

УДК 330.322.16:629.78

UDC 330.322.16:629.78

08.00.00 Экономические науки

Economic sciences

**ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЛИНГА КАЧЕСТВА****MAIN PROBLEMS OF CONTROLLING OF THE QUALITY**

Орлов Александр Иванович  
д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код: 4342-4994

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, [prof-orlov@mail.ru](mailto:prof-orlov@mail.ru)*

Orlov Alexander Ivanovich  
Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math.Sci.,  
professor  
*Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, Russia*

Контроллинг статистических методов обеспечения качества продукции – частный случай контроллинга организационно-экономических методов управления. Сегодня контроллинг в практике управления российских предприятий понимается как «система информационно-аналитической и методической поддержки по достижению поставленных целей». Контроллер разрабатывает правила принятия решений, руководитель принимает решения, опираясь на эти правила. Нами обоснована концепция «контроллинга методов». Инновации в сфере управления основаны, в частности, на использовании новых адекватных организационно-экономических (а также экономико-математических и статистических) методов. Контроллинг в этой области – это разработка и применение процедур управления соответствием используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов поставленным задачам. Таким образом, методология контроллинга имеет большое практическое значение в любой области, в которой действия (операции) необходимо осуществлять в соответствии с определенными правилами (регламентами, стандартами, инструкциями), поскольку в любой такой области необходимы разработка и применение процедур управления соответствием используемых и вновь создаваемых (внедряемых) правил задачам, поставленным перед организацией. В настоящей статье выделяем такую область контроллинга, как *контроллинг качества*, и обсуждаем ее основные проблемы. Речь идет о контроллинге организационно-экономических методов обеспечения качества продукции, прежде всего статистических методов, основанных на теории вероятностей и математической статистике. Рассмотрены анализ и синтез планов статистического контроля качества, варианты оптимизации планов статистического контроля, усеченные планы. Обсуждаются различия планов контроля у поставщика и потребителя, выделение единиц бесформенной (жидкой, газообразной) продукции, отбор случайной выборки при статистическом контроле качества продукции, оценка снизу необходимого объема выборки.

Controlling of statistical methods to ensure product quality is the special case of controlling organizational and economic methods of management. Today, controlling in the practice of management of Russian companies is understood as "the system of information-analytical and methodological support to achieve their goals." The controller is developing a decision-making rules, the head takes decisions on the basis of these rules. We proved the concept of "controlling of methods". Innovation in management is based, in particular, on the use of new adequate organizational-economic (as well as economic-mathematical and statistical) methods. Controlling in this area - is the development and application procedures of compliance management used and newly developed (implemented) organizational-economic methods for the task. Thus, the methodology for controlling is of great practical value in any field in which the actions (operations) must be carried out in accordance with certain rules (regulations, standards, guidelines), as in any such area in which we need to use development and application procedures of compliance management used and the newly established (implemented) rules for solution of tasks assigned to the organization. In this article, we select a area of controlling as controlling quality, and we discuss its main issues. This is about controlling of organizational-economic methods to ensure product quality, especially about the statistical methods based on probability theory and mathematical statistics. We consider the analysis and synthesis of plans of statistical quality control, optimization options plans of statistical control, truncated plans. Are discussed the differences control plans provider and the consumer, the allocation of units formless (liquid, gas) products, the selection of a random sample of the statistical quality control of products, lower estimate of the required sample size. It is established, that is not always necessary quality control. Is given the theory of the basic paradox of statistical quality control. We discuss the development of statistical methods for quality control in our country. Is given the classification of statistical methods of quality

Установлено, что не всегда нужен контроль качества продукции. Выявлен основной парадокс теории статистического приемочного контроля. Обсуждается развитие статистических методов управления качеством в нашей стране. Дана классификация статистических методов управления качеством

management

Ключевые слова: КОНТРОЛЛИНГ, КАЧЕСТВО, СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ВЫБОРОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ, СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, ПЛАН СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ, АНАЛИЗ, СИНТЕЗ, ОПТИМИЗАЦИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ

Keywords: CONTROLLING, QUALITY, STATISTICAL METHODS, SAMPLING CONTROL, STATISTICAL CONTROL, PLAN OF STATISTICAL CONTROL, ANALYSIS, SYNTHESIS, OPTIMIZATION, CLASSIFICATION

## 1. Введение

Одна из наиболее важных для практики областей математических методов исследования, дающая к тому же большой экономический эффект - это статистические методы обеспечения качества продукции, основанные на применении вероятностно-статистических моделей. Эта область относится к перспективным математическим и инструментальным методам контроллинга [1]. Контроллинг статистических методов обеспечения качества продукции – частный случай контроллинга организационно-экономических методов управления [2].

Система контроллинга – это система информационно-аналитической поддержки процесса принятия управленческих решений в организации. Исполнительный директор «Объединения контроллеров» проф., д.э.н. С.Г. Фалько констатирует: “Сегодня контроллинг в практике управления российских предприятий понимается как «система информационно-аналитической и методической поддержки по достижению поставленных целей»” [3].

Контроллер разрабатывает правила принятия решений, руководитель принимает решения, опираясь на эти правила. В работах [2, 4] нами обоснована концепция «контроллинга методов». Инновации в сфере управления основаны, в частности, на использовании новых адекватных организационно-экономических (а также экономико-математических и

статистических) методов. Контроллинг в этой области – это разработка и применение процедур управления соответствием используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов поставленным задачам. Таким образом, методология контроллинга [5, 6] имеет большое практическое значение в любой области, в которой действия (операции) необходимо осуществлять в соответствии с определенными правилами (регламентами, стандартами, инструкциями), поскольку в любой такой области необходимы разработка и применение процедур управления соответствием используемых и вновь создаваемых (внедряемых) правил задачам, поставленным перед организацией.

В статье [7] была выделена такая область контроллинга, как *контроллинг рисков*. Эта область посвящена проблемам разработки процедур управления соответствием задачам, поставленным руководством организации, используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов риск-менеджмента, т.е. методов анализа, оценки и управления рисками.

В настоящей статье мы выделяем такую область контроллинга, как *контроллинг качества*, и обсуждаем ее основные проблемы. Речь идет о контроллинге организационно-экономических методов обеспечения качества продукции, прежде всего статистических методов, основанных на теории вероятностей и математической статистике.

## **2. Анализ и синтез планов статистического контроля качества**

На основе теории статистического контроля можно проанализировать планы контроля качества, имеющиеся в нормативно-технической документации (стандартах, технических условиях) и в договорах на поставку продукции и оказание услуг. Достаточно часто оказывается, что формулировки соответствующих разделов (разделов "Правила приемки", "Методы контроля" и др.) имеют различные

недостатки и неточности, что может послужить в дальнейшем причиной к возникновению арбитражных ситуаций (т.е. решаемых через арбитражные или иные суды).

Если обсуждаемая система контроля качества выдерживает чисто логическую проверку, то наступает вторая стадия - анализ с точки зрения теории статистического контроля. На этой стадии рассчитывают характеристики применяемых планов контроля - приемочный и браковочный уровни дефектности, предел среднего выходного уровня дефектности. Есть и иные показатели, например, средний используемый объем выборки, средняя стоимость контроля, и т.п. Особенно важна прогнозируемая доля арбитражных ситуаций (споров между предприятиями) при используемой системе контроля.

