

УДК 006.06



Н.И. Кулева, А.С. Степанов, А.В. Старостин
Вологодский государственный университет

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье приведен анализ особенностей программного обеспечения для системы менеджмента качества (СМК). В рассмотренных системах отсутствует модуль прогнозирования возникновения несоответствий при запуске новой продукции, который был бы актуален в условиях единичного и мелкосерийного производства малых предприятий. Разработан алгоритм получения информации для оценки вероятности возникновения несоответствий. Данные решения направлены на повышение эффективности реализации принципа непрерывного улучшения (цикла PDCA) и функционирования СМК малых предприятий.

Малые предприятия, несоответствующая продукция, система менеджмента качества, цикл непрерывного улучшения, управление качеством.

Важную роль в экономике государства играют малые и средние предприятия путем формирования новых рабочих мест, доходов бюджета страны и регионов. Значительное влияние на конкурентоспособность и обеспечение качества продукции оказывает СМК предприятия. Как известно, требования к СМК регламентируются международными стандартами ISO серии 9000 [1].

Особенности функционирования значительной части предприятий малого и среднего бизнеса в машиностроении создают серьезные трудности в реализации традиционных методов управления качеством. Основные проблемы связаны с ограничениями кадрового состава предприятий, отсутствием возможности стабильного финансирования реализации новых технологий, низкими объемами производства при большой номенклатуре продукции [2–4].

Согласно ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [5] основой любой СМК является принцип непрерывного улучшения (цикл PDCA), включающий в себя планирование определенных мероприятий (Plan), выполнение их по графику (Do), анализ результатов выполненных действий (Check) и внесение своевременных корректировок (Act).

Часто у компаний возникают трудности со сбором и анализом информации о качестве продукции, в результате чего корректирующие действия могут быть неэффективными. [6] Цифровизация данных действий помогает свести к минимуму упомянутые выше проблемы. Существующее отечественное программное обеспечение (ПО), например 8D «Управление качеством», позволяет накапливать информацию о качестве продукции и создавать базу для принятия решений на основе фактических данных. Учет информации о не-

соответствиях продукции позволяет анализировать данные, внесенные в базу, и устранять причины и последствия появления дефектов (проводить корректирующие действия) [7–9].

Среди систем автоматизации процессов менеджмента качества помимо 8D «Управление качеством» выделяют такие, как Opcenter Quality (QMS Professional), Teamcenter Quality, PTC Windchill Quality Solutions и др. Проводя сравнительный анализ данных программных продуктов, можно сделать вывод, что большая часть модулей имеет сходные функции и применяется на стадиях цикла непрерывного совершенствования, лежащего в основе системы менеджмента качества (табл. 1).

Кроме рассмотренного программного обеспечения существуют внутренние разработки различных организаций, позволяющие накапливать и анализировать информацию о дефектах для принятия последующих решений, а также выполнять иные функции системы менеджмента качества.

Стоит отметить, что в данных системах нет явно выраженного модуля прогнозирования возникновения несоответствий при запуске новой продукции.

Для того чтобы внесение корректировок в процесс было своевременным и способствовало предупреждению возникновения несоответствий, следует проработать вопрос прогнозирования появления дефектов, который более актуален для единичного или мелкосерийного типа производства. Достоверный прогноз повысит эффективность управления ситуацией во время запуска производства нового изделия и позволит обоснованно спланировать заказ определенного числа запасных заготовок.

В ситуации, когда малое предприятие выпускает единичную или мелкосерийную продукцию, с точки зрения управления качеством, возникает проблема набора статистических данных по видам деталей для дальнейшего анализа технологии изготовления детали, принятия корректирующих действий и прогнозирования появления других дефектов.

Вопрос набора статистических данных в случае единичного и мелкосерийного производства предлагается решить с помощью группировки появившихся дефектов по технологическим операциям (признакам). При этом для расчетов можно использовать количественные методы прогнозирования, например методы подвижного среднего, к которым относятся метод скользящего среднего и метод взвешенного среднего (табл. 2).

Проводя сравнение двух методов подвижного среднего, можно сделать вывод, что наиболее достоверным является метод взвешенного среднего, поскольку очевидно, что метод скользящего среднего предлагает нам усредненный результат за предшествующие периоды. Более высокая достоверность обеспечивается за счет весовых коэффициентов. Данные коэффициенты могут учитывать ситуации, в которых меры по устранению найденных дефектов были приняты оперативно и, соответственно, вероятность возникновения аналогичных дефектов в ближайшем периоде времени снижается.

