

# НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

## SCIENTIFIC TASKS OF QUALITY SYSTEMS' DEVELOPMENT



**Олег ГАЕВСКИЙ,**  
кандидат технических наук,  
Национальный технический  
университет Украины «Киевский  
политехнический институт»

**Oleh HAYEVSKY,**  
PhD in Technics,  
National Technical University  
of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

**Владимир ГАЕВСКИЙ,**  
аспирант,  
Национальный технический  
университет «Киевский  
политехнический институт»



**Volodymyr HAYEVSKY,**  
Post graduate student,  
National Technical University  
of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

Современные системы менеджмента качества основаны на предотвращении появления дефектов, включающем как предварительные мероприятия, так и оперативный контроль производственных процессов. Для предотвращения появления дефектов применяют статистический контроль производственных процессов (SPC) [1]. Применение методов статистического контроля сдерживается многофакторностью и сложностью формирования качественных характеристик продукции. В настоящей публикации определены первоочередные задачи разработки замкнутых систем контроля качества продукции, основанных на статистическом контроле технологических процессов.

В производстве традиционным является стремление к возможно большей степени механизации и автоматизации не только основных производственных процессов, но и всего комплекса предшествующих и следующих непосредственно за ними технологических операций. Современные информационные технологии позволяют автоматизировать как основные производственные процессы, так и процедуры координации выполнения работ, направленные на управление качеством продукции. Разработка замкнутых систем контроля качества продукции с обратными связями является актуальной научной проблемой.

Более 15 лет НТУУ КПИ проводятся исследования в рамках научного направления «Статистические методы как фактор оптимального планирования системы качества». Развитием этих исследований является разработка замкнутой системы контроля качества продукции. Для практического внедрения таких систем требуется решение ряда научных задач.

Методической основой замкнутой системы контроля качества продукции являются требования международных стандартов к качеству продукции и процессов производства. Взаимодействие элементов системы организуется на хорошо разработанных подходах, принятых в автоматизированных системах управления технологическим процессом (АСУТП) [2].

Как правило, АСУТП имеет единую систему операторского управления технологическим процессом в виде одного или нескольких пультов управления, средства обработки и архивирования информации о ходе процесса, типовые элементы автоматизации: датчики, устройства управления, исполнительные устройства. Для информационной связи всех подсистем используются промышленные сети.

Пульты управления, средства обработки информации элементы автоматизации и промышленных сетей достаточно универсальны и доступны.

Термин «автоматизированный» в отличие от термина «автоматический» подчеркивает необходимость участия человека в отдельных операциях как в целях сохранения контроля над процессом, так и в связи со сложностью или нецелесообразностью автоматизации отдельных операций. Определение степени необходимого участия менеджеров по качеству, менеджеров процессов и технологов, координирующих выполнение работ в замкнутой системе контроля качества продукции – первая актуальная организационно-техническая задача.

Не менее актуальной научной задачей является адаптация к реальным условиям производства математических моделей принятия решений в замкнутой системе контроля качества продукции. Требуют адаптации к производству математические модели:

- определения способности выполнять требования к качеству продукции на этапе подготовки производства;
- принятия решения о необходимости проведения корректирующих/предупреждающих действий в ходе оперативного управления производственным процессом;
- определения результативности корректирующих/предупреждающих действий.

В основу математических моделей могут быть положены статистические методы анализа данных о качестве продукции [3-5].

Определение способности производственного процесса выполнять требования по своей сути является анализом собственной изменчивости

процесса в сравнении с полем допуска, разрешенным спецификациями.

