

УДК 658.562.012.7

## Применение статистических методов регулирования качества измерительных процессов на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса

### Application of statistical methods for quality control of measurement processes in the enterprises of technical service of agroindustrial complex

А. А. ПЧЕЛКИН, инж.

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия, pchelkin.alex@gmail.com

A. A. PCHELKIN, Engineer

Russian State Agrarian University — Moscow K. A. Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, pchelkin.alex@gmail.com

Внимание к статистическим методам контроля качества обусловлено их достоверностью при незначительных объемах выборки по сравнению со сплошным контролем. В статье указаны причины сдерживания внедрения статистических методов на предприятиях технического сервиса агропромышленного комплекса. Подчеркнуто значение статистического контроля качества контрольных и измерительных процессов, которое подтверждается стандартизированными требованиями к управлению качеством и оценкой влияния такого контроля на отказы продукции в эксплуатации. Применение статистического контроля позволяет в более сжатые сроки стабилизировать производство на качественном уровне. Анализ стандартов и технических условий на изготовление техники показывает, что в правилах приемки техники в основном указывается объем выборки 2 % от партии машин. Это 1 машина из суточной партии в 50 машин, причем риск получения дефектной продукции потребителем составляет 26 %. Единичный контроль машин из выборки свидетельствует о несовершенстве правил приемки. Несмотря на наличие нормативных документов по статистическому контролю качества, он не нашел широкого применения на практике в сфере отечественного сельскохозяйственного и автомобильного машиностроения и технического сервиса. Необходимо определить проблемы статистического контроля качества измерительных и контрольных процессов, пути его реализации, установить причины недостаточного внимания к статистическому контролю качества. Требуется обосновать пути для его широкого применения в техническом сервисе и производстве. В качестве методики исследований следует применить информационный поиск, статистические методы сбора информации, методы аналогий и морфологический анализ.

**Ключевые слова:** измерительные процессы; технический сервис; агропромышленный комплекс; качество; статистика; методы; анализ; государственный стандарт; дефект; машины; сельское хозяйство; техника; тракторы; комбайны; нормативные документы.

The attention to statistical methods of quality control is driven by their reliability in case of the small sample volumes in comparison with continuous control. The article shows the reasons of delaying of introduction of statistical methods in the enterprises of technical service of agroindustrial complex. The value of statistical quality control of test and measurement processes is pointed out. It is confirmed by the standardized requirements to the quality management and by the assessment of impact of this control on failures of products in operation. The use of statistical control allows to stabilize in more short timeframes the production on high-quality level. The analysis of standards and technic specifications for machinery production shows that the acceptance rules for machinery generally indicate the sample volume equal to 2 % of batch of machines. This is only 1 machine of daily batch of 50 machines. At that, the risk of the fact that a consumer will receive defective products is 26 %. The control of a single machine in the sample shows the imperfection of acceptance rules. Despite the availability of regulations on statistical quality control, it has not become widely used in practice in the field of domestic agricultural and automotive engineering and technical services. It is necessary to determine the problems of statistical quality control of test and measurement processes and the ways of its implementation; to establish the reasons for the lack of attention to statistical quality control. It is required to substantiate the ways for its widespread use in the technical service and production. As research techniques, it is proposed to apply the information retrieval, statistical methods of data collection, analogy methods and morphological analysis.

**Keywords:** measuring processes; technical service; agroindustrial complex; quality; statistics; methods; analysis; state standard; defect; machinery; agriculture; equipment; tractors; combine harvesters; regulations.

#### Введение

Система эксплуатации отечественных машин предусматривает проведение текущих и капитальных ремонтов из-за низкой надежности как новой, так и отремонтированной техники [1]. Важнейшие причины брака при изготовлении и ремонте: использование устаревшего и из-

ношенного оборудования [2], выбор допусков и посадок соединений по методу аналогий [3], применение дешевых материалов [4] и бракованных запасных частей [5].

Анализ стандартов и технических условий на изготовление техники показывает, что в правилах приемки техники в основном указывается объем выборки 2 % от партии

машин. Это одна машина из суточной партии в 50 машин, причем риск получения дефектной продукции потребителем составляет 26 %. Единичный контроль машин из выборки свидетельствует о несовершенстве правил приемки.

Один из существенных факторов — отсутствие методологии выполнения операций контроля [6].

Мало кто из технологов осознает, что даже нормированная погрешность измерений может приносить значительные убытки производству [7, 8]. Также не используются рекомендации современных систем менеджмента измерений [9].

