

**TECHNIQUE OF PERFORMING THE STATISTICAL MANAGEMENT OF  
COMPLEX TECHNOLOGICAL PROCESSES**  
**Matyakubova P.M.<sup>1</sup>, Zokirova F.R.<sup>2</sup>, Yunusova M.R.<sup>3</sup> (Republic of Uzbekistan)**  
**Email: Matyakubova441@scientifictext.ru**

<sup>1</sup>*Matyakubova Parahat Mailievna - Doctor of technical sciences, Professor, Head of the Department,  
DEPARTMENT OF METROLOGY, STANDARDIZATION AND CERTIFICATION, FACULTY ELECTRONICS AND  
AUTOMATICS;*

<sup>2</sup>*Zokirova Feruza Ravshanovna – Master;*

<sup>3</sup>*Yunusova Mohira Rustamovna – Master,  
DEPARTMENT OF METROLOGY, STANDARDIZATION AND CERTIFICATION,  
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY,  
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

**Abstract:** *the article analyzes the article says that, in the activities of industrial enterprises, an increase in the efficiency of production processes is really achievable through the introduction of quality control systems for finished products and the suitability of technological processes, their integration with general quality management and administration. One of the main tasks facing domestic organizations is the transition from product quality management to process quality management. To solve this problem, the world's leading manufacturers use statistical process control. To implement the methodology of statistical management of complex technological processes, it is necessary to enlist the support of the top management of the organization and form an inter-functional team.*

**Keywords:** *statistics, quality management, elements, processes.*

**МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ  
СЛОЖНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**  
**Матякубова П.М.<sup>1</sup>, Зокирова Ф.Р.<sup>2</sup>, Юнусова М.Р.<sup>3</sup> (Республика Узбекистан)**

<sup>1</sup>*Матякубова Парахат Майлиевна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой,  
кафедра метрологии, стандартизации и сертификации, факультет электроники и автоматики;*

<sup>2</sup>*Зокирова Феруза Равшановна – магистр;*

<sup>3</sup>*Юнусова Мохира Рустамовна – магистр,  
кафедра метрологии, стандартизации и сертификации,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

**Аннотация:** *в статье говорится, что в деятельности промышленных предприятий повышение эффективности производственных процессов реально достижимо за счет внедрения систем контроля качества готовой продукции и пригодности технологических процессов, их интеграции с общим менеджментом качества и администрированием. Одной из основных задач, стоящих перед отечественными организациями, является переход от управления качеством продукции к управлению качеством технологических процессов. Для решения этой задачи ведущие мировые производители применяют статистическое управление технологическими процессами. Для внедрения методики статистического управления сложными технологическими процессами необходимо заручиться поддержкой высшего руководства организации и сформировать межфункциональную команду.*

**Ключевые слова:** *статистика, управление качеством, элементы, процессы.*

В деятельности промышленных предприятий повышение эффективности производственных процессов реально достижимо за счет внедрения систем контроля качества готовой продукции, и пригодности технологических процессов, их интеграции с общим менеджментом качества и администрированием. Одной из основных задач, стоящих перед отечественными организациями, является переход от управления качеством продукции к управлению качеством технологических процессов. Для решения этой задачи ведущие мировые производители применяют статистическое управление технологическими процессами

Основной задачей статистических методов контроля является обеспечение производства пригодной к употреблению продукции и оказание полезных услуг с наименьшими затратами. Одним из основных принципов контроля качества при помощи статистических методов является стремление повысить качество продукции, осуществляя контроль на различных этапах производственного процесса. Применение статистических методов – весьма действенный путь разработки новой технологии и контроля качества производственных процессов.

Модель статистического управления сложными технологическими процессами, основными элементами которой являются декомпозиция сложного технологического процесса, выявление показателей качества, сбор и предварительная обработка данных и установление корреляции между показателями качества, выявление ключевых показателей качества и управление сложным технологическим процессом через изменение их значений (рис. 1).



Рис. 1. Модель статистического управления сложными технологическими процессами

Основной задачей декомпозиции сложного технологического процесса является получение адекватной графической модели, отражающей: все имеющиеся подпроцессы сложного технологического процесса (глубина декомпозиции 5-15 подпроцессов); последовательность этих подпроцессов; входы и выходы подпроцессов; подпроцессы, реализующиеся в зависимости от проекта.

Выявление показателей качества сложного технологического процесса и составляющих его подпроцессов включает в себя: выявление показателей качества выходов сложного технологического процесса; выявление показателей качества выходов подпроцессов; выявление показателей качества управляющих воздействий для показателей качества выходов подпроцессов; выявление показателей качества входов сложного технологического процесса; определение законодательных и других требований к сложному технологическому процессу и его подпроцессам.

В рамках предварительной обработки собранных данных определяются законы распределения значений показателей качества, проверяется с помощью критерия Романовского близость законов распределения, полученных эмпирическим путем, к теоретическим законам распределения, рассчитываются основные параметры законов распределения значений показателей качества: математическое ожидание ( $M_i$ ) и дисперсия ( $D_i$ ), и определяются границы доверительных интервалов и истинные значения этих параметров.

