев не требуется.

Особые причины являются результатом деятельности определенных факторов. Они непредсказуемым образом воздействуют на процесс и делают выходы процесса нестабильными во времени [10]. Основная задача графика контроля заключается в подаче команды управления процессом сигнала в случае появления особых причин и исключения подачи ложного сигнала тогда, когда таких причин нет. Особые причины подлежат изучению с целью выработки адекватной реакции. Если особые причины положительно влияют на выход процесса и выгодны — необходимо постараться поддерживать их постоянство [11]. Гораздо чаще особые причины сказываются негативным образом. В этом случае необходимо принять меры по их устранению.

Статистический контроль процесса позволяет идентифицировать особые причины и отделить их от обычных причин [12]. Для этого используются пределы контроля и вероятностные оценки. Существуют

определенные признаки, основанные на вероятности распределения наблюдения вокруг среднего значения, с помощью которых проводят анализ графиков контроля [13]. Наличие данных признаков может свидетельствовать о присутствии особых причин (рис. 3).

Признаки наличия особых причин имеются, когда:

- 1) как минимум одна точка выходит за пределы трех стандартных отклонений;
- 2) две из трех последовательных точек, находящихся на одной стороне от центральной линии, выходят за пределы двух стандартных отклонений;
- 3) четыре из пяти последовательных точек, находящихся на одной стороне от центральной линии, выходят за пределы одного стандартного отклонения;
- 4) шесть точек подряд направлены в сторону увеличения или уменьшения;
- 5) восемь точек подряд, находящихся на любой стороне от центральной линии, выходят за пределы одного стандартного отклонения;
- 6) девять точек подряд находятся на одной стороне от центральной линии;
- 7) четырнадцать точек попеременно направлены в сторону увеличения или уменьшения;
- 8) пятнадцать точек подряд находятся в пределах одного стандартного отклонения от центральной линии. Данный фактор может свидетельствовать как о наличии особых причин, так и о повышении стабильности процесса.

Вероятность ошибки первого рода для каждого из этих признаков равна 0,3%. Ошибка первого рода возникает, когда на основе наблюдений, нанесенных на график контроля, принимают решение о том, что процесс не находится в статистически стабильном состоянии и нужны корректирующие действия, в то