Новые подходы к обеспечению качества предполагают применение статистических методов контроля производственных и измерительных процессов [10]. Между тем при разработке планов контроля, выборе применяемых методов и средств контроля в техническом обслуживании по-прежнему господствуют детерминированные методы.

В частности, при определении пригодности средства измерения, а значит и измерительного процесса в целом исходят из необходимого и достаточного условия, что цена деления средства измерения должна быть не более одной десятой от диапазона технологически допустимых значений, установленных для измеряемого параметра, в лучшем случае это выбор по допускаемой погрешности [11]. Такой подход не учитывает реальной изменчивости как измерительного, так и производственного процесса. Следствием его применения могут стать ошибочные выводы по результатам измерений.

### Цель исследования

Актуальным направлением обеспечения качества в сфере технического сервиса в агропромышленном комплексе следует считать применение статистических методов для

контрольных и измерительных процессов.

Статистический контроль производственного процесса — это комплекс мероприятий, обеспечивающих способность процесса стабильно выполнять требования к качеству в условиях производства [12]. При статистическом контроле процесса выделяют два ключевых аспекта. Первый — статическая управляемость, стабильность, а значит, прогнозируемость процесса. Второй аспект — способность процесса выполнять требования к качеству, обеспечиваемая значительно меньшим естественным рассеиванием (рис. 1) по сравнению с диапазоном допустимых значений.

К тенденциям последних лет относится контроль изменчивости измерительных процессов [13]. При этом обеспечивается стабильность измерительных процессов во времени, сходимость и воспроизводимость результатов измерений [14]. Актуальный вопрос, требующий решения, — фактическое отсутствие привязки критериев приемлемости измерительного процесса к статистическим показателям производственного процесса.

### Материалы и методы

Статистические методы регулирования качества используют механизмы, позволяющие обнаружить место возможного возникновения несоответствия до его возникновения, что существенно повышает качество в сфере технического обслу-

живания. Анализ собранных статистических данных необходим для проведения работ по упреждению возникновения возможного брака.

В настоящее время по статистическим методам имеется обширная литература и пакеты прикладных компьютерных программ, по разработке которых отечественные научные школы по теории вероятностей занимают ведущее место в мире.

Наиболее распространенные статистические методы: описательная статистика, планирование экспериментов, проверка гипотез, регрессионный анализ, корреляционный анализ, выборочный контроль, факторный анализ, анализ временных рядов, статистическое установление допуска, анализ точности измерений, статистический контроль процессов, статистическое регулирование процессов, анализ безотказности, анализ причин несоответствий, анализ возможностей процесса (гистограммы).

Ключевые вопросы организации повышения качества — выбор измерительных процедур, планирование измерительных экспериментов, обработка и анализ полученных в ходе исследования данных. Необходимо обеспечить точность получения информационные оценки о состоянии измерительного процесса, а также перевести полученные метрологические и статистические показатели в специализированные выводы. Существующие методические рекомендации по выбору статистических методов для оценки параметров рассматривают общие принципы проведения этих процедур.

На рис. 2 приведен алгоритм, определяющий последовательность действий при внедрении статистических методов управления качеством на предприятии (Р 50-601-32-92).

Обзор литературных источников показал, что подробно рассмотрены частные вопросы проведения статистического анализа результатов измерений отдельных показателей, характеризующих состояние измерительного процесса. В то же время задача обобщения этих оценок в один интегральный показатель остается актуальной.

Один из способов решения этой задачи — применение статистических методов в целом, а также отдельных измерительных процедур. Моделирование отдельных систем поз-

