

Петербургский экономический журнал. 2025. № 2. С. 18–31
St Petersburg Economic Journal. 2025, no. 2, pp. 18–31

Научная статья
УДК 658.562
DOI: 10.32603/2307-5368-2025-2-18-31

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО УРОВНЯ ПРИМЕНЕНИЯ РОССИЙСКИХ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

REVIEW OF THE ACTUAL LEVEL OF APPLICATION OF RUSSIAN DIGITAL QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS WITH THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE CAPABILITIES

И. С. Метревели

аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; начальник отдела по связям с общественностью группы компаний «Благо», Санкт-Петербург, Россия, metrilya@yandex.ru

I. S. Metreveli

Post-Graduate Student, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University; Head of PR in Blago Group, Saint Petersburg, Russia, metrilya@yandex.ru

Аннотация. В контексте стремительно растущей конкуренции между производителями продуктов питания как внутри страны, так и на зарубежных рынках задачи совершенствования инструментов контроля качества на предприятиях становятся первоочередными. Технологии Индустрии 4.0 открывают совершенно новые подходы для контроля качества процессов и повышения качества выпускаемой продукции на производственных предприятиях: увеличивается количество параметров контроля, глубина и интенсивность их постоянного контроля, возможности анализа получаемых объемов информации. Специализированные программные продукты для управления качеством выделяют в отдельную группу – САQ-системы (Computer Aided Quality Systems). В рамках исследования выполнен анализ уровня использования технологий управления качеством в России в целом и в отечественной пищевой промышленности в частности; выполнен анализ существующих отечественных цифровых решений в сфере управления качеством; проведена оценка потенциала применения различных групп технологий искусственного интеллекта в цифровых решениях для управления качеством на предприятиях, в том числе на предприятиях пищевой промышленности. Дальнейшие направления исследований могут включать более детальное рассмотрение конкретных групп технологий в области искусственного интеллекта и их интеграции с САQ-системами с учетом существующих требований и ограничений пищевых производств, в частности пищевых производств непрерывного цикла.

Ключевые слова: управление качеством, компьютеризированное управление качеством, цифровые технологии управления качеством, искусственный интеллект, пищевая промышленность

Abstract. In the context of rapidly growing competition between food manufacturers both within the country and in global market, the goal of improving quality control tools at enterprises is becoming a priority. Technologies of the IV Industrial Revolution open up completely new approaches to quality control of processes and improving the quality of manufactured products at production facilities: the number of control parameters, the intensity of permanent monitoring, and the ability to analyze

the received volumes of information are increasing. Specialized software products for quality management are allocated to a separate group – CAQ systems (Computer Aided Quality Systems). In the study the level of use of quality management technologies in Russia in general, and in the domestic food industry in particular is analyzed; existing domestic digital solutions in the field of quality management are analyzed; the potential for using various groups of artificial intelligence technologies in digital solutions for quality management at enterprises, including at food industry enterprises is assessed. Further research directions may include a more detailed consideration of specific groups of technologies in the field of artificial intelligence and their integration with CAQ systems, taking into account the existing requirements and limitations of food production, in particular continuous food production.

Keywords: quality management, computer aided quality, digital technologies for quality control, artificial intelligence, food industries

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflicts of interest.

Введение, цель

Система менеджмента качества (СМК) сегодня является неотъемлемой частью общей системы менеджмента любого конкурентоспособного производства. Управление качеством – составляющая часть СМК. В соответствии с терминологией ГОСТ 15467–79 управление качеством – это действия, осуществляемые при создании и эксплуатации или потреблении продукции в целях установления, обеспечения и поддержания необходимого уровня ее качества [1].

Участие в решении производственных задач принимают все функции: разработка, закупка, производство, контроль, логистика. Качество продукции – агрегированный результат их взаимодействия. Все задачи в части планирования и производства решаются за счет обработки больших массивов данных, быстрого взаимодействия акторов, точности решений, повторяемости и прослеживаемости промежуточных и конечных статусов. Решение таких задач на крупном производстве не под силу профильной функции без помощи компьютерных технологий.