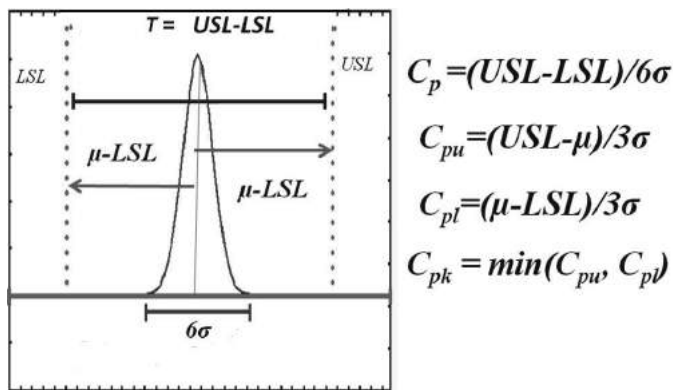
Собственная изменчивость производственного процесса определяется для каждой контролируемой характеристики качества продукции отдельно как диапазон, в котором эта характеристика находится с вероятностью 99,73% и рассчитывается как шесть среднеквадратичных отклонений контролируемой характеристики ( $6\sigma$ ).

Способность процесса определяется по индексам, связывающим собственную изменчивость процесса с полем допуска, разрешенным спецификациями. Индекс воспроизводимости технологического процесса  $C_p$  – отношение полного поля допуска к диапазону собственной изменчивости процесса. Индекс воспроизводимости является показателем

*Стремление предприятий к разработке неформальных систем менеджмента качества в сочетании с новыми возможностями информационных технологий дают очередной импульс к созданию автоматизированных систем управления качеством продукции. Внедрение таких систем требует решения ряда научных задач, связанных с моделированием производственных процессов на основе статистических методов управления качеством и ограничения производственных рисков. В статье рассматриваются первоочередные задачи, решение которых позволит автоматизировать процессы принятия решений в системе менеджмента качества.*

*The efforts of enterprises to develop informal quality management systems together with new resources of IT give another impetus to creating of automatic quality management systems. Implementation of such systems requires solution of the number of scientific tasks related with process stimulation on the basis of statistical quality management methods and industrial risk limitation. The article deals with urgent tasks solution of which will allow automating decision process within quality management systems.*

Рисунок. Определение способности процесса выполнять требования



На рисунке приняты обозначения: LSL – нижнее предельно допустимое значение; USL – верхнее предельно допустимое значение;  $\mu$  – центр настройки процесса; T – диапазон допустимых значений;  $C_p$  – работоспособность процесса по верхней границе;  $C_{pl}$  – работоспособность процесса по нижней границе.

потенциальной способности процесса выполнять требования к качеству при идеальном центрировании в пределах допустимых значений. Индекс воспроизводимости процесса с учётом расположения центра настройки  $C_{pk}$  определяет фактическую способность процесса выполнять требования к качеству (см. рис.).  $C_{pk}$  применяется также в ситуациях, когда установлены односторонние спецификации.

Прежде чем применять индексы воспроизводимости к реальным производственным процессам, необходимо оценить нормальность распределения характеристик качества продукции, поскольку не все производственные процессы изначально обеспечивают нормальные распределения контролируемых характеристик качества.

Ключевой составляющей системы автоматизированного контроля качества продукции являются целевые уровни показателей способности процесса выполнять требования.

Технологический процесс способен выполнять требования к качеству продукции, если фактические значения показателей не хуже целевых. С одной стороны, чем выше значения показателей, тем выше способность процесса выполнять требования к качеству. С другой стороны, неоправданно завышенные значения показателей способности выполнять требования ведут к необоснованно высоким затратам на качество. Таким образом, актуальной задачей является определение критериев оптимизации показателей способности производственного процесса, в том числе индексов воспроизводимости.

В большинстве случаев процессы оптимизируют по критерию минимизации затрат на качество [6]. Однако такой подход не учитывает рисков, возникающих вследствие невыполнения требований к качеству продукции. Между тем в последние годы управление рисками приобретает всё большую значимость [7]. Данные по оптимизации индексов воспроизводимости на основе анализа рисков отсутствуют.

В качестве базовой методики управления рисками следует принять Анализ видов и последствий потенциальных отказов (FMEA).