На стадии анализа возможны неожиданные "открытия". Например, может оказаться, что существующая система контроля качества, хотя и является формально безупречной, но защищает лишь от приемки столь плохих партий продукции, в которых более половины единиц продукции дефектно (т.е. для применяемых планов контроля браковочный уровень дефектности больше 0,5). Или что система контроля защищает интересы поставщиков, у которых каждое пятое изделие является бракованным (приемочный уровень дефектности равен 0,2).

*Замечание.* До сих пор постоянно говорилось о контроле единиц и партий продукции. Однако нет никакого принципиального отличия с контролем услуг (медицинских, туристических, транспортных, образовательных, банковских и иных) или документации. Поэтому теория и практика статистического контроля качества продукции дает полезные рекомендации для банковского дела и бухгалтерского аудита. Надо только аккуратно заменить слова, описывающие предметную область применения теории статистического контроля.

После анализа ситуации с системой контроля естественно перейти к улучшению этой системы, к обоснованному выбору планов, к этапу синтеза. В зависимости от конкретных условий используются разнообразные подходы к выбору планов [8, гл.10]. Например, задают приемочный и браковочный уровни дефектности. В случае контроля с разбраковкой естественно использовать ограничения на предел среднего выходного уровня дефектности.

### **3. Варианты оптимизации планов статистического контроля**

Обсудим подробнее оптимизационные постановки в статистическом приемочном контроле. Очевидно, имеется три вида затрат и потерь:

- затраты непосредственно на проведение контроля единиц продукции, включенных в выборку,

- потери в случае неверного решения о забраковании партии продукции (в которой на самом деле доля дефектной продукции *соответствует* требованиям договора между поставщиком и потребителем или иной нормативно-технической документации);

- потери в случае неверного решения о принятии партии продукции (в которой на самом деле доля дефектной продукции *не соответствует* требованиям договора между поставщиком и потребителем или иной нормативно-технической документации).

При этом первые два вида затрат непосредственно связаны с деятельностью предприятия, на котором производится продукция, третий же вид затрат (потерь) формируется там, где она потребляется. С этим связана принципиальная сложность подсчета затрат третьего вида. Особенно эта сложность проявляется тогда, когда попадание к потребителю дефектных изделий может привести к авариям с человеческими жертвами. Тогда возникает вопрос: сколько стоит человеческая жизнь? Только оценив потери здоровья и жизни в денежных

единицах, можно сформировать функционал качества плана статистического контроля и затем оптимизировать его. Поскольку невозможно (прежде всего, из этических и религиозных соображений) выразить стоимость человеческой жизни в денежных единицах, то невозможно сформировать функционал качества плана статистического контроля и тем более оптимизировать его.

К счастью, для большинства видов продукции вопрос о денежной оценке человеческой жизни не возникает. Проблема обычно "всего лишь" в том, что выпущенная продукция используется разнообразными конечными потребителями, а потому оценить отрицательный эффект повышения доли ее дефектности затруднительно.

Поэтому наряду с функционалом качества, включающим все три вида затрат, рассматривают "условный" функционал на основе затрат первых двух типов, а на вероятность принятия партии продукции, в которой доля дефектной продукции не соответствует требованиям нормативно-технической документации, накладывают ограничение, т.е., грубо говоря, третий вид затрат учитывают в качестве ограничения.

#### **4. Должны ли совпадать планы контроля у поставщика и потребителя?**

Естественно также по-разному проводить контроль у поставщика (производителя) и потребителя (заказчика). Пусть для определенности поставщик используют план  $(n_1, 0)$ , а потребитель -  $(n_2, 0)$ . Тогда естественно зафиксировать в договоре о поставке, что  $n_1 \gg n_2$ . Такая договоренность обеспечит тщательный контроль со стороны изготовителя и почти автоматическое подтверждение приемки со стороны потребителя (т.е. отсутствие спора).

Одна из распространенных догм состоит в том, что изготовитель и потребитель должны проводить контроль по одним и тем же планам

контроля. Если план контроля и входной уровень контроля таков, что ситуация контроля относится к буферной зоне, т.е. вероятность приемки партии заметно отличается от 0 и 1, то указанная догма приводит к высокой вероятности спорных ситуаций. Пусть, например, оперативная характеристика равна 0,5. Пусть изготовитель принял партию (с вероятностью 0,5). После этого при независимом контроле у потребителя с той же вероятностью 0,5 она может быть отклонена и с вероятностью 0,5 принята. Значит, общий итог таков: 50% за то, что партия будет забракована у поставщика, 25% - за спорную ситуацию (поставщик принял, потребитель забраковал), 25% - за принятие и поставщиком и потребителем. Конечно, рассмотрен крайний случай - наиболее частое появление спорных ситуаций. Но реальное появление 10-15% арбитражных споров - это типовая ситуация в 80-е годы.

Один из вариантов выбора планов контроля поставщиком и потребителем выглядит так. Стороны договариваются о некотором "приемлемом" входном уровне дефектности  $p^*$ . Затем поставщик выбирает план контроля, используя  $p^*$  как браковочный уровень дефектности, а потребитель - рассматривая  $p^*$  как приемочный уровень дефектности. Подробнее об анализе, синтезе и оптимизации планов статистического контроля рассказано в специальной литературе, в частности, в работах [9 - 15].

## **5. Усеченные планы контроля**

Пусть единицы продукции контролируются одна за другой (т.е. последовательно). Рассмотрим план статистического контроля (60, 3). Пусть при проверке единицы продукции появляются в таком порядке: дефектная, дефектная, дефектная, дефектная,... Четыре дефектные единицы подряд! Надо ли дальше проверять выборку? Исходя из здравого смысла - нет. Ведь совершенно неважно, каковы будут результаты по

остальным 59-и единицам продукции, окажутся они годными или дефектными - 4 дефектные единицы уже есть, и партию следует забраковать. Контроль мог бы быть прекращен и тогда, когда при проверке 57 единиц все 57 окажутся годными - независимо от качества остальных 3 партию надо принимать.

*Усеченные планы - это планы статистического контроля, в которых контроль разрешается прекращать, если итог (принятие или забракование партии) становится ясен ранее, чем проведен контроль всех включенных в выборку единиц продукции.* Усеченные планы применяются, когда единицы продукции поступают на контроль последовательно, одна за другой (или группа за группой). Это не всегда так. Если, например, план (60, 3) применяется для контроля качества электролампочек, и все 60 лампочек ввернуты в гнезда на испытательном стенде и одновременно включены, то подход на основе усеченных планов применить нельзя.

Возможность применения усеченных планов должна быть явным образом указана в нормативно-технической документации и в договорах на поставку. Опишем юридический казус, связанный с усеченными планами. В ГОСТе на штангенциркули был предусмотрен план контроля (20, 0). Органы Госстандарта проверяли завод "Точнометр" (название изменено). Проверили первый штангенциркуль - дефектен, второй - дефектен, ..., десятый - дефектен. На этом комиссия остановилась, вполне резонно (с точки зрения здравого смысла) решив, что партия штангенциркулей должна быть забракована. Органы Госстандарта наложили на завод "Точнометр" штраф за выпуск некачественной продукции (в соответствии с действующим в то время законодательством). Однако завод опротестовал это решение в суде. И суд удовлетворил протест, ссылаясь на то, что порядок проведения контроля качества штангенциркулей был нарушен! Бракоделы не смогли бы уйти от



наказания, если бы в соответствующих документах была бы прописана возможность использования усеченных планов.