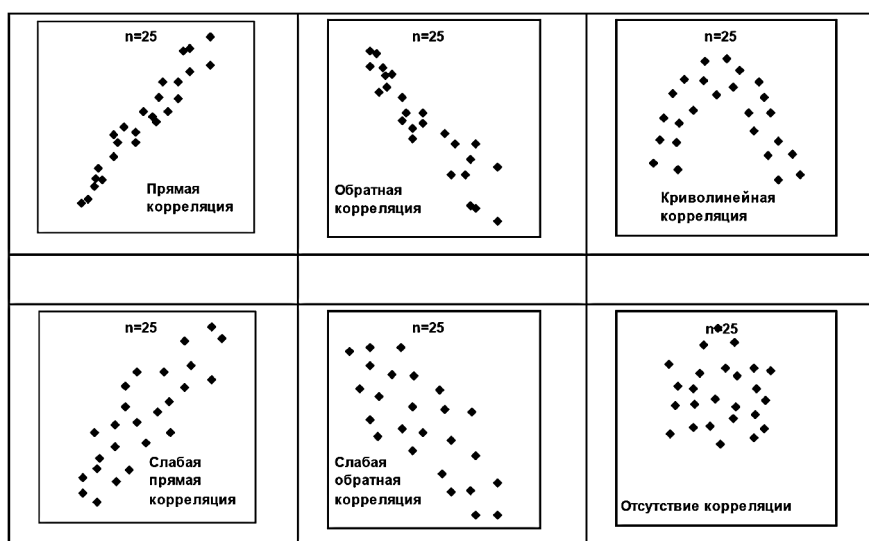


Рис. 1. Диаграмма рассеивания, позволяющая представить общее распределение пар

волит выбрать адекватные статистические методики оценки данных и установить неопределенность измерений. Анализ проблем, возникающих при планировании и обработке полученных результатов, должен показать необходимость создания теоретической модели. Полученные результаты могут быть использованы для моделирования отдельных измерительных процессов и оценки их неопределенностей, что позволит обеспечить необходимую точность испытаний.

### Результаты и их обсуждение

Анализ последних исследований и публикаций показывает, что сдержанность использования статистического контроля обусловлена тем, что конструкторы и изготовители опасаются объективно оценивать результаты своей работы по обеспечению технического сервиса в агропромышленном комплексе.

Стремление внедрить статистические методы контроля было постоянным. Это видно из мировой практики и периодически разрабатываемых стандартов статистического контроля качества деталей автомобилей, тракторов и сельхозмашин.

В 1971 г. был разработан первый подобный стандарт — ГОСТ 16768—71 "Детали автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин. Статистический приемочный контроль качества. Правила приемки" в объеме 19 стр. Стандарт был доработан и переиздан как ГОСТ 16768—81 "Детали автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин. Статистический контроль качества партий продукции. Схема контроля" в объеме 8 стр. Он был аннулирован в 1987 г.

Небольшой объем нормативного документа создавал видимость доступности. Однако за этим скрывалось большое количество субъективных ошибочных решений, создавалось множество спорных ситуаций. Низкое качество стандарта породило негативное отношение к статистическим методам контроля, которое сохраняется и сегодня.

Был разработан межгосударственный стандарт статистического контроля ГОСТ 18242—72 с более широким и доступным регламентом операций контроля и большим наглядным материалом в виде таблиц и

схем. По объему и содержанию его можно рассматривать как стандарт, в основе которого лежит Military standard. Sampling procedures and tables for inspection by attributes (MIL-STD-105D, 29 April 1963).

Однако ГОСТ 18242—72 не нашел применения в большинстве технических условий на изготовление сельхозмашин. Хотя он и определял планы контроля по альтернативному признаку, методы органолептического контроля для его реализации не были разработаны в достаточной мере.

Разработанные карты и правила позволяют использовать рекоменда-

ции для статистического контроля на практике при контроле посевной и уборочной техники, транспортных средств, автомобилей и доильных установок. несовершенство и дефекты техники классифицированы с учетом положений ГОСТ 18242—72 по их уровню влияния на работоспособность и приемочному уровню дефектности (рис. 3).

Это позволяет планировать контроль и давать объективную оценку технического состояния машин. Другое важное направление — разработка органолептических методов контроля, с помощью которых можно контролировать 70—95 % показате-