Для расчета корреляции между показателями качества выходов сложного технологического процесса и показателями качества подпроцессов разработан коэффициент вклада. Данный коэффициент позволяет учесть накопленный вклад математического ожидания и/или дисперсии значений рассматриваемого показателя качества подпроцесса и показателей качества, предшествующих ему, в математическое ожидание и/или дисперсию значений показателя качества выхода сложного технологического процесса.

Коэффициент вклада ( $k_{МВ.}$ ) в зависимости от исследуемого параметра рассчитывается по формулам:

$$k_{МВ.} = \frac{M_{xi}a_i + b_i}{M_x} * 100\%, \quad (1)$$

$$k_{\sigma_{B.}} = \frac{\sigma_{x_i} a_i}{\sigma_x} * 100\%, \quad (2)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение,  $x$  – значение показателя качества выхода сложного технологического процесса,  $x_i$  – значение показателя качества, предшествующего показателю качества выхода сложного технологического процесса,  $a_i$  – коэффициент регрессии  $x_i$ ,  $b_i$  – постоянная величина.

Для определения ключевого показателя качества разработан коэффициент прироста, позволяющий оценить отдельный вклад математического ожидания и/или дисперсии значений показателей качества подпроцесса в математическое ожидание и/или дисперсию значений показателя качества выхода сложного технологического процесса. Для определения ключевого показателя качества необходимо определить показатель качества с максимальным коэффициентом прироста. Коэффициент прироста ( $K_{прир.}$ ) рассчитывается по формуле:

$$K_{прир.lf} = K_{B.lf} * \left( 1 - \frac{\sum K_{B.(l-1)g}}{\sum K_{B.lf}} \right), \quad (3)$$

где  $l$  – уровень в иерархии показателей качества  $x_i$ ,  $f$  – порядковый номер  $x_i$  на уровне  $l$ ,  $g$  – порядковый номер показателя качества уровня  $l-1$ , непосредственно связанного с  $x_{lf}$ .

После определения показателя качества с наибольшим коэффициентом прироста необходимо рассчитать значения коэффициента вклада для показателей качества его управляющих воздействий. Это делается для определения необходимости расчета уровня возмущающих воздействий для рассматриваемого показателя качества. Возмущающие воздействия могут быть вызваны неучтенными показателями качества и/или взаимодействиями между показателями качества. Вычисление уровня возмущающих воздействий целесообразно проводить при выполнении неравенства:

$$\sum_{g=1}^n K_{B(l-1)g} + \sum_{u=1}^v K_{B.u} < 0,8 K_{B.lf}$$

где  $u$  – порядковый номер показателя качества управляющего воздействия для показателя качества выхода подпроцесса с максимальным значением коэффициента прироста.

Для расчета уровня возмущающих воздействий разработан коэффициент уровня возмущающих воздействий ( $K_{z_i}$ ):

$$K_{Mz_i} = 1 - \frac{(\sum_{g=1}^n K_{B(l-1)g} + \sum_{u=1}^v K_{B.u})}{K_{B.lf}} \quad (5)$$

$$K_{\sigma z_i} = 1 - \left( \frac{[\sum_{g=1}^n a_g^2 \sigma_{x_g}^2 + 2 \sum_{g < i} K_{im}] + [\sum_{u=1}^v a_u^2 \sigma_{x_u}^2 + 2 \sum_{u < v} K_{uv}]}{\sigma_{x_i}^2 K_{B.lf}} \right) * 100\% \quad (6)$$

При высоких значениях коэффициента уровня возмущающих воздействий ( $K_{z_i} > 0,2$ ), существует

значительная вероятность того, что некоторые показатели качества или взаимосвязи между ними, существенно влияющие на исследуемую группу показателей качества, не определены.

Статистического управления сложными технологическими процессами (рис. 2). Данная методика дополнительно включает организацию работ, а также необходимые методы и инструменты для эффективного внедрения разработанной модели.

Принятие решения о внедрении. Выбор сложного технологического процесса. Создание межфункциональной команды. Для внедрения методики статистического управления сложными технологическими процессами необходимо заручиться поддержкой высшего руководства организации и сформировать межфункциональную команду, которая будет проводить дальнейшие работы в соответствии с методикой. Выбор сложного технологического процесса проводится на основе: анализа высшим руководством результатов мониторинга и измерений действующих технологических процессов; результатов использования методики статистического управления сложными технологическими процессами.