### **6. Выделение единиц бесформенной (жидкой, газообразной) продукции**

Во всем предыдущем изложении постоянно встречается термин "единица продукции". Он вполне ясен, если речь идет об отдельных изделиях - дискетах, коробках спичек, патронах, бутылках минеральной воды, электробритвах, или отдельных деталях - болтах, гвоздях, пластмассовых дисках... Однако многие виды продукции имеют иной вид - газообразный, жидкий или, как говорят, бесформенный (порошкообразный, желеобразный,...). Как быть с ними? В работе [16] предложен подход, позволяющий применить к бесформенной продукции методы статистического контроля качества.

Основное - это выделить единицу продукции. Она не должна быть очень малой, поскольку ясно, что в бесформенной продукции свойства вещества в близких точках близки. Основная идея состоит в том, чтобы взять некоторое количество пар точек, отстоящих друг от друга на определенное расстояние, и выяснить, есть связь (т.е. значим ли ранговый коэффициент корреляции Спирмена - см. например, [8, разд. 6.1]) между значениями изучаемого свойства в этих парах точек или нет. Если связь есть, значит, точки разнесены на недостаточное расстояние, другими словами, точки относятся к одной и той же единице продукции. Поэтому расстояние между точками надо увеличить. Если связь уже не обнаруживается, то это значит, что они относятся к разным единицам продукции. В процессе увеличения расстояния тем самым была оценена величина ребра куба, в виде которого условно представляем себе единицу бесформенной продукции. Разбив бесформенную продукцию на единицы,

можно применять описанные выше подходы для контроля ее качества (подробнее см. [16]).

### **7. Отбор случайной выборки при статистическом контроле качества продукции**

Как и при любом выборочном обследовании, при статистическом контроле качества продукции остро строит проблема отбора репрезентативной (представительной) выборки (см., например, [8, гл.1]). Эта проблема усугубляется экономической заинтересованностью участников процесса. Наиболее научно-обоснованным является использование датчиков псевдослучайных чисел (а не таблиц или физических датчиков случайных чисел).

Исходя из экономической и технической целесообразности, популярна схема многоступенчатой выборки. Например, из 15 вагонов отобрать вагон № 5, из него - контейнер №3 около двери (из 12 контейнеров), из контейнера №3 - ящики №№ 7, 15 и 23, а из этих ящиков - каждое пятое изделие. При этом описании составления выборки совершенно ясно, что реально классическая случайная выборка может быть организована лишь при контроле контейнера №3, и остается только надеяться, что он является типичным для всей партии.

### **8. Всегда ли нужен контроль качества продукции?**

Чем выше достигнутый уровень качества, тем больше необходимый объем контроля - таков парадокс классической теории статистического контроля. Возможный выход состоит в переходе к принципиально новому подходу, обеспечивающему существенное расширение возможностей менеджера при выборе технической политики на основе учета экономических рисков. При этом оказывается, что даже «перекладывание» контроля на потребителя может быть экономически выгодно, если

производитель организовал защиту от риска методом пополнения партий или путем развития технического обслуживания.

В государственных стандартах, технических условиях, другой нормативно-технической документации, относящейся к потребительским товарам и услугам, различным изделиям, веществам, материалам, иным видам продукции, а также в договорах между поставщиками и потребителями обычно присутствуют разделы «Правила приемки и методы контроля». Поэтому, в частности, методы статистического контроля качества продукции являются важной составной частью статистических методов сертификации, которым посвящена работа [17]. Как уже говорилось, имеется соответствующая вероятностно-статистическая теория, посвященная анализу и синтезу (выбору) планов контроля. Однако эта теория вообще не предусматривает отказа от контроля, поскольку игнорирует возможность перехода на иную стратегию организации взаимоотношений поставщика и потребителя, например, на стратегию технического обслуживания, при которой выходной контроль не проводится, а обнаруженные потребителями дефектные изделия заменяются годными или ремонтируются. Основная обсуждаемая в настоящем пункте идея - обоснование необходимости включения теории статистического приемочного контроля в более широкую технико-экономическую теорию взаимоотношений поставщиков и потребителей и целесообразности перехода при повышении качества продукции от контроля качества к иным способам защиты потребителя, например, к развитому техническому обслуживанию или к поставке запасных единиц продукции. Подробнее эта идея обсуждается в [18].

Использование экономических показателей при выборе планов статистического (выборочного) контроля пропагандировалось давно, но делалось это в рамках парадигмы обязательности контроля. Здесь рассматривается более широкая система взглядов, согласно которой

контроль качества продукции - лишь один из способов урегулирования взаимоотношений между поставщиками и потребителями.

В более широком плане речь идет об отказе от получения детальной информации, если она стоит слишком дорого, и переходе к использованию иных механизмов управления. Так, качественные методы химического анализа часто используют именно потому, что соответствующие количественные методы более трудоемки и дороги, но не намного полезнее с практической точки зрения. Пример из всем знакомой области: в средней школе знания учащихся контролируются еженедельно, в высшей же - один или несколько раз в семестр. Однако разница с точки зрения эффективности управления процессом обучения невелика. Другой пример: как показано в статистике интервальных данных [19], из-за погрешностей измерений нецелесообразно увеличивать их число сверх некоторого "рационального объема выборки", а для увеличения точности оценивания характеристик вероятностных распределений необходимо использовать более точные средства измерения. С учетом сказанного описываемый здесь подход представляется не столь необычным.

### **9. Оценка снизу необходимого объема выборки**

Как известно, в теории статистического приемочного контроля качества продукции разработано много подходов к выбору планов контроля:

- на основе приемочного и браковочного уровней дефектности;
- исходя из предела среднего выходного уровня дефектности (при контроле с разбраковкой);
- с использованием экономических показателей, относящихся к предприятию (см., например, ГОСТ 24660-81);
- с использованием экономических показателей, относящихся к народному хозяйству в целом; и т.д..

Имеется обширная литература, посвященная обоснованию и сравнению этих подходов, разработке соответствующей математической теории и программного обеспечения. Не углубляясь в эти проблемы, сосредоточим внимание на одном парадоксальном явлении: при повышении качества выпускаемой продукции теория рекомендует увеличивать объем контроля!

Действительно, при повышении качества выпускаемой продукции требования потребителя, очевидно, обеспечиваются все лучше. Следовательно, должен уменьшаться браковочный уровень дефектности, т.е. то значение входного уровня дефектности, при котором вероятность приемки партии равна риску потребителя. Из всех планов с общим объемом контроля  $n$  минимум вероятности приемки партии (т.е. оперативной характеристики) достигается на одноступенчатом плане  $(n,0)$ . (Напомним, что согласно этому плану партия принимается тогда и только тогда, когда из  $n$  проверенных единиц продукции все оказываются годными.) Другими словами, оперативная характеристика для плана  $(n,0)$  является огибающей (снизу) множества всех оперативных характеристик. Следовательно, из всех планов с общим объемом контроля  $n$  минимум браковочного уровня дефектности достигается также на плане  $(n,0)$ .

В дальнейшем будем исходить из биномиальной модели выборки, согласно которой число дефектных единиц продукции в выборке объема  $n$  имеет биномиальное распределение с параметрами  $n$  и  $p$ , где  $p$  - входной уровень дефектности. Как хорошо известно, эта модель является приближением для модели простой случайной выборки из партии, согласно которой указанное число имеет гипергеометрическое распределение. Напомним, что по чисто математическим причинам гипергеометрическая модель переходит в биномиальную, если объем партии безгранично возрастает, а доля дефектных единиц продукции в партии приближается к  $p$ . Если объем выборки составляет не более 10%

объема партии, то с достаточной для практики точностью принимают, что соответствующее биномиальное распределение хорошо приближает гипергеометрическое.