Цифровые технологии сегодня проникают во все сферы жизни и производства, позволяя принимать решения с большей точностью и скоростью, обеспечивая повышение качества как процесса управления, так и производимой продукции и услуг. В 2024 г. не осталось ни одной области, в которой технологии IV промышленной революции не изменили подход к управлению, в том числе подход к

управлению качеством. Компьютерные вычисления и средства обмена информацией создали все предпосылки для качественного совершенствования подходов к управлению качеством. Переход на более совершенные и интегрированные цифровые технологии является новым этапом в развитии контроля качества продукции: «Качество 4.0», представляющее собой адаптивную способность производства реагировать на возникающие реалии [2; 3]. В актуальном классификаторе программ для электронных вычислительных машин (далее – ЭВМ) (утвержден Приказом Минкомсвязи России от 22.09.2020 № 486 (ред. от 04.12.2023)) выделяется отдельный класс программного обеспечения (ПО), предназначенного для автоматизированного контроля качества выпускаемых изделий – программы автоматизированного контроля качества (Computer-aided quality assurance – CAQ). CAQ-система – это система, направленная на планирование, контроль и улучшение качества выпускаемой продукции посредством таких информационных модулей, как интеллектуальные помощники принятия решений (Decision support systems), экспертные системы (Expert Systems), нейросети (Artificial neural network systems). Такая система получает на входе верифицированные данные, обрабатывает их математическим и статистическими методами, взаимодействует и обменивается данными с другими подсистемами производства, на выходе предоставляет информацию о текущем

состоянии и рекомендации по внесению изменений в производственный процесс [4].

Актуальные вопросы применения цифровых инструментов управления качеством, включая программы автоматизированного контроля качества, такие как архитектурное представление САQ-систем и их интеграция в гибкие производственные процессы, исследованы в [4]–[6] и др. Отраслевой взгляд применения САQ-систем для машиностроения нашел отражение в статьях [7]–[9] и др., причем в [8] подробно рассмотрены вопросы интеграции систем управления качеством и индустриального интернета вещей. Концепция сквозного управления качеством в парадигме Качество 4.0 на основе технологий индустриального интернета вещей получила свои развитие в [10]. Другая группа технологий, потенциал которой в обеспечении качества оценивается как высокий – технологии искусственного интеллекта (ИИ), – также отражена в современных научных публикациях, посвященных компьютеризации управления качеством. К примеру, авторы [11] изучают вопросы применения инструментов ИИ при химическом анализе качества продуктов питания (кофе, какао и чай), учитывая при этом потребительский выбор, обусловленный сенсорным восприятием аромата продукта. Общая оценка прогресса в отношении интеллектуальных систем управления качеством в агропромышленной сфере приведена в [12; 13] и др. В [14] подчеркивается роль цепочек поставок в обеспечении качества продуктов питания, в связи с чем можно говорить о том, что системы САQ должны в будущем обеспечивать полную прослеживаемость. Авторы [15] выносят тезис о том, что в агропромышленном комплексе цифровая трансформация, включая переход к Качеству 4.0, должна сопровождаться значительными изменениями в когнитивных моделях, заведенном укладе деятельности и организационной структуре.

Несмотря на значительный объем научных публикаций по теме исследования, можно выделить недостаточную исследованность вопросов применения компьютерного контроля качества в российских предприятиях в целом и в пищевой промышленности в частности. Также отсутствуют системные обзоры,

посвященные потенциалу применения ИИ в САQ. Цель настоящего исследования – обзор и анализ текущего уровня применения систем САQ в России в целом и в отраслях пищевой промышленности в частности. Отдельный частный интерес представляет изучение потенциала применения ИИ в САQ-системах.

Методы исследования

Методология исследования включает анализ статистических данных, анализ сведений Единого реестра российских программ для ЭВМ и баз данных (БД), применение экспертных оценок при анализе потенциала использования ИИ в САQ-системах. Также в исследовании использованы такие подходы, как сравнение, графическое и табличное отображение информации, группировки и обобщения.

Результаты и дискуссия

1. Уровень использования технологий управления качеством в России. Сведения об использовании таких передовых производственных технологий на основе данных Федеральной службы государственной статистики [16] представлены в табл. 1.

Первая группа технологий «Компьютерный контроль качества, интегрированный с программным обеспечением для планирования и управления» в наибольшей степени соответствует рассматриваемым в настоящем исследовании САQ-системам. Прочие группы технологий, представленные в источнике, также относятся к сфере управления качеством. В соответствии с рис. 1 и 2 применение технологий стандартизации производственных процессов в соответствии с требованиями для сертификации предприятий (в том числе по стандартам сферы СМК) по уровню использования сопоставимо с компьютерным контролем качества как по отраслям в целом, так и в пищевой промышленности в частности. Наименее распространенными являются технологии статистического контроля процессов (SPC) также в обоих случаях.