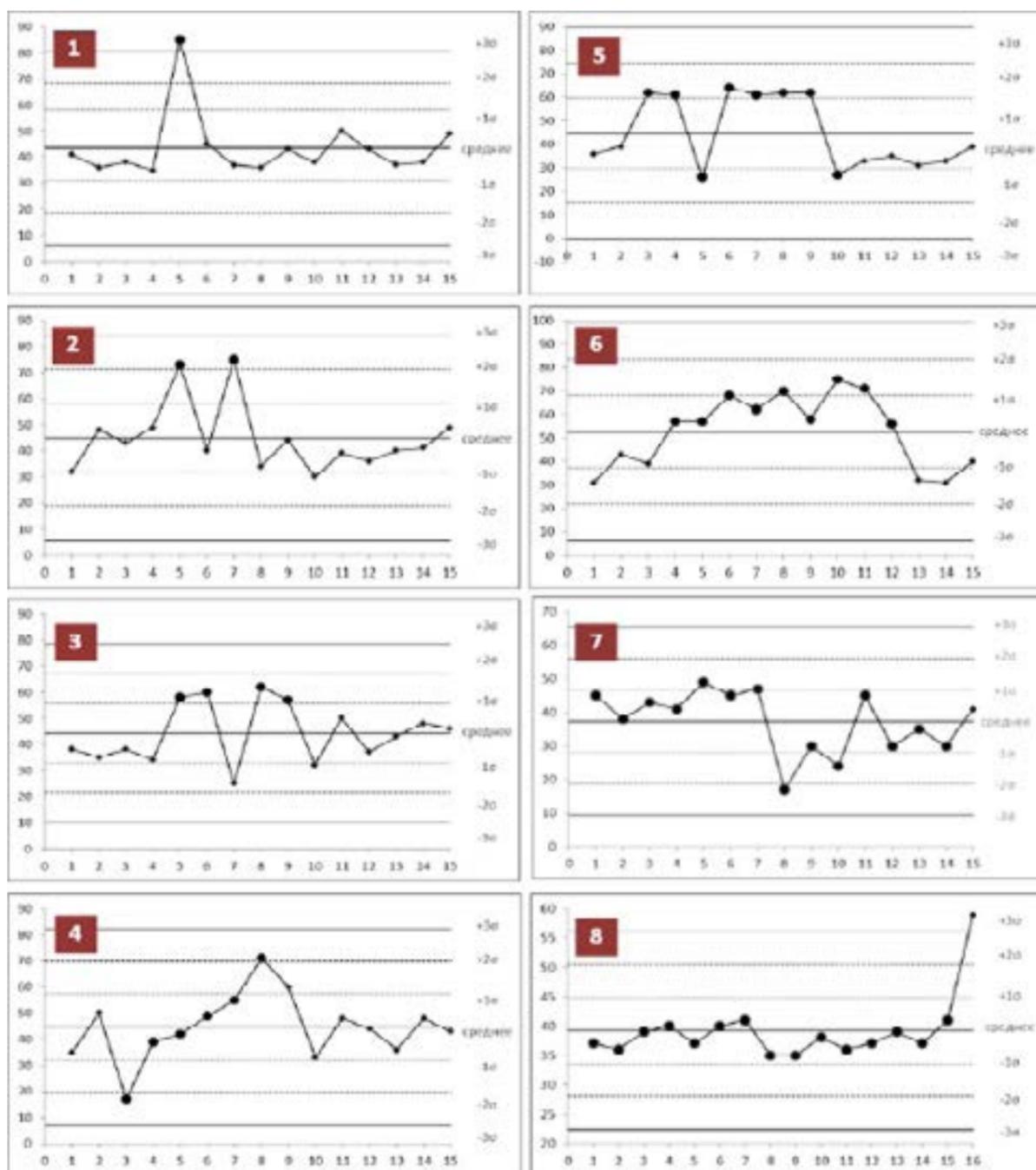


Рис. 3 / Fig. 3. Признаки наличия особых причин / Signs of special causes

время как на самом деле процесс функционирует в пределах воздействия обычных причин [14].

Вид графиков контроля зависит от типа наблюдаемых значений, их структуры и количества проведенных измерений [15]. В проектах «Шесть Сигм» в основном используются семь видов графиков, которые

подходят для большинства стандартных случаев. На рис. 4 представлена схема выбора графиков контроля.

Графики *np*-chart и *c*-chart могут быть применены только при постоянном объеме подгруппы, а графики *p*-chart и *u*-chart могут использоваться в любой ситуации. Рассмотрим данные графики и практические

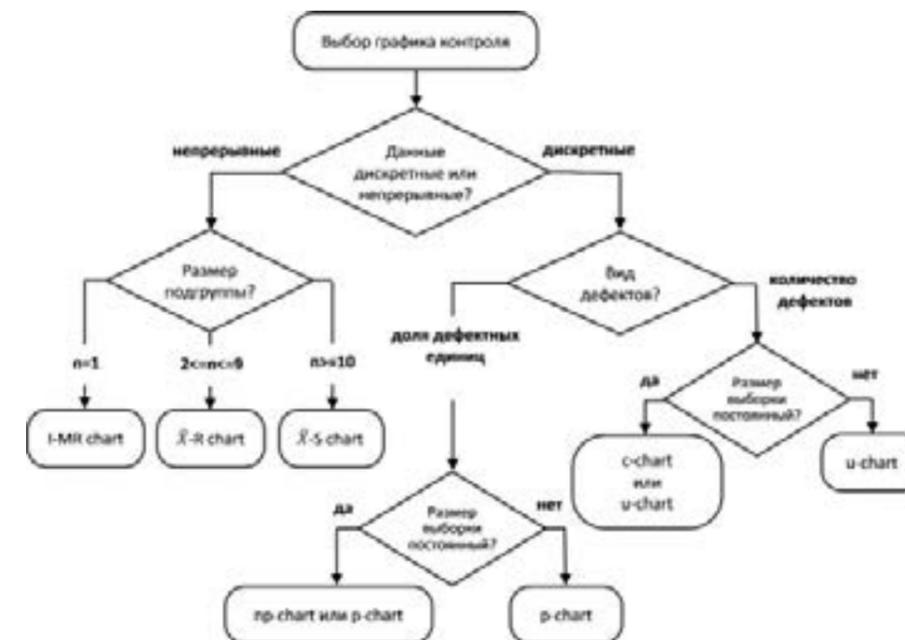


Рис. 4 / Fig. 4. Выбор графика контроля / Choice of control chart

кейсы, в которых они могут быть применены для поиска особых причин.

1. *I-MR chart* применяется для непрерывных данных тогда, когда можно провести только одно измерение параметра процесса одновременно, т.е. размер подгруппы равен 1. *I-MR chart* представляет собой набор из двух графиков с единой временной шкалой: индивидуальные значения наблюдений и скользящие диапазоны, которые представляют собой модуль разности текущего и предыдущего значения $|x_t - x_{t-1}|$. Наблюдаемые значения должны быть нормально распределены, удовлетворять требованиям случайности и репрезентативности. Если значения не удовлетворяют этим требованиям — повышается вероятность ошибки первого рода.

Графики содержат контрольные границы, выход за которые может свидетельствовать о влиянии особых причин. Большие отклонения на графике скользящих диапазонов также свидетельствуют о возможной нестабильности процесса.

Кейс: после внедрения изменений в технологической цепочке команда по управлению процессом решила использовать графики контроля для мониторинга объемов выпуска продукции. Собрана информация о ежедневных объемах производства товаров. Необходимо проанализировать стабильность процесса и сделать практические заключения.