Примем обычное предположение о том, что риск потребителя равен 0,10. Как известно, браковочный уровень дефектности  $p_{\bar{p}}$  для плана  $(n,0)$  определяется из условия

$$(1 - p_{\bar{p}})^n = 0,10.$$

Это соотношение дает возможность по заданному браковочному уровню дефектности  $p_{\bar{p}}$  найти необходимый объем выборки:

$$n = \ln 0,10 / \ln (1 - p_{\bar{p}}) = - 2,30 / \ln (1 - p_{\bar{p}}).$$

Поскольку в силу сказанного ранее представляют интерес малые значения браковочного уровня дефектности, воспользуемся тем, что при малых  $x$  согласно правилам математического анализа

$$\ln (1 + x) = x + O(x^2).$$

Вторым слагаемым в правой части последней формулы, как обычно в асимптотических рассуждениях, можно пренебречь. Следовательно, необходимый объем выборки с достаточной точностью может быть найден по формуле

$$n = 2,30/p_{\bar{p}}. \quad (1)$$

(При конкретных расчетах надо, очевидно, правую часть округлить до ближайшего целого числа.) Например, при довольно низком (с точки зрения мирового рынка) качестве выпускаемой продукции можно задать  $p_{\bar{p}} = 0,01$ , т.е. потребовать, чтобы почти все (точнее, не менее 90%) партии, в которых дефектных единиц больше, чем 1 из 100, были забракованы и не достигли потребителя. Тогда объем контроля должен составлять не менее  $n = 230$ .

## 10. Основной парадокс теории статистического приемочного контроля

Как следует из сказанного выше, необходимый объем выборки, определяемый для какого-либо плана контроля по заданному браковочному уровню дефектности  $p_{бр}$ , будет не меньше, чем для плана  $(n,0)$ , т.е. не меньше, чем  $2,30/p_{бр}$ . Таким образом, если достигнут достаточно высокий уровень качества, такой, что потребителю может попасть не более 1 дефектной единицы продукции из 10000, т.е.  $p_{бр} = 0,0001$ , то объем контроля должен быть не меньше  $n = 23000$ . Если же качество повысится в 100 раз, т.е. потребителю сможет попасть не более 1 дефектной единицы продукции из 1000000, то объем контроля и затраты на него возрастут также в 100 раз, и минимально необходимый объем контроля составит 2,3 миллиона единиц продукции. Поскольку объем партий большинства (практически всех!) видов продукции существенно меньше этого числа, то проведенные выше расчеты говорят о необходимости перехода на сплошной контроль.

Итак, выводы парадоксальны: если качество выпускаемой продукции не очень хорошее, то целесообразно проводить статистический (выборочный) контроль, если же качество возрастает, то объем контроля и затраты на него увеличиваются, вплоть до перехода на сплошной контроль. Если это возможно, т.е. контроль не является разрушающим. А если невозможно, то попадаем в тупиковую ситуацию - высокое качество не может быть подтверждено.

В реальных ситуациях объемы контролируемых выборок - единицы или десятки, но обычно отнюдь не сотни и тысячи. Если контролируются 100 изделий, то согласно формуле (1) браковочный уровень дефектности равен 2,3%. И это - предел для реально используемых объемов контроля. Следовательно, статистический приемочный контроль (в том числе выходной или входной) может быть применен для контроля лишь такой

продукции, в которой из 50 изделий хотя бы одно дефектно. Другими словами, этот метод управления качеством предназначен лишь для продукции сравнительно низкого качества (входной уровень дефектности не менее 1-2%) или при обслуживании потребителя, согласного на довольно высокий браковочный уровень дефектности (не менее 2,3%).

Следовательно, для повышения качества необходимо использовать контрольные карты и другие методы статистического регулирования технологических процессов на предприятии. О них подробно рассказано, например, в монографиях [20, 21] и статьях [22 - 24]. В частности, упомянем методы «всеобщего» (в другом переводе - тотального) контроля качества и др. Недаром этим методам уделяется больше внимания в зарубежных методических изданиях, чем собственно статистическому приемочному контролю.

Выше кратко рассмотрен базовый (простейший, исходный) метод сравнения различных систем взаимоотношений поставщиков и потребителей. При разработке практически полезных систем принятия управленческих решений целесообразно дальнейшее его развитие.

Отметим в заключение, что реально статистический контроль качества продукции, осуществляемый поставщиком (выходной контроль), решает две основные задачи: обеспечение интересов потребителя и обнаружение разладок собственных технологических процессов (по результатам контроля последовательности партий). Как показано выше, для решения первой из этих задач он не всегда оптимален. Вторую из названных задач также часто эффективнее решать с помощью иных методов, например, обнаруживать разладку технологических процессов с помощью тех или иных контрольных карт. Таким образом, область применения методов статистического приемочного контроля является довольно ограниченной. Очевидно, однако, что нельзя исключать эти методы из арсенала менеджеров по качеству, в частности, при



использовании концепции «всеобщего управления качеством (*TQM - Total Quality Management*)». Хотя бы потому, что они незаменимы при использовании разрушающих методов контроля.

Наиболее перспективным представляется использование полученных результатов в рамках концепции контроллинга (см., например, [5, 6, 25 - 27]). Итак, выше сформулирован основной парадокс теории статистического приемочного контроля - повышение качества выпускаемой продукции приводит к увеличению объема контроля. Описан способ разрешения этого парадокса - на основе перехода от чисто технической политики выбора плана контроля к технико-экономической. Она исходит из сравнения по экономическим показателям схем контроля и схем технического обслуживания и пополнения партий. Проанализирован базовый метод такого сравнения, позволяющий выделить область экономического преимущества схемы пополнения партий и схемы технического обслуживания по сравнению со схемой контроля.

### **11. О статистических методах управления качеством**

Как уже отмечалось, в России намечается всё расширяющаяся тенденция к сертификации продукции, т.е. к официальной гарантии поставки производителем продукции, удовлетворяющей установленным требованиям. Поставщики и продавцы должны иметь сертификаты качества на предлагаемые ими товары и услуги. Маркетинг, т.е. производственная и коммерческая политика, нацеленная на получение максимальной прибыли на основе изучения рынка, создания конкурентоспособной продукции и ее полной реализации, включает в себя работы по сертификации [28].

Не будем останавливаться на быстро меняющейся организационной стороне процесса сертификации и соответствующих отечественных и зарубежных нормативных документах, а также на различных системах

сертификации. Как общие проблемы сертификации, так и выбор схемы сертификации для конкретной продукции активно обсуждаются специалистами. Приведем лишь несколько замечаний, необходимых для дальнейшего изложения.

Напомним, что, говоря о сертификации продукции, могут иметь в виду качество конкретной ее партии. В ряде случаев это оправдано - рядового потребителя интересует качество лишь той единицы продукции, которую он приобрел. Однако установление долговременных хозяйственных связей целесообразно лишь в случае, когда поставщик гарантирует высокое качество не одной, а всех партий своей продукции. Другими словами, должны быть проведены оценка и сертификация технологических процессов и производств.

Еще больше повышается доверие к поставщику, если не только отдельные технологические процессы, но и всё предприятие в целом гарантированно выпускает продукцию высокого качества. В современных условиях это обеспечивается действующей на предприятии системой качества, удовлетворяющей требованиям Международной организации по стандартизации ИСО.