Для России в целом и для пищевой промышленности в частности характерно применение преимущественно российских решений. Доля зарубежных САQ-технологий в использовании в целом в 2023 г. составляет 38,84 %, для пищевой промышленности – не-

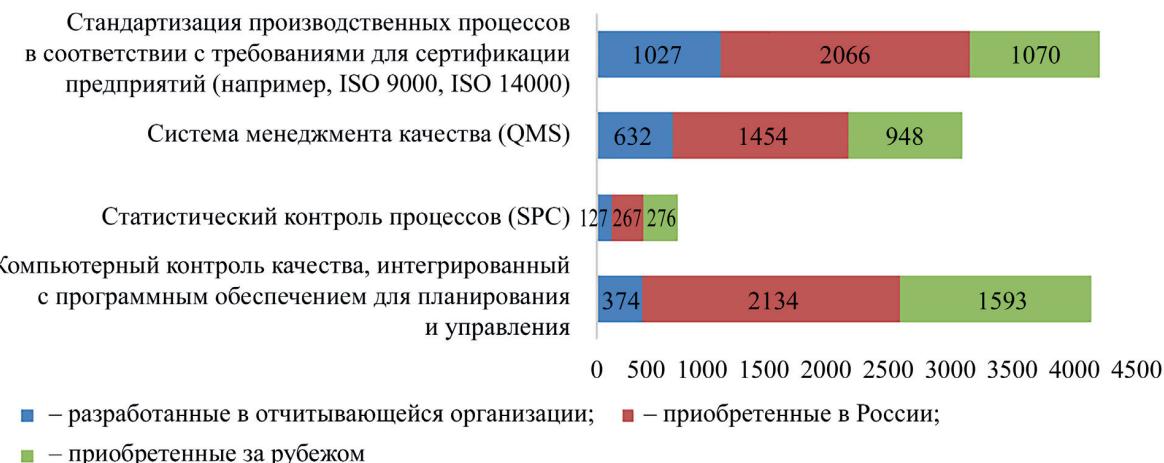
Табл. 1. Число используемых передовых производственных технологий в части управления качеством по годам внедрения по Российской Федерации по ОКВЭД (всего и ОКВЭД 10) за 2023 г.

Tab. 1. The number of advanced manufacturing technologies used in terms of quality management by year of implementation in the Russian Federation according to OKVED (total and OKVED 10) in 2023

Отрасль	Технология	Число используемых передовых производственных технологий, единиц			
		Всего по периодам	В том числе	до 1 года	от 1 до 3 лет
Все отрасли	Компьютерный контроль качества, интегрированный с программным обеспечением для планирования и управления	4 101	177	765	530
	Статистический контроль процессов (SPC)	670	48	154	68
	Система менеджмента качества (QMS)	3 034	161	528	350
	Стандартизация производственных процессов в соответствии с требованиями для сертификации предприятий (например, ISO 9000, ISO 14000)	4 163	308	860	490
ОКВЭД 10 Производство пищевых продуктов	Компьютерный контроль качества, интегрированный с программным обеспечением для планирования и управления	380	12	100	25
	Статистический контроль процессов (SPC)	73	12	19	15
	Система менеджмента качества (QMS)	156	10	29	33
	Стандартизация производственных процессов в соответствии с требованиями для сертификации предприятий (например, ISO 9000, ISO 14000)	236	12	42	39
				143	

Источник: Федеральная служба государственной статистики.

Source: Federal State Statistics Service.



Rис. 1. Число используемых передовых производственных технологий в части управления качеством в Российской Федерации по ОКВЭД (всего) за 2023 г.

Fig. 1. Number of advanced manufacturing technologies used in terms of quality management in the Russian Federation according to OKVED (total) for 2023

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.

Source: compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service.