В целом, информация, необходимая для процесса прогнозирования, представлена в таблице 3.

В таблице 4 приведен порядок получения информации о вероятности возникновения несоответствий [10].

Таблица 1

Стадии цикла непрерывного совершенствования и модули, применяемые на соответствующих стадиях данного цикла

Стадия цикла непрерывного совершенствования	Перечень применяемых модулей
1. Планирование качества (Plan)	1. Модуль управления проектом, в основе которого лежит методика расширенного планирования качества продукции (Advanced product quality planning, APQP). Методика применяется, как правило, для сложных технических изделий с целью обеспечения более эффективного сотрудничества специалистов в процессах проектирования, производства и управления качеством. 2. Анализ рисков и последствий отказов (Failure Mode and Effective Analysis, FMEA) – инструмент, позволяющий снизить риски возникновения отказов изделия в течение его жизненного цикла благодаря раннему реагированию на проблемы. 3. Планы управления и контроля (Control and Inspection Plan, CP/IP). Наиболее критические операции включают в план и подвергают систематическому контролю в связи с тем, что невозможно полностью исключить появление дефектов на всех операциях. План интегрируется с технологическим процессом.
2. Контроль качества (Do)	1. Управление несоответствиями (Quality Issue Management). Фиксация несоответствий в ходе контроля, внесение их в базу данных для последующего анализа и решения проблем. 2. Статистическое управление процессами (Statistical Process Control, SPC) позволяет влиять на стабильность процессов и снизить вероятность возникновения дефектов. 3. Входной и выходной контроль (IGS/OGS). Формируемый рейтинг поставщиков позволяет корректировать интенсивность выборочного контроля. 4. Контроль первого изделия (First Article Inspection, FAI). Модуль позволяет сделать заключение о соответствии опытной партии установленным требованиям, а также о способности производственной системы выпускать в дальнейшем качественные изделия. 5. Учет качественной продукции – функция, которая позволяет создавать базу данных и в результате – необходимую документацию, например паспорта качества изделий.
3. Анализ данных, полученных в результате контроля качества (Check)	Анализ информации по качеству продукции и поиск корневых причин (Problem Solving). Программные продукты имеют отличающиеся друг от друга инструменты анализа, позволяющие в дальнейшем принимать решения для совершения корректирующих и предупреждающих действий. К инструментам анализа относятся такие, как схема Исикавы, пять почему, гистограмма, диаграмма Парето, дерево отказов и др.
4. Планирование корректирующих и предупреждающих действий (Act)	Управление действиями (Quality Action Management) – модуль, позволяющий отслеживать сроки выполнения, назначать ответственных лиц, производить обмен данными по осуществлению корректирующих действий в режиме реального времени.

Таблица 2

Сущность методов подвижного среднего

Методы прогнозирования	Формула
Метод скользящего среднего	$f_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{k-i},$ <p>где x_{k-i} – реальное значение показателя в момент времени t_{k-i}; N – число предшествующих моментов времени; f_k – прогноз на момент времени t_k.</p>
Метод взвешенного среднего	$f_k = \frac{\sum_{i=1}^n \xi_i \cdot x_{k-i}}{\sum \xi_{k-i}},$ <p>где x_{k-i} – реальное значение показателя в момент времени t_{k-i}; ξ_i – весовой коэффициент.</p>

**Информация о продукции, необходимая для процесса
прогнозирования появления несоответствий**

Информация о несоответствующей изготовленной продукции	Информация о продукции, которую планируется изготовить
<ul style="list-style-type: none"> - дата возникновения несоответствия (с градацией сроков); - объем партии; - материал; - масса детали; - габариты; - конструктивные особенности обработанной поверхности; - технологические операции, выполненные при изготовлении, в результате которых были обнаружены несоответствия; - выявленные отклонения; - выявленные причины отклонений; - принятые меры/способы корректировки; - количество забракованных деталей. 	<ul style="list-style-type: none"> - материал детали; - конструктивные особенности поверхностей, подлежащих обработке; - характеристика заготовки и планируемые технологические операции.