Одна из основных характеристик товара - его конкурентоспособность. Очевидно, производителю необходимо уметь оценивать конкурентоспособность перед запуском продукции в производство или началом работы по продвижению на зарубежный рынок (подробнее см. рекомендации [28]). Следует отметить, что в литературе имеются различные мнения по поводу понятия "конкурентоспособность". В частности, нельзя согласиться с крайне упрощенным подходом в монографии [29], согласно которому конкурентоспособность сводится к соотношению цен на внутреннем и внешнем рынках. Достаточно напомнить о таких приемах конкурентной борьбы, как демпинг и

(добросовестная или недобросовестная) реклама, таможенные пошлины и квоты.

Одним из основных компонентов конкурентоспособности продукции является ее технический уровень. В западных публикациях справедливо отмечается, что фирма, обладающая патентом или новой научно-технической разработкой, имеет более высокий «излишек производителя» по сравнению с другими фирмами (см., например, [30 - 32]). В частности, согласно одному из наиболее популярных западных учебников [33] технический уровень продукции - одна из основных учитываемых характеристик при выборе направления инвестиционных вложений.

Из сказанного вытекает, что сертификация - это современная форма управления качеством. Среди зарубежных специалистов общепринято, что основная составляющая в управлении качеством продукции - это статистические методы (см., например, отчет Комитета ИСО по изучению принципов стандартизации [10]). В нашей стране внедрение комплексных систем управления качеством (КС УКП), к сожалению, сводилось во многом всего лишь к подготовке документации организационного характера. Статистические методы использовались в промышленности недостаточно, прежде всего из-за недостаточной подготовки кадров, а государственные стандарты по этой тематике зачастую содержали грубейшие ошибки (см. [17]). Ситуация в области применения статистических методов и причины нашего отставания достаточно подробно разобраны в публикациях [1, 17, 34, 35].

Как отмечалось в [8, разд.10.1], более 150 лет статистические методы применяются в России для проверки соответствия продукции установленным требованиям, т.е. для сертификации. С начала 1970-х годов стали разрабатываться государственные стандарты по статистическим методам. В связи с обнаружением в них грубых ошибок в 1985 г. была организована «Рабочая группа по упорядочению системы стандартов по

прикладной статистике и другим статистическим методам». В ее работе приняли участие 66 специалистов, в том числе 15 докторов и 36 кандидатов наук. Выводы Рабочей группы кратко отражены в статьях [17, 34]. В соответствии с рекомендациями Рабочей группы 24 из 31 государственного стандарта по статистическим методам были отменены в 1986-87 гг.

К сожалению, потеряв правовую силу как нормативные документы, ошибочные стандарты до настоящего времени продолжают использоваться отдельными «специалистами» как научно-технические издания. Полученные Рабочей группой результаты и выводы не были широко и подробно опубликованы, ошибки в государственных стандартах не были публично вскрыты, и авторы дальнейших публикаций продолжают ссылаться на издания с грубейшими ошибками. Так, в ряде работ пропагандируются ошибочные стандарты, посвященные применению контрольных карт при статистическом регулировании технологических процессов. Продолжает широко использоваться грубо ошибочный ГОСТ 11.006-74 (СТ СЭВ 1190-78) "Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим", хотя разбору ошибок в этом стандарте посвящена статья [36] тридцатилетней давности (см. также [8, гл.2] и [37]). Перечисленные факты делают целесообразным популяризацию результатов и выводов Рабочей группы и в настоящее время.

С точки зрения теории и практики принятия решений рассматриваемая ситуация весьма поучительна. Она показывает, что недостаточно продуманная система разработки управленческих документов (в рассматриваемом случае – стандартов по статистическим методам управления качеством продукции) позволяет отдельным лицам бесконтрольно определять содержание нормативно-технических документов, в том числе на десятилетия закреплять в них ошибочные

положения. Не так уж важны мотивы поведения подобных лиц – невежество в сочетании с самонадеянностью, корысть или стремление нанести вред действующей научно-технической системе – важен результат.

В 1988-89 гг. наиболее активная часть Рабочей группы (10 докторов и 15 кандидатов наук) составили "Аванпроект комплекса методических документов и пакетов программ по статистическим методам стандартизации и управления качеством". Это обширное сочинение (около 1600 стр.) и на настоящий момент является наиболее полным руководством по рассматриваемой тематике. Информация о нем приложена к переводу книги японских авторов по аналогичной тематике [20].

К сожалению, под влиянием авторов ошибок в стандартах Госстандарт принял решение не финансировать реализацию заказанного им "Аванпроекта". Тогда сообщество специалистов решило действовать самостоятельно. В 1989 г. был организован Центр статистических методов и информатики (ЦСМИ; в настоящее время - Институт высоких статистических технологий и эконометрики). К середине 1990 г. в ЦСМИ были разработаны 7 диалоговых систем по современным статистическим методам управления качеством, а именно, СПК, АТСТАТ-ПРП, СТАТКОН, АВРОРА-РС, ЭКСПЛАН, ПАСЭК, НАДИС (описания этих систем приведены в работе [38]; сравнительный анализ диалоговых систем по статистическому контролю дан в статье [39]). В работе участвовали 128 специалистов. В дальнейшем к ЦСМИ присоединялись новые группы научно-технических работников. К концу 1991 г. число сотрудников ЦСМИ превысило 300. Информация о программных продуктах и другой деятельности ЦСМИ постоянно помещалась в журналах "Заводская лаборатория" и "Надежность и контроль качества". Программные продукты, разработанные Центром статистических методов и

информатики, были поставлены и использовались более чем в 100 организациях и предприятиях. Среди них - производственные объединения "Уралмаш", "АвтоВАЗ", "Пластик", ЦНИИ черной металлургии им. Бардина, НИИ стали, ВНИИ эластомерных материалов и изделий, НИИ прикладной химии, ЦНИИ химии и механики, НПО "Орион", НИЦентр по безопасности атомной энергетики, ВНИИ экономических проблем развития науки и техники, ВНИИ нефтепереработки, МИИТ, Казахский политехнический институт, Ульяновский политехнический институт, Донецкий государственный университет и др.

Как уже отмечалось, параллельно ЦСМИ вел работу по объединению статистиков. В апреле 1990 г. в Большом Актовом Зале Московского Энергетического института прошла Учредительная конференция Всесоюзной организации по статистическим методам и их применениям. На Учредительном съезде Всесоюзной статистической ассоциации (ВСА) в октябре 1990 г. в Московском экономико-статистическом институте эта организация вошла в состав ВСА в качестве секции статистических методов (подробнее о создании и задачах ВСА рассказано, например, в статьях [40, 41]). В 1992 г. после развала СССР и фактического прекращения работы ВСА на основе секции статистических методов ВСА организована Российская ассоциация по статистическим методам (РАСМ), а затем и Российская академия статистических методов. В мероприятиях секции статистических методов ВСА, конференциях и семинарах РАСМ активно участвовали несколько сот специалистов по статистическим методам. В ЦСМИ и РАСМ, объединивших большинство ведущих российских специалистов, коллективными усилиями разработан единый подход к проблемам применения статистических методов в сертификации и управлении качеством.

## **12. Классификация статистических методов управления качеством**

Рассмотрим два основания для классификации. Первый - по виду статистических методов. Второй - по этапам жизненного цикла продукции, на которых соответствующий метод применяется. Первое основание привычно для специалистов по разработке статистических методов и соответствующего программного обеспечения, второе - для тех, кто эти методы применяет на конкретных предприятиях.