Построим контрольный график *I-MR chart* с помощью программы Minitab, которая в автоматическом

режиме проверяет и фиксирует признаки наличия особых причин (рис. 5).

Результаты показывают, что среднее значение увеличилось, при этом есть признаки нестабильности:

- на графике индивидуальных значений две из трех последовательных точек, находящиеся на одной стороне от центральной линии, выходят за пределы двух стандартных отклонений;
- на графике скользящих диапазонов идентифицирована точка, которая выходит за пределы трех стандартных отклонений.

Возможно, это указывает на дальнейшую стабилизацию процесса. Проверим исследуемые значения на нормальность (рис. 6).

Распределение значений «после улучшений» отличается от нормального. Это повышает вероятность допустить ошибку первого рода при анализе графиков контроля.

Анализ графика *I-MR chart* показал, что средний объем производства увеличился до 90,33 единиц. Ситуации вне контроля указывают на возможную дальнейшую стабилизацию процесса, поэтому имеет смысл в будущем пересчитать пределы контроля и зафиксировать их новые значения.

2. \bar{x} -*R chart* используется для непрерывных данных в ситуациях, когда возможно провести несколько измерений параметра одновременно, но размер подгруппы не превышает 9. При этом наблюдаемые

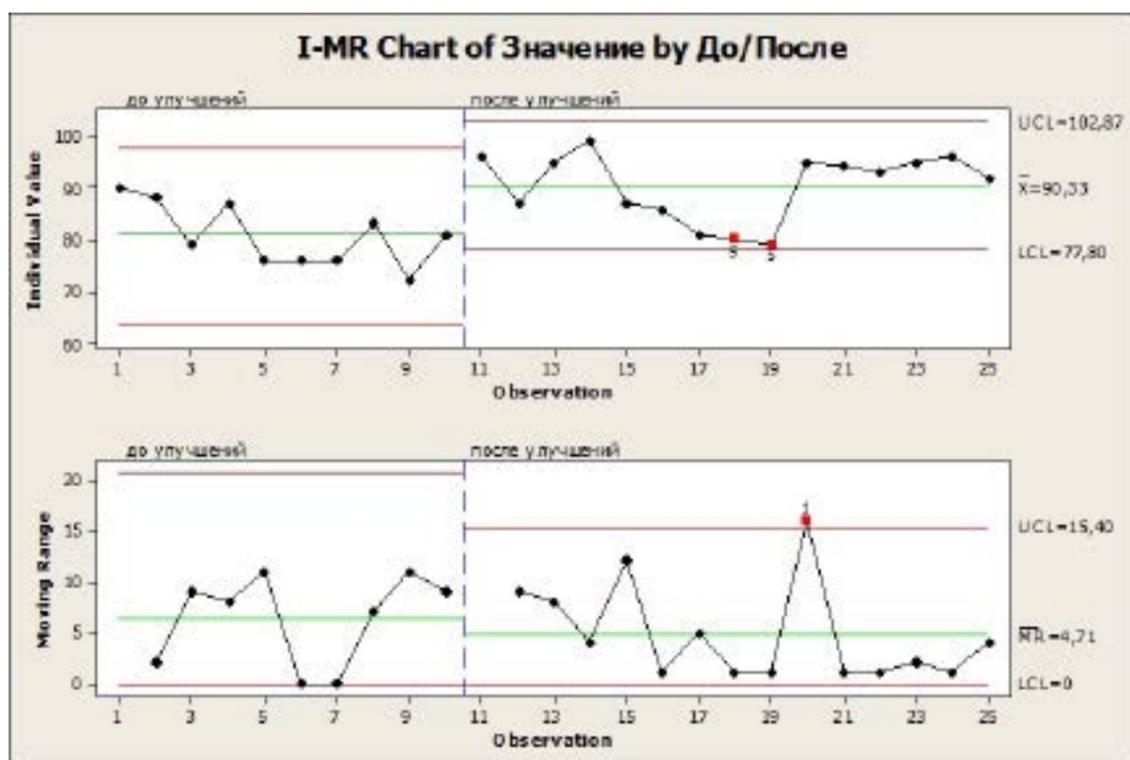


Рис. 5 / Fig. 5. График I-MR chart / I-MR chart

значения не обязательно должны следовать нормальному распределению, но должны удовлетворять требованиям случайности и репрезентативности. \bar{X} -R chart представляет собой набор из двух графиков с единой временной шкалой. Первый график \bar{X} — это среднее значение нескольких измерений, второй график R — диапазоны подгрупп, которые определяются как модуль разности максимального и минимального значения в подгруппе за определенный период наблюдения [16].

Кейс: после внедрения изменений в технологической цепочке команда по управлению процессом решила использовать графики контроля для мониторинга объемов выпуска продукции. Собрана информация о ежедневных объемах производства товаров для каждого из трех производственных участков, выпускающих одинаковую продукцию. Необходимо показать разницу в среднем объеме производства до и после внедрения улучшений, проанализировать стабильность процесса.

Построим \bar{X} -R chart с помощью программы Minitab (рис. 7).