Таблица 4

Алгоритм получения информации о вероятности возникновения несоответствий

№	Содержание этапа
1	Создание базы данных о возникающих несоответствиях.
2	Анализ конструкции нового изделия путем разложения на конструктивные и технологические операции.
3	Поиск аналогичных изделий в базе несоответствий по критериям: материал, конструктивные элементы и способы их обработки.
4	Формирование списка прецедентов возникновения несоответствий, обнаруженных на предыдущем этапе.
5	Анализ степени соответствия нового изделия и изделий из списка прецедентов возникновения несоответствий по критериям: размеры, требования к размерам. Чем более они соответствуют друг другу, тем большая вероятность возникновения несоответствий в будущем.
6	В результате получаем информацию о возможных дефектах с оценкой вероятности их появления.

Согласно данному алгоритму (табл. 4), информация о несоответствиях, представленная в таблице 3, вносится в базу данных. При поступлении заказа на изготовление новой детали необходимо проанализировать ее материал, конструктивные и технологические особенности. На этой основе получаем выборку случаев, при которых ранее были выявлены проблемы с качеством продукции. С помощью данной информации осуществляется разработка превентивных мероприятий для снижения вероятности возникновения несоответствий.

Литература

1. Степанов, А. С. К вопросу актуальности цифровизации системы менеджмента качества малых предприятий / А. С. Степанов, А. В. Старостин, Н. И. Кулева // Современные научно-исследовательские решения в условиях технологических и цифровых новаций : Материалы XLI Всероссийской научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 03 декабря 2021 г.). – Ростов-на-Дону : Южный университет (ИУБиП), 2021. – С. 369–372. – EDN LKFYNC.

2. Кулева, Н. И. Актуализация системы менеджмента качества предприятия при создании информационного пространства конструкторско-технологической подготовки производства / Н. И. Кулева, А. С. Степанов // Управление качеством на этапах жизненного цикла технических и технологических систем : сборник научных трудов 2-й Всероссийской научно-технической конференции (Курск, 27–28 мая

2020 г.). – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 131–134. – EDN AZOKTL.

3. Гродзенский, С. Я. Управление качеством : Учебник / С. Я. Гродзенский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Проспект, 2021. – 368 с. – ISBN 978-5-392-32587-0. – EDN RPLOUQ.

4. Бриш, В. Н. Управление качеством : учебное пособие / В. Н. Бриш, А. В. Сигов, А. В. Старостин. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2017. – 140 с. – ISBN 978-5-87851-721-8. – Текст : непосредственный.

5. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. Национальный стандарт Российской Федерации. Система менеджмента качества. Quality management systems. Requirements : введен 01.11.2015. – Текст : электронный // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – 2020. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394?section=text> (дата обращения: 24.01.2023).

6. Афонин, Д. 8D. Управление несоответствиями. Начальный продукт в линейке «Управление качеством» от АСКОН / Д. Афонин. – Текст : электронный // САПР и графика. – 2015. – № 10. – URL: <https://sapr.ru/article/25021> (дата обращения: 01.04.2022).

7. 8D. Управление качеством. – Текст : электронный // Аскон : [сайт]. – 2022. – URL: <https://ascon.ru/products/1248/review/> (дата обращения: 01.04.2022).

8. 8D Руководство по установке и руководство пользователя. – Текст : электронный / Аскон : [сайт]. – 2022. – URL: <https://ascon.ru/products/1248/training/documents/> (дата обращения: 01.04.2022).

9. Степанов, А. С. Управление качеством : учебно-методическое пособие / А. С. Степанов, А. В. Старостин, Н. И. Кулева. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2022. – 59 с. – EDN ODKNDY.

10. Кулева, Н. И. Совершенствование системы менеджмента качества малых предприятий / Н. И. Ку-

лева, А. С. Степанов, А. В. Старостин // Отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества в машиностроении : IV Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием : сборник докладов (Тула, 18–20 апреля 2023 г.). – Тула : Тульский государственный университет, 2023. – С. 250–252.

N.I. Kuleva, A.S. Stepanov, A.V. Starostin
Vologda State University

FORECASTING AS QUALITY MANAGEMENT SYSTEM INSTRUMENT OF SMALL ENTERPRISES

The article provides the analysis of the software features for a quality management system. The systems considered do not have a module for predicting the occurrence of inconsistencies when launching new products, which would be relevant in the conditions of single and small-scale production of small enterprises. An algorithm for obtaining information has been developed to assess the likelihood of nonconformities occurring. These solutions are aimed at increasing the efficiency of the implementation of the principle of continuous improvement (PDCA cycle) and the functioning of the QMS of small enterprises.

Small businesses, non-conforming products, quality management system, continuous improvement cycle, quality management.