В ЦСМИ сложилось пятичленное деление по первому основанию (в скобках указаны наименования диалоговых систем ЦСМИ, рассмотренных, в частности, в работах [38, 39]):

а) прикладная статистика - иногда с дальнейшим выделением статистики случайных величин, многомерного статистического анализа, статистики случайных процессов и временных рядов, статистики объектов нечисловой природы (Система Регрессионного Статистического Моделирования СРСМ, или СТАТМАСТЕР; АДДА, ГРАНТ, КЛАМС, ЭКОНОМЕТРИК, РЕГРЕССИЯ, ЛИСАТИС, ЭКОСТАТ, РЕСТ);

б) статистический приемочный контроль (СПК, АТСТАТ-ПРП, КОМПЛАН);

в) статистическое регулирование технологических процессов, в частности, методом контрольных карт (СТАТКОН, АВРОРА-РС);

г) планирование эксперимента (ПЛАН, ЭКСПЛАН, ПАСЭК, ПЛАНЭКС);

д) надежность и испытания (НАДИС, ОРИОН, СЕНС).

Быстрое развитие компьютерной техники имеет свою оборотную сторону. Вполне добротные программные продукты устаревают и выходят из обращения просто потому, что они сделаны на отработавшем свой срок операционном (системном) программном обеспечении. "Выжить" может только то программное обеспечение, которое поддерживается

соответствующей фирмой и постоянно совершенствуется с чисто программистской точки зрения. Важна система технической поддержки, обучение и, конечно, реклама. При этом чисто научная сторона дела отходит на задний план. Эти простые соображения объясняют, почему за 24 года (с 1991 г. по 2015 г.) отечественный рынок программных продуктов по эконометрике и статистическим методам стал гораздо более бедным по числу продуктов, научный уровень явно понизился, зато дизайн явно стал более привлекательным.

Перейдем ко второму основанию классификации методов сертификации. Согласно п.5.1 "Петля качества" стандарта ИСО 9004-87 "Общее руководство качеством и элементы системы качества. Руководящие указания" система качества функционирует "...одновременно со всеми остальными видами деятельности, влияющими на качество продукции или услуг, и взаимодействует с ними. Ее воздействие распространяется на все этапы от первоначального определения и до конечного удовлетворения требований и потребностей потребителя. Эти этапы и виды деятельности включают:

- 1) маркетинг, поиски и изучение рынка;
- 2) проектирование и/или разработку технических требований, разработку продукции (опытного образца);
- 3) поиски поставщиков и оптовых покупателей, организацию материально-технического снабжения (решение задач логистики);
- 4) подготовку и разработку производственных (технологических) процессов;
- 5) непосредственно производство продукции;
- 6) контроль качества продукции, проведение испытаний и обследований;
- 7) упаковку и хранение продукции;
- 8) реализацию (сбыт) и распределение (доставку) продукции;



- 9) монтаж и эксплуатацию продукции у потребителей;
- 10) технические помощь и обслуживание;
- 11) утилизацию после использования".

Подробное рассмотрение применения основных типов статистических методов на перечисленных этапах жизненного пути продукции не входит в задачу настоящей статьи. Сводка, приведенная в табл. 1, показывает, что статистические методы широко применяются на всех этапах жизненного пути продукции ("+" - широко используется для решения задач, соответствующих клетке таблицы, "-" - практически не используется).

Таблица 1.

Применение статистических методов на различных этапах жизненного цикла продукции по ИСО 9004-87

Номер этапа	а	б	в	г	д	Специальные модели
1	+	-	-	+	-	+
2	+	-	-	+	+	+
3	+	-	-	-	-	+
4	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	-	+
6	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+
8	+	+	-	-	-	+
9	+	+	+	+	+	+
10	+	-	-	-	-	+
11	+	+	+	+	-	+

Помимо компьютерных диалоговых систем широкого назначения, на каждом конкретном предприятии и на любом конкретном этапе жизненного пути продукции могут быть использованы специальные модели, например, на этапе 3 “материально-техническое снабжение” - модели управления запасами (см. о них, например, главу 5 монографии [42]). Более подробный перечень (более 200 постановок экономико-математических задач управления производством) дан в [43, прилож.1].

Среди диалоговых систем по статистическому анализу выделим пакеты, ориентированные:

на восстановление зависимостей (СТАТМАСТЕР, он же СРСМ - Система Регрессионного Статистического Моделирования, и его развитие ЭКОНОМЕТРИК, а также РЕГРЕССИЯ),

анализ нечисловых данных на основе методов статистики объектов нечисловой природы (АДДА, КЛАМС, а также ориентированный на экспертное оценивание ГРАНТ, на анализ интервальных данных РЕСТ),

прогнозирование (ЛИСАТИС и его развитие ЭКОСТАТ, а также относящиеся к временным рядам разделы пакета АВРОРА-РС - Анализ Временных Рядов и Обнаружение РАЗладки).

Для регулярного и обоснованного принятия решений на основе решения обширных комплексов задач сертификации и управления качеством на конкретном предприятии в ряде случаев целесообразно создать диалоговую систему, предназначенную для использования именно на этом предприятии. В частности, для решения задач этапа 4 используют созданные для конкретного предприятия программные системы, соединяющие в себе банки данных и пакеты статистических методов анализа этих данных. Примерами являются "Автоматизированное рабочее место материаловеда (АРМ материаловеда)" и "Автоматизированное рабочее место математика (АРМ математика)", разработанные Центром

статистических методов и информатики для ВНИИ эластомерных материалов и изделий.

Для объединения типовых пакетов в индивидуальную систему полезно программное средство ИНТЕГРАТОР - универсальный инструмент, предназначенный для создания интегрированных программных систем и обеспечивающий возможность совместного использования различных пакетов прикладных программ на персональных компьютерах IBM PC. Так, с помощью ИНТЕГРАТОРА был разработан АРМ математика на основе пакетов СРСМ, ПЛАН, АТСТАТ-ПРП, соответствующей базы данных и ряда программ, ориентированных на специфику ВНИИ эластомерных материалов и изделий.

На всех этапах жизненного цикла продукции, особенно на этапах 3, 8, 10, часто используют специализированные вероятностно-статистические модели, в том числе модели управления запасами (см., например, монографию [42, гл.5]), массового обслуживания и др. Такие модели и их программное обеспечение, как правило, разрабатываются для конкретного предприятия, и потому они хорошо приспособлены к особенностям этого предприятия.

### **13. Заключительные замечания**

Большое теоретическое и прикладное значение имеет математическое изучение моделей и методов в рассматриваемой области. Примерами таких работ являются статьи [44, 45]. Для получения результатов в них использован ряд предельных переходов. При каких условиях, прежде всего, при каком объеме выборки можно применять асимптотические методы? Другими словами, когда влияние конечности объема выборки становится пренебрежимо малым? Эти нерешенные задачи теории статистического контроля относятся к прикладной

математике. В рамках теории устойчивости [42, 43] речь идет об устойчивости выводов к изменению объема выборки.

По нашему мнению [1], система внедрения контроллинга и его статистических инструментов, в том числе статистических методов управления качеством, может быть основана на подходе системы "Шесть сигм". Как сказано в [46], «Шесть сигм» - это более разумный способ управлять всей компанией или отдельным подразделением. Анализ системы «Шесть сигм» показывает, что, несмотря на некоторое различие терминов, связанное с корнями этой системы (лежащими в проблемах управления качеством), фактически «Шесть сигм» - это глубоко проработанная система внедрения современного контроллинга. Отметим большое место, которое занимают статистические методы среди ее инструментов. Система «Шесть сигм» трудоемка, на внедрение нужны годы. Но и эффект велик [47]. Можно взглянуть на систему «Шесть сигм» и как на инструмент инновационного менеджмента. Тогда естественно рассматривать «Шесть сигм» как новую систему внедрения математических методов исследования и управления на промышленном предприятии [48].