Среднее значение объемов производства увеличилось до 89,89 единиц, при этом стабилизация процесса заняла некоторое время:

- две из трех последовательных точек на одной стороне от центральной линии выходят за пределы двух стандартных отклонений;

- четыре из пяти последовательных точек на одной стороне от центральной линии выходят за пределы одного стандартного отклонения.

3. \bar{X} -S chart подходит для ситуаций, когда непрерывные данные содержатся в подгруппах, количество которых равно или больше 10. Он представляет собой набор из двух графиков с единой временной шкалой. График \bar{X} отображает средние значения измерений в подгруппе, график S — стандартные отклонения в каждой подгруппе.

\bar{X} -S chart напоминает \bar{X} -R chart, только вместо диапазонов используется стандартное отклонение. Технология сбора и анализа данных с помощью этих графиков аналогична [17].

4. p-chart (график доли несоответствующих единиц) используется для оценки доли единиц дефектов от количества наблюдений в выборке, выраженной в виде пропорции или процента. p-chart применяется для дискретных данных, при этом значения в подгруппах должны удовлетворять условиям случайности и репрезентативности, а минимум 90% исследуемых подгрупп должны содержать, по крайней мере, одну

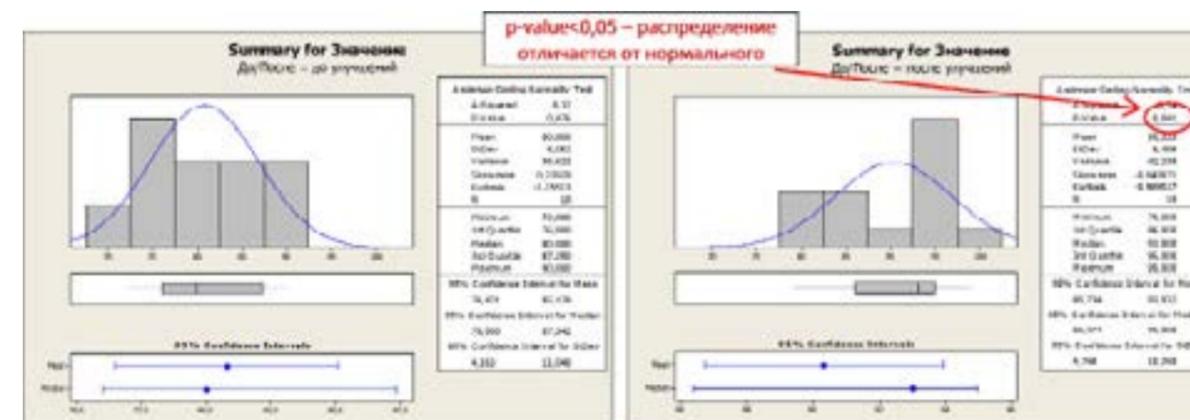


Рис. 6 / Fig. 6. Проверка распределения на нормальность / Checking the distribution of normality

