

09 июня 2025

Эволюция управления качеством на производстве: от устаревших методов к предиктивному анализу и ИИ

Контроль качества продукции и производственных процессов требует кропотливой работы персонала предприятия. Прежде всего необходимо выявить несоответствия, затем собрать характеризующие их факторы, разработать методы анализа и обработки данных, установить причины дефектов и разработать мероприятия по их устранению с наименьшими затратами. Проблемы сбора, обработки и анализа информации о производственной деятельности можно решить с помощью внедрения централизованного хранилища данных и системы статистического управления.

Применение статистических методов на первых этапах борьбы за качество в 1950-е годы позволило японским предприятиям быстро выйти в лидеры мировой экономики. С развитием компьютерных технологий эти подходы получили широкое распространение и в западных странах, в том числе в США и Европе, и с 1980-х годов повсеместно применяются для обеспечения стабильности производства и соответствия продукции и услуг установленным требованиям. Они хорошо зарекомендовали себя в решении проблем обработки и анализа результатов производственной деятельности с



помощью методов математической статистики.

**Екатерина Торсукова, руководитель направления Data Science
департамента аналитических решений ГК «КОРУС Консалтинг» (ДАР)**

поделилась с «Промышленными страницами» интересным кейсом об эволюции управления качеством на промпроизводстве.

ГАСИМ ПОЖАР ВМЕСТО ПРОФИЛАКТИКИ: КАК УСТАРЕВШИЕ ПОДХОДЫ ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА ВЛИЯЮТ НА ПРОИЗВОДСТВО

По [данным исследования ВШЭ](#) на конец 2023 года только 18-19% предприятий обрабатывающей промышленности в России имели автоматизированные линии на производстве и центры обработки данных, а современные технологии ИИ использовали не более 6%. Скорее всего, эти цифры скорректировались в большую сторону к настоящему моменту, но незначительно, так как цифровизация производства – задача достаточно долгая и комплексная, которую невозможно решить всего за один год.

Общие проценты говорят о том, что российское производство сильно отстает от тенденций использования современных ИТ-технологий в производственных процессах. К сожалению, в нашей стране до сих пор распространен традиционный подход к точечному мониторингу качества продукции. На производстве, в основном, выборочно проверяется только

готовая продукция и таким способом происходит отбраковка единиц, несоответствующих требованиям. Эта стратегия приводит к финансовым потерям из-за проверки продукции пост-фактум, так как предприятие уже понесло расходы на выпуск бракованных единиц. При этом тяжело расследовать причины нарушений: статистика по этапам производственных процессов мало где собирается, а где и собирается – нет систем для централизованной агрегации данных и детального анализа отклонения. В итоге первопричины брака не устраняются, что повышает вероятность их повторения в дальнейшем.

В 2023 году издание [«Новые известия»](#) приводило наблюдения аналитиков о том, что конкуренция предприятий в сфере производства в нашей стране ведет не к повышению эффективности, а к ухудшению характеристик и даже падению качества товаров. Рентабельность достигается не за счет оптимизации производственных процессов, а за счет маркетинга. Например, стоимость продукции снижается путём даунсайзинга (уменьшения количества продукта в упаковке без изменения цены), а не через сокращение издержек на самом производстве. На примере России уже выдвигают гипотезу о возможности существования экономики с противоположным трендом: на повышение реальных цен с поправкой на инфляцию, снижение качества продуктов и деградацию технического прогресса до уровня ручного труда.

Точную статистику брака на производстве достаточно сложно получить из-за отсутствия (или выборочного контроля) качества готовой продукции. Но по статистическим исследованиям можно косвенно проследить показатели

качества. Так, не менее [20% жалоб граждан](#) приходится именно на продукцию не соответствующего качества.

Стратегия предупреждения брака на основе статистических методов позволяет избежать производства непригодной продукции, но она требует основательных капиталовложений, поэтому менее привлекательна для российских предприятий. Наверное, производители начнут обращать внимание на неё, когда потребитель перестанет покупать товар, в котором продукта в упаковке почти не останется и его качество будет совсем низким. Только нужно понимать, что при отсутствии спроса компания уже не сможет позволить дополнительных затрат по внедрению системы для предупреждения брака.

СТРАТЕГИЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ИЛИ КАК РАБОТАЕТ ПРЕВЕНТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЧЕРЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

Такая стратегия предполагает сбор и анализ информации о самих процессах и эффективные действия по отношению к ним, а не к продукции. В основу положено статистическое мышление.