## Литература

1. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга. Под научной ред. проф. С.Г. Фалько. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2015. – 600 с.
2. Орлов А.И. Новая область контроллинга – контроллинг организационно-экономических методов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 99. С. 1126-1137.
3. Контроллинг: 10 лет (Интервью подготовлено Ивановой Н.Ю.) // Контроллинг. 2013. №4 (50). С.88-95.
4. Орлов А.И. Контроллинг организационно-экономических методов // Контроллинг. –2008. – №4 (28). – С.12-18.
5. Фалько С.Г. Контроллинг для руководителей и специалистов. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 272 с.

6. Контроллинг / А.М. Карминский, С.Г. Фалько, А.А. Жевага, Н.Ю. Иванова; под ред. А.М. Карминского, С.Г. Фалько. – 3-е изд., дораб. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013. – 336 с.
7. Орлов А.И. Современное состояние контроллинга рисков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 98. С. 933-942.
8. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.3. Статистические методы анализа данных. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 624 с.
9. Орлов А.И. Об оптимизации выборочного контроля качества продукции // Стандарты и качество. 1989. № 3. -С. 91-94.
10. Цели и принципы стандартизации. / Под ред. Т. Сандерса. - М.: Изд-во стандартов, 1974. - 132 с.
11. Гнеденко Б.В. Математика и контроль качества продукции. - М.: Знание, 1978. - 64 с.
12. Шор Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. – М.: Советское радио, 1962. – 552 с.
13. Беляев Ю.К. Вероятностные методы выборочного контроля. - М.: Физматлит, 1975. — 408 с.
14. Лумельский Я.П. Статистические оценки результатов контроля качества. — М.: Изд-во стандартов, 1979. — 200 с.
15. Статистический контроль качества продукции на основе принципа распределения приоритетов // Лапидус В. А., Розно М. И., Глазунов А. В. и др. — М.: Финансы и статистика, 1991. — 224 с.
16. Кравченко Г.Г., Орлов А.И. О статистическом приемочном контроле порошкообразных материалов // Надежность и контроль качества. 1991. №2. С.37-39.
17. Орлов А.И. Сертификация и статистические методы // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1997. Т.63. № 3. С. 55-62.
18. Орлов А.И. Всегда ли нужен контроль качества продукции у поставщика? // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 96. С. 709-724.
19. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.
20. Статистические методы повышения качества. Перевод с японского / Под ред. Х. Кумэ. - М.: Финансы и статистика, 1990. - 301 с.
21. Мердок Дж. Контрольные карты. / Пер. с англ. - М.: Финансы и статистика, 1986. - 132 с.
22. Орлов А.И., Шаров В.Д. Выявление отклонений в контроллинге (на примере мониторинга уровня безопасности полетов) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 95. С. 460-469.
23. Орлов А.И., Шаров В.Д. Метод выявления отклонений в системе контроллинга (на примере мониторинга уровня безопасности полетов) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 26. С.54–64.
24. Митрохин И.Н., Орлов А.И. Обнаружение разладки с помощью контрольных карт // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т.73. № 5. С.74-78.
25. Фалько С.Г., Носов В.М. Контроллинг на предприятии. - М.: Об-во "Знание" России, 1995. - 80 с.

26. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга. / Пер. с нем. - М.: Финансы и статистика, 1997. - 800 с.
27. Карминский А.М., Оленев Н.И., Примаков А.Г., Фалько С.Г. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. - М.: Финансы и статистика, 1998. - 256 с.
28. Организационно-методические материалы по маркетингу на предприятии. - М.: Всесоюзный центр статистических методов и информатики, 1991. - 91 с.
29. Лэйард Р. Макроэкономика. Курс лекций для российских читателей. - М.: "Джон Уайли энд Санз", 1994. - 160 с.
30. Пиндайк Р., Рубинфельд Д. Микроэкономика. - М.: "Экономика" - "Дело", 1992. - 510 с.
31. Varian H.R. Intermediate Microeconomics. A Modern Approach. - New York: W.W.Norton & Company, 1993. - 623 pp.
32. Begg D., Fischer S., Dornbusch R. Economics. - London: McGraw-Hill Book Company, 1991. - 667 pp.
33. Brealey R.A., Myers S.C. Principles of Corporate Finance. - New York: McGraw-Hill, Inc., 1991. - 924 pp.
34. Орлов А.И. О современных проблемах внедрения прикладной статистики и других статистических методов. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1992. Т.58. № 1. - С. 67-74.
35. Орлов А.И. Проблемы внедрения математических и инструментальных методов контроллинга // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 107. С. 1017 – 1048.
36. Орлов А.И. Распространенная ошибка при использовании критериев Колмогорова и омега-квадрат // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1985. Т.51. № 1. С.60-62.
37. Орлов А.И. Непараметрические критерии согласия Колмогорова, Смирнова, омега-квадрат и ошибки при их применении // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 97. С. 32-45.
38. Орлов А.И. Внедрение современных статистических методов с помощью персональных компьютеров // Качество и надежность изделий. № 5 (21). - М.: Знание, 1992. - С.51-78.
39. Орлов А.И. Математическое обеспечение сертификации: сравнительный анализ диалоговых систем по статистическому контролю // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1996. Т.62. №7. С.46-49.
40. Орлов А.И. Создана единая статистическая ассоциация. // Вестник Академии наук СССР. 1991. № 7. С.152-153.
41. Орлов А.И. Всесоюзная статистическая ассоциация - гарантия успешного внедрения современных статистических методов. // Надежность и контроль качества. 1991. № 6. С.54-55.
42. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. - М.: Наука, 1979. - 296 с.
43. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Saarbrücken, Lambert Academic Publishing, 2011. 436 с.
44. Орлов А.И. Асимптотические методы статистического контроля // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 102. С. 1–31.

45. Орлов А.И. Метод проверки гипотез по совокупности малых выборок и его применение в теории статистического контроля // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 38–52.

46. Панде П., Холп Л. Что такое «Шесть сигм»? Революционный метод управления качеством / Пер. с англ. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. - 158 с.

47. Фалько С.Г., Орлов А.И. «Шесть сигм» как подход к совершенствованию бизнеса // Контроллинг. 2004. № 4 (12). С.42-46.

48. Орлов А.И. «Шесть сигм» - новая система внедрения математических методов исследования. - Журнал «Заводская лаборатория». 2006. Т.72. №.5. С. 50-53.

## References

1. Orlov A.I., Lucenko E.V., Lojko V.I. Perspektivnye matematicheskie i instrumental'nye metody kontrollinga. Pod nauchnoj red. prof. S.G. Fal'ko. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2015. – 600 s.

2. Orlov A.I. Novaja oblast' kontrollinga – kontrolling organizacionno-jekonomicheskikh metodov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 99. S. 1126-1137.

3. Kontrolling: 10 let (Interv'ju podgotovleno Ivanovoj N.Ju.) // Kontrolling. 2013. №4 (50). S.88-95.

4. Orlov A.I. Kontrolling organizacionno-jekonomicheskikh metodov // Kontrolling. –2008. – №4 (28). – S.12-18.

5. Fal'ko S.G. Kontrolling dlja rukovoditelej i specialistov. – М.: Finansy i statistika, 2008. – 272 s.

6. Kontrolling / A.M. Karminskij, S.G. Fal'ko, A.A. Zhevaga, N.Ju. Ivanova; pod red. A.M. Karminskogo, S.G. Fal'ko. – 3-e izd., dorab. – М.: ID «FORUM»: INFRA-M, 2013. – 336 s.