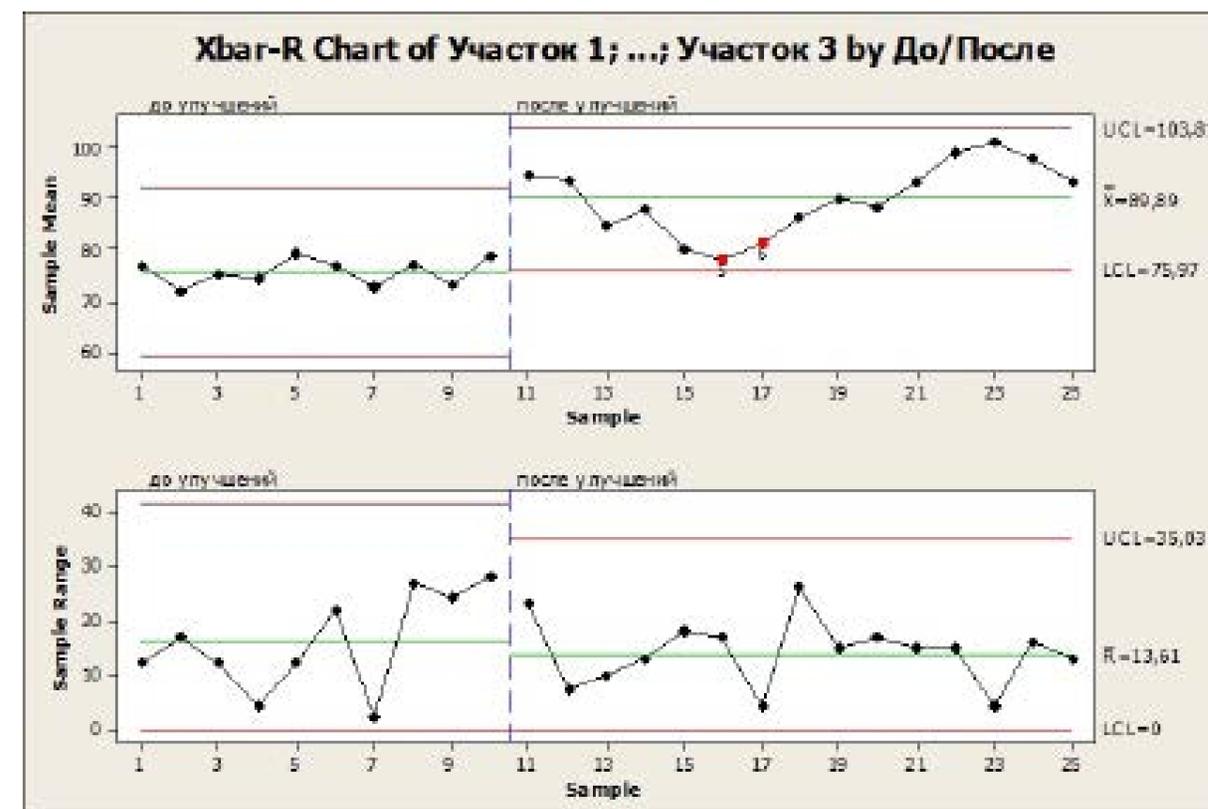


Рис. 7 / Fig. 7. График \bar{X} -R chart / \bar{X} -R chart

дефектную единицу. p — доля несоответствующих единиц, определяется, как отношение числа обнаруженных несоответствующих единиц к общему числу n проверенных единиц в составе выборки ($p = pr/n$). Данный график подходит как для подгрупп постоянного, так и переменного объема.

Кейс: после внедрения изменений в технологической цепочке команда по управлению процессом

решила использовать графики контроля для мониторинга доли дефектной продукции. Собрана информация о ежедневных объемах производства товаров для каждого из трех производственных участков, выпускающих одинаковую продукцию. Необходимо показать разницу в доле брака до и после внедрения улучшений, оценить стабильность процесса и сравнить участки по доле бракованной продукции.

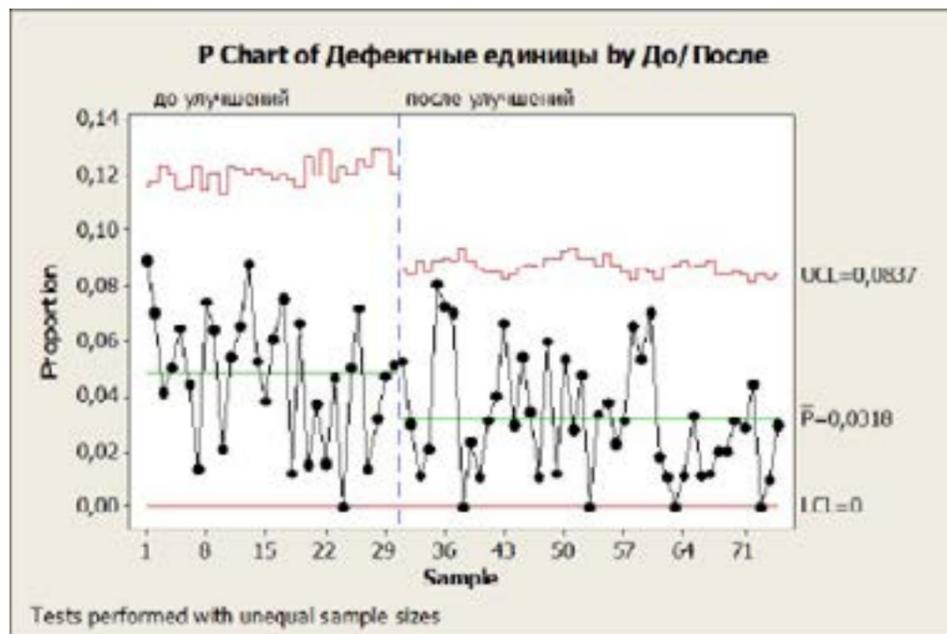


Рис. 8 / Fig. 8. График p-chart (до и после улучшений) / P-chart (before and after improvements)