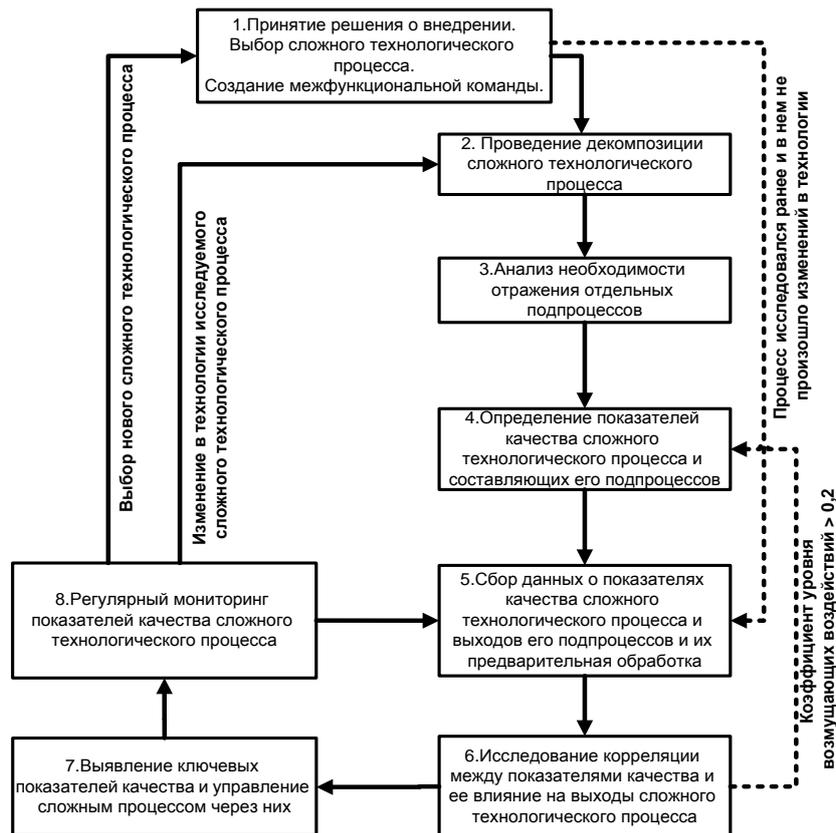


Рис. 2. Методика статистического управления сложными технологическими процессами

Анализ необходимости измерения показателей качества проводится на основе экспертных оценок (по шкале от 0 до 9 баллов) рангов значимости ( $S$ ) и измеримости ( $I$ ). Ранг значимости показывает необходимость измерения показателей качества, ранг измеримости показывает возможность и трудоемкость измерения показателей качества.

По результатам проведенных оценок рассчитывается средневзвешенная оценка по каждому рангу:

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^n h_{ij}}{n}, \quad (7)$$

где  $R_i$  – значение оцениваемого ранга ( $S$  или  $I$ ) для  $i$ -го показателя качества,  $h_{ij}$  – балльная оценка  $i$ -го показателя качества  $j$ -ым экспертом,  $n$  – количество экспертов.

Оценка необходимости измерения показателя качества ( $N$ ) рассчитывается как:

$$N = \sqrt{R_S \times R_I}. \quad (8)$$

В заключении можно сказать, что регулярный мониторинг показателей качества сложного технологического процесса. Мониторинг показателей качества сложного технологического процесса проводится с целью: наблюдения за ходом реализации сложного технологического процесса и соответствующих подпроцессов; оценки результативности действий, проводимых в рамках применения методики статистического управления сложными технологическими процессами; определения момента, когда выявленные ключевые показатели качества уже не обеспечивают значительный вклад в показатели качества выходов сложного технологического процесса для определения новых ключевых показателей качества.

#### Список литературы / References

1. Ефимов В.В. Статистические методы в управлении качеством: Учебное пособие./ В.В. Ефимов-Ульяновск: УлГТУ, 2003. 134 с.
2. Пономарев С.В., Мищенко С.В., Герасимов Б.И., Трофимов А.В. Квалиметрия и управление качеством. Инструменты управления качеством: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 80 с.

3. *Богатырев А.А., Филиппов Ю.Д.* Стандартизация статистических методов управления качеством. М.: Изд-во стандартов, 1989. 121 с.
4. Статистические методы обеспечения качества / Х.-Й. Миттаг, Х. Ринне. М.: Машиностроение, 1995. 615 с.
5. Статистические методы повышения качества / Под ред. Х. Кумэ. М.: «Финансы и статистика», 1990. 258 с.
6. *Фомин В.Н.* Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация: Курс лекций. М.: Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ». Изд-во «ЭКМОС», 2000. 320 с.

*Список литературы на английском языке / References in English*

1. *Efimov V.V.* Statistical methods in quality management: Textbook. / V.V. Efimov. Ulyanovsk: UISTU, 2003. 134 p.
2. *Ponomarev S.V., Mishchenko S.V., Gerasimov B.I., Trofimov A.V.* Qualimetry and quality management. Quality Management Tools: Tutorial. Tambov: Publishing House Tamb. state tech. University, 2005. 80 p.
3. *Bogatyrev A.A., Filippov Yu.D.* Standardization of statistical methods of quality management. М. : Publishing house of standards, 1989. 121 p.
4. Statistical methods for quality assurance / H.-J. Mittag, H. Rinne. М.: Mashinostroenie, 1995. 615 p.
5. Statistical methods of quality improvement / Ed. H. Kume. М.: "Finance and Statistics", 1990. 258 p.
6. *Fomin V.N.* Qualimetry. Quality control. Certification: Course of lectures. М.: Association of authors and publishers "TANDEM". Publishing house "EKMOС", 2000. 320 p.