7. Orlov A.I. Sovremennoe sostojanie kontrollinga riskov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 98. S. 933-942.

8. Orlov A.I. Organizacionno-jekonomicheskoe modelirovanie : uchebnik : v 3 ch. Ch.3. Statisticheskie metody analiza dannyh. - М.: Izd-vo MGTU im. N.Je. Baumana, 2012. - 624 s.

9. Orlov A.I. Ob optimizacii vyborochnogo kontrolja kachestva produkcii // Standarty i kachestvo. 1989. № 3. -S. 91-94.

10. Celi i principy standartizacii. / Pod red. T. Sandersa. - М.: Izd-vo standartov, 1974. - 132 s.

11. Gnedenko B.V. Matematika i kontrol' kachestva produkcii. - М.: Znanie, 1978. - 64 s.

12. Shor Ja.B. Statisticheskie metody analiza i kontrolja kachestva i nadezhnosti. – М.: Sovetskoe radio, 1962. – 552 s.

13. Beljaev Ju.K. Verojatnostnye metody vyborochnogo kontrolja. - М.: Fizmatlit, 1975. — 408 s.

14. Lumel'skij Ja.P. Statisticheskie ocenki rezul'tatov kontrolja kachestva. — М.: Izd-vo standartov, 1979. — 200 s.

15. Statisticheskij kontrol' kachestva produkcii na osnove principa raspredelenija prioritetov // Lapidus V. A., Rozno M. I., Glazunov A. V. i dr. — М.: Finansy i statistika, 1991. — 224 s.

16. Kravchenko G.G., Orlov A.I. O statisticheskom priemochnom kontrole

poroshkoobraznyh materialov // Nadezhnost' i kontrol' kachestva. 1991. No.2. S.37-39.

17. Orlov A.I. Sertifikacija i statisticheskie metody // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 1997. T.63. № 3. S. 55-62.

18. Orlov A.I. Vsegda li nuzhen kontrol' kachestva produkcii u postavshhika? // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 96. S. 709-724.

19. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaja nechetkaja interval'naja matematika. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s.

20. Statisticheskie metody povyshenija kachestva. Perevod s japonskogo / Pod red. H. Kumje. - M.: Finansy i statistika, 1990. - 301 s.

21. Merdok Dzh. Kontrol'nye karty. / Per. s angl. - M.: Finansy i statistika, 1986. - 132 s.

22. Orlov A.I., Sharov V.D. Vyjavlenie otklonenij v kontrollinge (na primere monitoringa urovnja bezopasnosti poletov) // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 95. S. 460-469.

23. Orlov A.I., Sharov V.D. Metod vyjavlenija otklonenij v sisteme kontrollinga (na primere monitoringa urovnja bezopasnosti poletov) // Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost'. 2014. № 26. S.54–64.

24. Mitrohin I.N., Orlov A.I. Obnaruzhenie razladki s pomoshh'ju kontrol'nyh kart // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 2007. T.73. № 5. S.74-78.

25. Fal'ko S.G., Nosov V.M. Kontrolling na predpriyatii. - M.: Ob-vo "Znanie" Rossii, 1995. - 80 s.

26. Han D. Planirovanie i kontrol': koncepcija kontrollinga. / Per. s nem. - M.: Finansy i statistika, 1997. - 800 s.

27. Karminskij A.M., Olenev N.I., Primak A.G., Fal'ko S.G. Kontrolling v biznese. Metodologicheskie i prakticheskie osnovy postroenija kontrollinga v organizacijah. - M.: Finansy i statistika, 1998. - 256 s.

28. Organizacionno-metodicheskie materialy po marketingu na predpriyatii. - M.: Vsesojuznyj centr statisticheskikh metodov i informatiki, 1991. - 91 s.

29. Ljejard R. Makroekonomika. Kurs lekcij dlja rossijskikh chitatelej. - M.: "Dzhon Uajli jend Sanz", 1994. - 160 s.

30. Pindajk R., Rubinfel'd D. Mikroekonomika. - M.: "Jekonomika" - "Delo", 1992. - 510 s.

31. Varian H.R. Intermediate Microeconomics. A Modern Approach. - New York: W.W.Norton & Company, 1993. - 623 pp.

32. Begg D., Fischer S., Dornbusch R. Economics. - London: McGraw-Hill Book Company, 1991. - 667 pp.

33. Brealey R.A., Myers S.C. Principles of Corporate Finance. - New York: McGraw-Hill, Inc., 1991. - 924 pp.

34. Orlov A.I. O sovremennyh problemah vnedrenija prikladnoj statistiki i drugih statisticheskikh metodov. // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 1992. T.58. № 1. - S. 67-74.

35. Orlov A.I. Problemy vnedrenija matematicheskikh i instrumental'nyh metodov kontrollinga // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 107. S. 1017 – 1048.

36. Orlov A.I. Rasprostranennaja oshibka pri ispol'zovanii kriteriev Kolmogorova i omega-kvadrat // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 1985. T.51. № 1. S.60-62.

37. Orlov A.I. Neparаметрические критерии согласия Колмогорова, Смирнова, omega-kvadrat i oshibki pri ih primenenii // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 97. S. 32-45.



38. Orlov A.I. Vnedrenie sovremennyh statisticheskikh metodov s pomoshh'ju personal'nyh komp'yuterov // Kachestvo i nadezhnost' izdelij. № 5 (21). - M.: Znanie, 1992. - S.51-78.
39. Orlov A.I. Matematicheskoe obespechenie sertifikacii: sravnitel'nyj analiz dialogovyh sistem po statisticheskomu kontrolju // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 1996. T.62. №7. S.46-49.
40. Orlov A.I. Sozdana edinaja statisticheskaja asociacija. // Vestnik Akademii nauk SSSR. 1991. № 7. S.152-153.
41. Orlov A.I. Vsesojuznaja statisticheskaja asociacija - garantija uspehnogo vnedrenija sovremennyh statisticheskikh metodov. // Nadezhnost' i kontrol' kachestva. 1991. № 6. S.54-55.
42. Orlov A.I. Ustojchivost' v social'no-jekonomicheskikh modeljah. - M.: Nauka, 1979. - 296 s.
43. Orlov A.I. Ustojchivye jekonomiko-matematicheskie metody i modeli. Saarbrücken, Lambert Academic Publishing, 2011. 436 s.
44. Orlov A.I. Asimptoticheskie metody statisticheskogo kontrolja // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 102. S. 1–31.
45. Orlov A.I. Metod proverki gipotez po sovokupnosti malyh vyborok i ego primenenie v teorii statisticheskogo kontrolja // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 104. S. 38–52.
46. Pande P., Holp L. Chto takoe «Shest' sigm»? Revoljucionnyj metod upravlenija kachestvom / Per. s angl. - M.: Al'pina Biznes Buks, 2004. - 158 s.
47. Fal'ko S.G., Orlov A.I. «Shest' sigm» kak podhod k sovershenstvovaniju biznesa // Kontrolling. 2004. № 4 (12). S.42-46.
48. Orlov A.I. «Shest' sigm» - novaja sistema vnedrenija matematicheskikh metodov issledovanija. - Zhurnal «Zavodskaja laboratorija». 2006. T.72. No.5. S. 50-53.