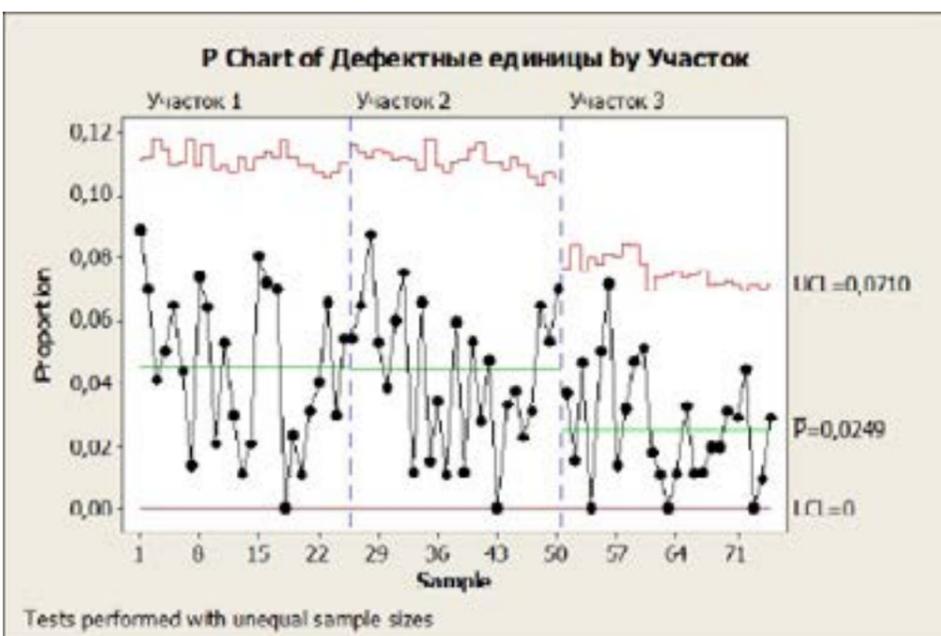


Рис. 9 / Fig. 9. График p-chart (в разрезе участков) / P-chart (by production sites)

Построим p-chart для доли дефектной продукции до и после улучшений (рис. 8).

Доля дефектов снизилась, процесс стабилен. Построим p-chart для доли дефектной продукции в разрезе производственных участков (рис. 9).

Третий участок показывает более низкую долю дефектной продукции. Есть смысл проанализировать

организацию работы на данном участке и транслировать лучшие практики на другие участки.

5. Np-chart (график числа несоответствующих единиц) используется для контроля процесса на основании выборок по результатам оценок количества несоответствующих единиц путем деления числа обнаруженных несоответствий на количество