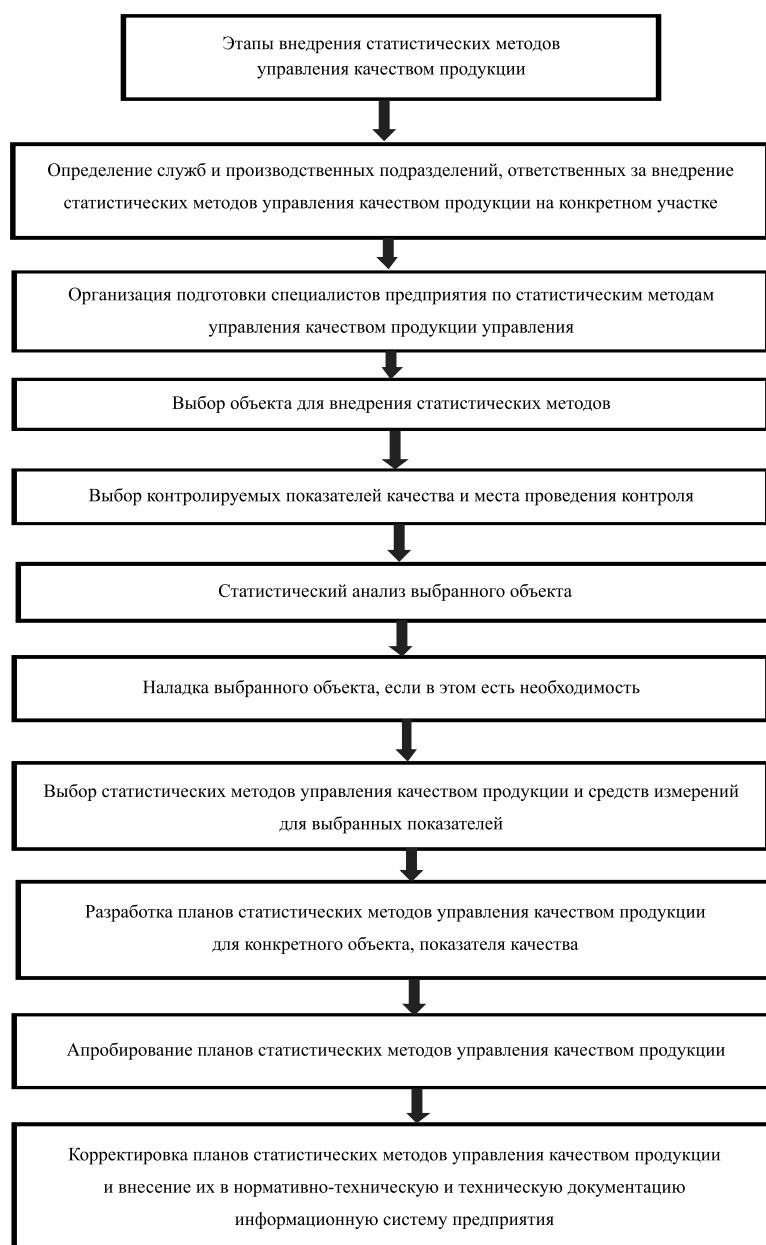


Рис. 2. Алгоритм внедрения статистических методов управления качеством

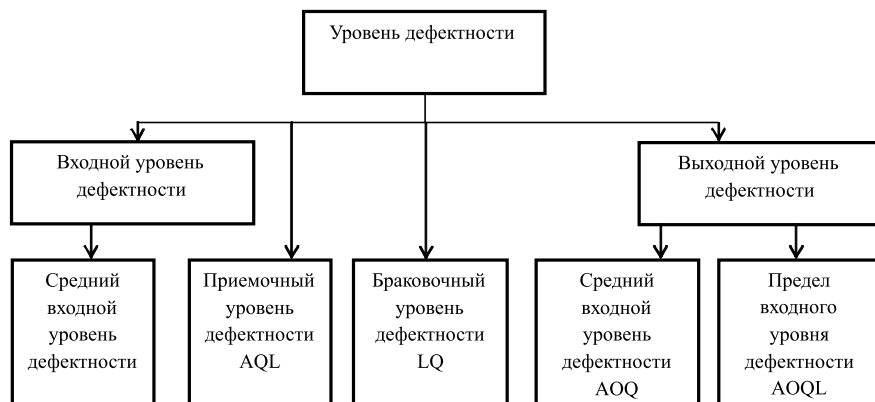


Рис. 3. Схема уровня дефектности

лей технического состояния машин. Без этого нельзя широко использовать правила статистического контроля.

### Выводы

Установлены причины недостаточного внимания к статистическому контролю качества. Они связаны с изначально низким качеством разработки стандартов по правилам статистического контроля. Недоверие к статистическому контролю объясняется незавершенностью методов контроля качества и отсутствием технической документации. Особенно это касается органолептических методов контроля, с помощью которых можно контролировать 70–95 % показателей качества сельхозтехники. Для объективности и достоверности контроля необходимо обосновать величину приемочного уровня дефектности с учетом влияния показателей на работоспособность машин.

### Литература и источники

1. Ерохин М. Н., Леонов О. А. Особенности обеспечения качества ремонта сельскохозяйственной техники на современном этапе // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2005, № 1. С. 9–12.
2. Леонов О. А., Селезнева Н. И. Технико-экономический анализ состояния технологического оборудования на предприятиях технического сервиса в агропромышленном комплексе // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2012, № 5. С. 64–67.
3. Леонов О. А., Капрузов В. В., Шкаруба Н. Ж. и др. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: КолосС, 2009. 568 с.
4. Леонов О. А., Бондарева Г. И., Шкаруба Н. Ж. и др. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте // Тракторы и сельхозмашины. 2016, № 3. С. 30–32.