По методике FMEA уровень риска определяют через приоритетное число риска RPN:

$$RPN = S * O * D, \quad (1)$$

где S – ранг последствий потенциальных несоответствий производственного процесса;

O – ранг возможности возникновения несоответствия процесса;

D – ранг, характеризующий возможность своевременного выявления несоответствия.

Принято считать приемлемым производственный процесс, для которого значение приоритетного числа рисков не превышает 100 баллов из 1000 максимально возможных. Для применения методики FMEA для оценки технологических рисков в замкнутой системе автоматизированного контроля качества продукции нами разработаны математические модели назначения рангов S, O, D для производственного процесса [8].

Нерешенной задачей остается разработка математической модели, устанавливающей зависимость целевого уровня индекса воспроизводимости производственного процесса от приемлемого (целевого) уровня приоритетного числа рисков. Устранение этой проблемы позволит принимать решения о приемлемости производственного процесса с учетом влияния изменчивости характеристик качества на технологические риски, автоматизировать процесс принятия решений менеджерами по качеству.

В производстве основными функциями замкнутой системы автоматизированного контроля качества продукции является оперативный контроль производственных процессов с целью своевременного вмешательства в производство и оценки результативности проведенных корректирующих и предупреждающих действий.

Решение о необходимости проведения корректирующих или предупреждающих действий может быть принято с применением контрольных карт по одной выборке. Производственный процесс требует вмешательства в случае влияния особых причин. Последние могут быть связаны с основным или вспомогательным оборудованием, действиями операторов установок, применяемыми материалами, режимами обработки, факторами влияния производственной среды.

Каждый случай влияния особых причин требует проведения корректирующих действий менеджерами по качеству и технологами, выполняющими координацию работ, но сигнал о необходимости таких действий должна давать замкнутая система контроля качества продукции. Система должна давать информацию о направлении влияния особых причин на производственный процесс.

Замкнутая система контроля качества продукции должна информировать менеджеров по качеству, менеджеров процесса и технологов о результативности выполненных корректирующих действий в реальном масштабе времени. Для этого необходимо обосновать необходимые объемы и периодичность отбора выборок.

## ВЫВОДЫ

В системе менеджмента качества актуальной научно-технической проблемой является разработка замкнутых систем автоматизированного контроля качества продукции.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- разработать математические модели принятия решений в замкнутой системе контроля качества продукции;
- провести оценку нормальности распределения основных показателей качества производственных процессов;
- определить критерии оптимизации индексов воспроизводимости производственного процесса;
- установить критерии назначения рангов для анализа и последствий потенциальных отказов для производственного процесса (PFMEA);
- разработать математическую модель, устанавливающую зависимость целевого уровня индекса воспроизводимости производственного процесса от приемлемого (целевого) уровня приоритетного числа рисков;
- обосновать необходимые объемы и периодичность отбора выборок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Статистическое управление процессами SPC. Ссылочное руководство. Перевод с английского второго издания от июля 2005 г. – Н.Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2007. – 224 с.
2. Поляк Б.Т., Шербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. – М., Наука, 2002.
3. Тарарычкин И.А. Статистические методы обеспечения качества продукции сварочного производства / Восточноукр. нац. ун-т им. В.Даля. – Луганск, 2002. – 335 с.
4. Волченко В.Н. Вероятность и достоверность оценки качества металлопродукции. – М.: «Металлургия», 1979. – 88 с.
5. Бендерский А.М. Статистическое регулирование технологических процессов методом кумулятивных сумм. – М.: Знание, 1973. – 70 с.
6. BS 6143.2-1992 «Guide to the economics of quality. Part 2: The prevention, appraisal and failure model».
7. Shackleton, D. N.: Applying a risk assessment approach to fabrication processes. IIW Regional Conference, Tehran/Iran, March 2002.
8. Гаевский В.О., Прохоренко В.М. Расчёт минимально необходимого объёма выборки для контроля пористости сварных швов // Технологические системы. – 2013. – №4. – С. 55-61.