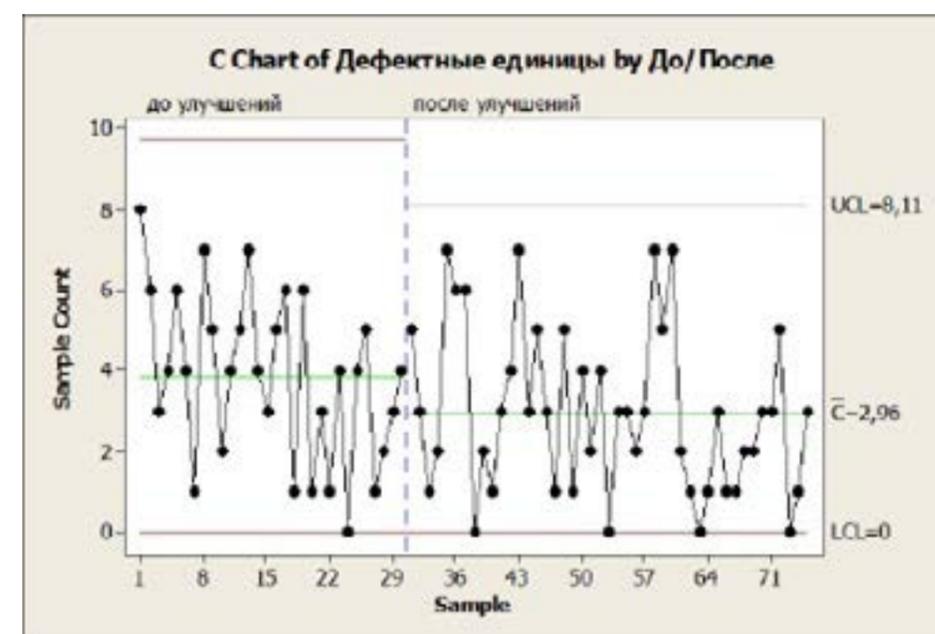


Рис. 10 / Fig. 10. График c-chart / C-chart

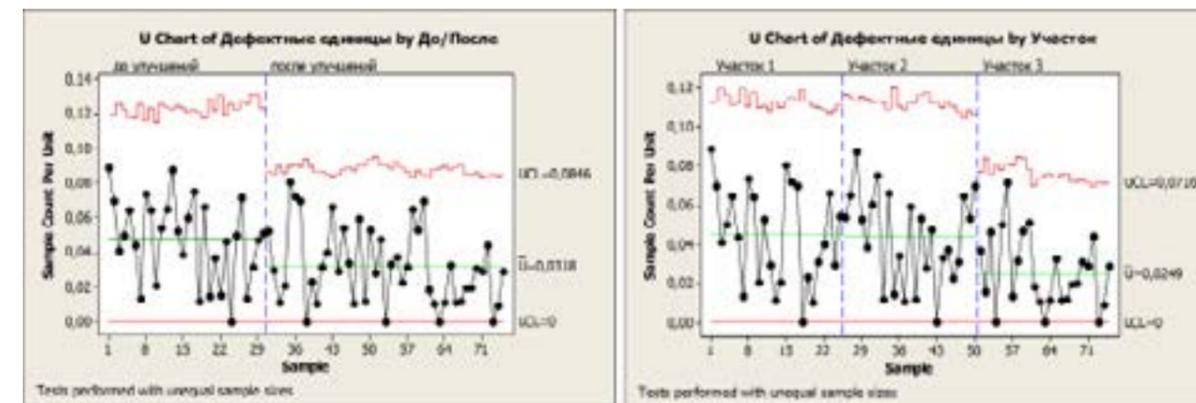


Рис. 11 / Fig. 11. Графики u-chart / U-chart

проведенных измерений. np — число несоответствующих единиц, обнаруженных в выборке объема n [18]. Данный график применяется для подгрупп постоянного объема. Несответствующей единицей считается результат или продукция, которые имеют хотя бы одно несоответствие. При этом каждая единица измерения внутри подгруппы может быть либо годной, либо дефектной.

Технологии сбора и анализа данных с помощью Np-chart и p-chart аналогичны.

6. c-chart (график суммарного числа несоответствий) определяет ситуации вне контроля по количеству дефектов, обнаруженных в пределах подгруппы, размер которой постоянен (равная зона возможностей).

При этом дискретные данные должны следовать условиям распределения Пуассона.

Кейс: после внедрения изменений в технологической цепочке команда по управлению процессом решила использовать графики контроля для мониторинга количества дефектов. Собрана информация о ежедневных объемах производства товаров и количестве допущенных дефектов. Необходимо показать разницу в количестве брака до и после внедрения улучшений и оценить стабильность процесса.

Построим c-chart (рис. 10).

Среднее количество дефектов после внедрения улучшений снизилось. Процесс стабилен.

7. u-chart (график числа несоответствий на единицу) используется для определения ситуаций вне контроля по количеству дефектов, обнаруженных в пределах подгрупп, размер которых изменяется (различные зоны возможностей). График показывает число дефектов на подгруппу, пределы контроля изменяются в зависимости от размера подгруппы.

Графики u-chart, отображающие количество дефектов, более чувствительны и способны с большей вероятностью по сравнению с c-chart обнаружить особые причины.

Кейс: после внедрения изменений в технологической цепочке команда по управлению процессом решила использовать графики контроля для мониторинга количества дефектов в разрезе участков. Собрана информация о ежедневных объемах производства товаров для каждого из трех производственных участков, выпускающих одинаковую продукцию. Необходимо показать разницу в количестве брака до и после внедрения улучшений, оценить стабильность процесса и сравнить участки по количеству допущенных дефектов.

Контрольные графики u-chart на рис. 11 показывают число дефектов на подгруппы. При этом количество дефектов сравнивается до и после внедрения улучшений, а также в разрезе участков.

Количество дефектов после внедрения улучшений снизилось. Количество дефектов на первом и втором участке сопоставимо, количество дефектов на третьем участке существенно ниже. Точки вне контроля отсутствуют, процесс демонстрирует стабильность.

ВЫВОДЫ

Любой процесс, если он не защищен от ошибок, необходимо постоянно контролировать и анализировать причины отклонений его показателей [19]. Реализация инновационного проекта коренным образом меняет технологическую схему, выводит процессы из состояния равновесия. Статистический контроль, предлагаемый методикой «Шесть сигма», позволяет своевременно принимать обоснованные управленческие решения для устранения негативного влияния особых причин, что помогает «прижиться» внедряемым улучшениям и способствует успешной реализации инвестиционных проектов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Яковлева Е. А., Козловская Э. А. Инновационное развитие экономики (концепция импортозамещения) // Вестник финансового университета. 2016. № 6. С. 54–62.
2. Жевнов Д. А. Инновационное развитие бизнеса. Статистика выводов в методике «Шесть сигм» // Мир новой экономики. 2016. № 1. С. 77–88.
3. Джорд М. Бережливое производство плюс шесть сигм в сфере услуг. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. 464 с.
4. Brussee W. Statistics for Six Sigma Made Easy! New York: McGraw-Hill, 2012. 288 p.
5. Liker J. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. New York: McGraw-Hill, 2004. 334 p.
6. Brue G. Six Sigma for Managers, Second Edition. New York: McGraw-Hill, 2015. 180 p.
7. Meran R., John A., Roenpage O., Staudter C. Six Sigma + Lean Toolset: Mindset for Successful Implementation of Improvement Projects. Berlin: Springer Science & Business Media, 2013. 400 p.
8. Oosterwal D. The Lean Machine. Boca Raton: Productivity Press, 2010. 254 p.
9. Лapidус В. А. Система Шухарта. Н. Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2004. 65 с.
10. Keller P. A. Six Sigma Demystified, 2nd Edition. New York: McGraw-Hill, 2010. 476 p.
11. Walshe K., Harvey G., Jas P. Connecting Knowledge and Performance in Public Services: From Knowing to Doing. Edinburgh: Cambridge University Press, 2010. 314 p.
12. Harry M. J., Mann P. S., De Hodgins O. C., Hulbert R. L., Lacke C. J. Practitioner's Guide to Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvements. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. 832 p.
13. Barone S., Lo Franco E. Statistical and Managerial Techniques for Six Sigma Methodology: Theory and Application. Chichester: John Wiley & Sons, 2012. 396 p.
14. ГОСТ Р ИСО 7870–2–2015 Статистические методы. Контрольные карты. Ч. 2. Контрольные карты Шухарта. Введ. 2016–12–01. М.: Стандартинформ, 2016.
15. Пэнди П. С., Ньюмен Р. П., Кэвенег Р. Р. Курс на Шесть Сигм. Как General Electric, Motorola и другие ведущие компании мира совершенствуют свое мастерство. М.: Лори, 2014. 400 с.
16. Казинцев А. В. Шесть Сигм в России. Методика снижения потерь, дефектов, издержек. М.: Типография «Новости», 2009. 368 с.