5. Бондарева Г. И., Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. и др. Составляющие качества ремонта // Сельский механизатор. 2016, № 7. С. 2–4.

6. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. Результаты экономической оптимизации выбора средств измерений при контроле качества технологических процессов в ремонтном производстве // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2007, № 5. С. 109–112.

7. Леонов О. А., Бондарева Г. И., Шкаруба Н. Ж. Влияние погрешности средств измерений на потери при ремонте сельхозтехники // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007, № 11. С. 27–29.

8. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. Исследование затрат и потерь при контроле шеек коленчатого вала в условиях ремонтного производства // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2013, № 2. С. 71–74.

9. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. Управление качеством метрологического обеспечения предприятий // Сборник научных докладов ВИМ. 2012, т. 2. С. 412–420.

10. Леонов О. А., Темасова Г. Н. Статистические методы контроля и управления качеством. М.: Изд-во МГАУ, 2014. 140 с.

11. Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. Алгоритм выбора средств измерений для контроля качества по технико-экономическим критериям // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2012, № 2. С. 89–91.

12. Шкаруба Н. Ж. Оценка сходимости и воспроизводимости измерительного процесса при дефектации диаметров шеек коленчатого вала // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2015, № 1. С. 42–46.

13. Рублев В. И. Проблемы статистического контроля качества и его реализации // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Технічний сервіс машин для рослинництва. 2015, № 159. С. 71–74.

14. Гаевский О. А., Зворыкин К. О., Стреленко Н. М. и др. Определение требований к сходимости и воспроизводимости процесса измерения сварного шва // Технологические системы. 2014, № 2 (67). С. 85–89.

### References

1. Erokhin M. N., Leonov O. A. Features of repair quality assurance of agricultural machinery at the present stage. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2005, no. 1, pp. 9–12 (in Russ.).
2. Leonov O. A., Selezneva N. I. Technical and economic analysis of state of technological equipment in the enterprises of technical service in the agroindustrial complex. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2012, no. 5, pp. 64–67 (in Russ.).
3. Leonov O. A., Kapruzov V. V., Shkaruba N. Zh., Kisenkov N. E. *Metrologiya, standartizatsiya i sertifikatsiya* [Metrology, standardization and certification]. Moscow, KolosS Publ., 2009, 568 p.
4. Leonov O. A., Bondareva G. I., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G. Quality of agricultural machinery and control of its manufacture and repair. *Traktory i sel'khoz-mashiny*, 2016, no. 3, pp. 30–32 (in Russ.).
5. Bondareva G. I., Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G. Components of repair quality. *Sel'skiy mekhanizator*, 2016, no. 7, pp. 2–4 (in Russ.).
6. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh. Results of the economic optimization of selection of measuring instruments for quality control of technological processes in repair. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2007, no. 5, pp. 109–112 (in Russ.).
7. Leonov O. A., Bondareva G. I., Shkaruba N. Zh. Effect of errors of measuring instruments on the loss in agricultural machinery repair. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*, 2007, no. 11, pp. 27–29 (in Russ.).
8. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh. Study of costs and loss in the control of crankshaft journals under repair production. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2013, no. 2, pp. 71–74 (in Russ.).
9. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh. Quality management of metrological support of enterprises. *Sbornik nauchnykh dokladov VIM*, 2012, vol. 2, pp. 412–420 (in Russ.).
10. Leonov O. A., Temasova G. N. *Statisticheskie metody kontrolya i upravleniya kachestvom* [Statistical methods of control and quality management]. Moscow, Moscow State Agricultural Engineering University, 2014, 140 p.
11. Leonov O. A., Shkaruba N. Zh. Algorithm for selection of measuring instruments for quality control by technical and economic criteria. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2012, no. 2, pp. 89–91 (in Russ.).
12. Shkaruba N. Zh. Assessment of repeatability and reproducibility of the measurement process while inspecting the diameters of crankshaft journals. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2015, no. 1, pp. 42–46 (in Russ.).
13. Rublev V. I. Problems of statistical quality control and its implementation. *Visnik KhNTUSG im. P. Vasilenka. Tekhnichnyi servis mashin dlya roslinnitstva*, 2015, no. 159, pp. 71–74 (in Russ.).
14. Gaevskiy O. A., Zvorykin K. O., Strelenko N. M., Kovalenko V. L. Determination of requirements for repeatability and reproducibility of the process of welded seam measurement. *Tekhnologicheskie sistemy*, 2014, no. 2, pp. 85–89 (in Russ.).