Результаты любого процесса подвержены регулярной изменчивости и случайным колебаниям. Не эффективно принимать решения на основе узкой

выборки: взять только два готовых изделия, случайно выбранных из производственного процесса за короткий отрезок времени, и говорить, что они похожи на все изделия на линии. Необходимо учитывать фактор случайности в самих производственных процессах, во внешних условиях и ошибки лабораторных исследований. Например, при анализе не учитывались жаркие погодные условия, которые могли повлиять на температуру в помещении и, как следствие, на лабораторные исследования, и продукция отбраковалась, как не соответствующая качеству. В таких условиях говорить о том, что есть устойчивая тенденция к каким-либо изменениям некорректно, так как именно долгосрочную тенденцию не отслеживают, а погода влияет на единоразовый случайный «выброс» данных.

Большинство менеджеров смотрит на любое отклонение от целевого значения эффективности производства как на проблему, требующую немедленного реагирования. А поскольку причина отклонения обычно неясна, то принимается простейшее решение, например, ликвидация всей партии готовой продукции, что имитирует активные действия по устранению последствий, но не помогает установить первопричины брака.

Концепция управления качеством на основе статистических методов была разработана американскими учеными Уолтером Шухартом и Уильямом Эдвардом Демингом. Учеными была создана стратегия производственного контроля. Ее суть заключается в постоянном улучшении качества товаров за счёт уменьшения изменчивости процесса производства. Согласно их теории, любые виды продукции и процессы по её созданию подвержены отклонениям от заданных значений. Чем меньше изменчивость самих

процессов, тем выше качество готовой продукции.

Для мониторинга отклонений были разработаны карты статистического контроля — так называемые «Контрольные карты Шухарта». Они представляют собой график изменения параметров процессов во времени. Цель построения карты — выявление точек выхода процесса из стабильного состояния для установления и устранения причин отклонений. Это позволяет своевременно выявлять нестабильность на уровне самого производства, оперативно локализовать и устранять причины изменений. Тем самым получить управляемый процесс и сделать возможными дальнейшие улучшения за счет анализа этих изменений.

ОТ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ К ИИ: ЭВОЛЮЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Самый распространенный способ мониторинга основан на отслеживании показаний датчиков, установленных на разных этапах производственного процесса. Эти данные представляют собой временные ряды, на которые влияют множество факторов: специфика самого процесса, изменения режимов работы оборудования и технологических условий, ручная калибровка технологического процесса, временные колебания. Эти ряды могут включать как регулярные, так и нерегулярные данные, и каждый их тип требует отдельного подхода к анализу и постоянных перерасчетов. Таким

образом применение методов Шухарта требует постоянного контроля, актуализации и перерасчета данных для карт, если какой-либо процесс изменился или вышел из стабильного состояния.

Распространение цифровизации и появление технологий искусственного интеллекта позволили развить идею Шухарта. Применение инструментов на базе ИИ на датчиках производства позволяет полностью автоматизировать не только мониторинг процессов, но и оборудования, а также контроль за его состоянием.

Принцип работы аналогичен: системы ИИ анализируют данные с датчиков, чтобы выявить отклонения от нормы рабочего состояния. Это помогает предсказать возможные поломки, при выявлении устойчивых отклонений, предотвратить аварии и избежать простоя оборудования.

В комплексе с компьютерным зрением, которое анализирует видео в реальном времени или изображения элементов продукции на всех этапах производственных линий, ИИ позволяет проверять геометрические размеры, качество сварки, штамповки, сборки и другие свойства изделий. Это помогает обнаружить брак и производственные дефекты.

Уже есть примеры успешной реализации таких решений на российских предприятиях. Например, платформа [«АтомМайнд»](#) и [«Цифровое ресурсоснабжение»](#) от компании «Росатом», которые обеспечивают автоматизированный контроль за оборудованием на базе ИИ и оповещают о нарушениях. В компании «Роснефть» [системы на базе ИИ](#) анализируют

данные с датчиков, выявляют утечки и предсказывают возможные аварии, что позволяет своевременно устранять проблемы и повышать безопасность.

[Система диагностики трубопроводов](#) от «Транснефти» помогает с помощью нейронных сетей распознавать и анализировать визуальные образы в разных спектрах, в частности обнаруживать дефекты трубопроводов.

Таким образом статистические методы и технологии ИИ для анализа технологических процессов и производств уже успешно используются и применимы для любого типа производств.