17. Уилер Д., Чамберс Д. Статистическое управление процессами: Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. М.: Альпина Паблшер, 2017. 409 с.
18. Солонин С. И. Метод контрольных карт: учеб. пособие. М.: Берлин: Директ-Медиа, 2015. 215 с.
19. Graban M. Lean Hospitals: Improving Quality, Patient Safety, and Employee Satisfaction, Boca Raton: Productivity Press, 2016. 268 p.

REFERENCES

1. Yakovleva E. A., Kozlovskaya E. A. Innovative economic development (import substitution concept). Vestnik Finansovogo Universiteta = Bulletin of the Financial University. 2016;6:54–62. (In Russ.).
2. Zhevnov D. A. Innovative Business Development. Statistical inference of Six Sigma. Mir novoy ekonomiki = The world of the new economy. 2016;1:77–88. (In Russ.).
3. George Michael. Lean Six Sigma in the Service Industry. New York: McGraw Hill Professional, 2003. 400 p. Rus. ed.: Moscow: Mann, Ivanov and Ferber; 2011. 464 p.
4. Brussee Warren. Statistics for Six Sigma Made Easy! New York, McGraw-Hill; 2012. 288 p.
5. Liker Jeffrey. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. New York: McGraw-Hill; 2004. 334 p.
6. Brue Greg. Six Sigma for Managers. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2015. 180 p.
7. Meran Renata, Alexander John, Roenpage Olin, Staudter Christian. Six Sigma+Lean Toolset: Mindset for Successful Implementation of Improvement Projects. Springer Science & Business Media; 2013. 400 p.
8. Oosterwal Dantar. The Lean Machine. Boca Raton: Productivity Press; 2010. 254 p.
9. Lapidus V. A.. The Shewhart system. N. Novgorod: ООО СМТ «Приоритет»; 2004. 65 p. (In Russ.).
10. Keller Paul A.. Six Sigma Demystified, 2nd Edition. New York: McGraw-Hill; 2010. 476 p.
11. Walshe Kieran, Harvey Gill, Jas Pauline. Connecting Knowledge and Performance in Public Services: From Knowing to Doing. Edinburgh: Cambridge University Press; 2010. 314 p.
12. Harry Mikel J., Mann Prem S., de Hodgins Ofelia C., Hulbert Richard L., Lacke Christopher J.. Practitioner's Guide to Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvements. Chichester: John Wiley & Sons; 2011. 832 p.
13. Barone S., Lo Franco E. Statistical and Managerial Techniques for Six Sigma Methodology: Theory and Application. John Wiley & Sons; 2012. 396 p.
14. GOST R ISO 7870–2–2015 Statistical methods. Control cards. Part 2. Control charts Shewhart. Enter. 2016–12–01. Moscow: Standartinform; 2016. (In Russ.).
15. Pande Peter S., Neuman Robert P., Cavanagh Roland R.. The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance. New York: McGraw Hill Professional; 2000, 448 p. Rus. ed.: Moscow: Lori; 2014. 400 p.
16. Kazintsev A. V. Six Sigma in Russia. Method of reducing losses, defects, costs. Moscow: Printing house "News"; 2009. 368 p. (In Russ.).
17. Wheeler Donald J., Chambers David S., Chambers David Smith. Statistical Process Controls, Knoxville: SPC Press; 2010. 406 p. Rus. ed.: Moscow: Al'pina Pablisher; 2017. 409 p.
18. Solonin S. I. Method of control cards: a study guide. Moscow — Berlin: Direct Media; 2015. 215 p. (In Russ.).
19. Graban Mark. Lean Hospitals: Improving Quality, Patient Safety, and Employee Satisfaction. Boca Raton: Productivity Press; 2016. 268 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Денис Анатольевич Жевнов — кандидат технических наук, доцент кафедры «Учет и информационные технологии в бизнесе» Барнаульского филиала Финансового университета, Барнаул, Россия
zda80@inbox.ru

ABOUT THE AUTHOR

Denis A. Zhevnov — Ph.D. in Engineering, associate professor at the Department of Accounting and Information Technology in Business, the Barnaul Branch of the Financial University, Barnaul, Russia
zda80@inbox.ru