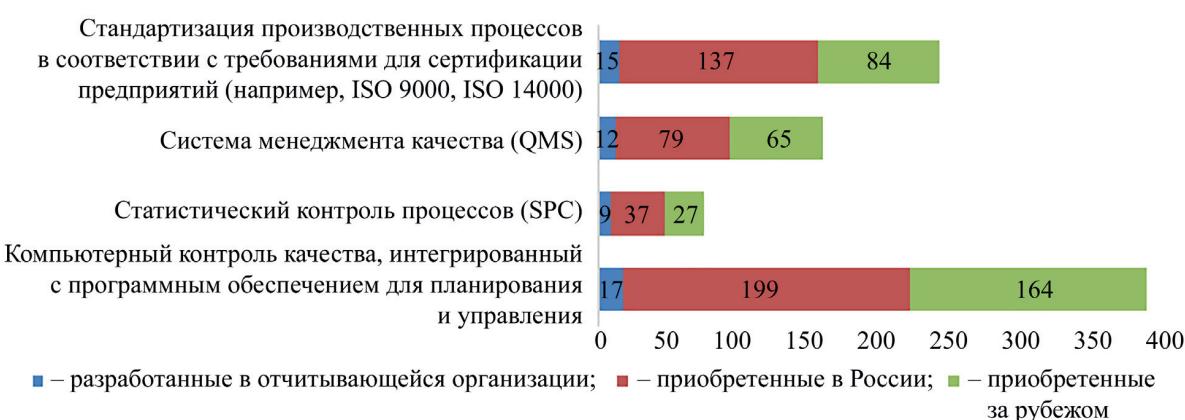


Рис. 2. Число используемых передовых производственных технологий в части управления качеством в Российской Федерации по ОКВЭД 10 за 2023 г.

Fig. 2. Number of advanced manufacturing technologies used in terms of quality management in the Russian Federation according to OKVED 10 for 2023

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.

Source: compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service.

сколько выше – 43,16 %. Часть отечественных решений в сфере САQ-систем разрабатывается непосредственно в отчитывающейся организации – до трети решений в целом (с учетом всех отраслей хозяйственной деятельности).

Среди исследованных групп технологий САQ является лидирующей по числу запатентованных изобретений (163 ед. в 2023 г.) (рис. 3). Для технологий стандартизации производственных процессов в соответствии с требованиями для сертификации предприятий

характерно высокое количество технологий в стадии экспериментального использования (50 ед. в 2023 г.).

В целом в 2023 г. в России использовалось 4101 технология САQ, из них 380 – в сфере пищевой промышленности. Большая часть данных технологий была внедрена 6 и более лет назад (64,11 % в России по всем отраслям и 63,95 % в пищевой промышленности в частности). В целом это демонстрирует устойчивую практику внедрения данных технологий на

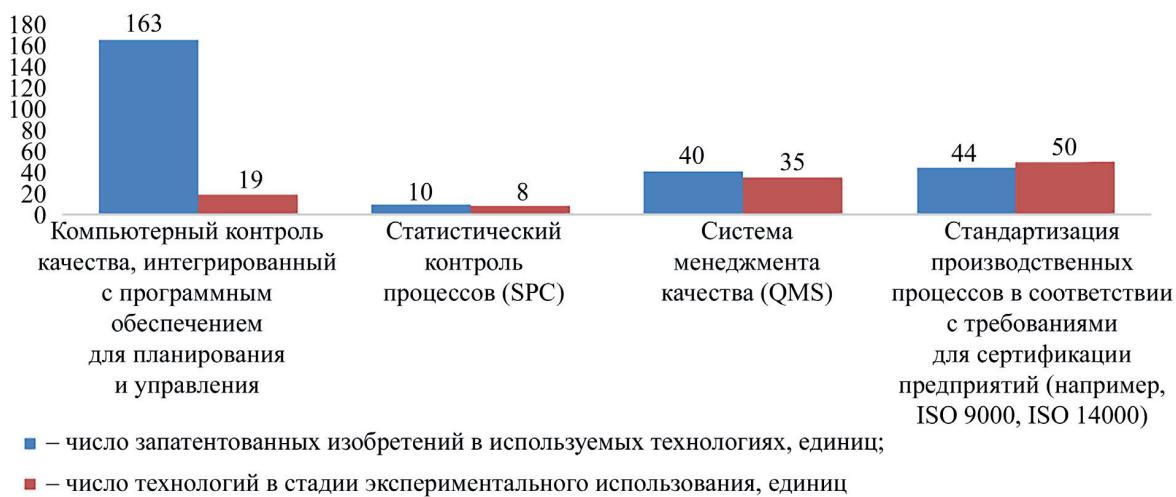


Рис. 3. Число запатентованных изобретений в используемых технологиях и число технологий в стадии экспериментального использования в части управления качеством в Российской Федерации за 2023 г.

Fig. 3. Number of patented inventions in the technologies used and the number of technologies in the experimental stage of use in terms of quality management in the Russian Federation in 2023

Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики.

Source: compiled by the author based on data from the Federal State Statistics Service.

российских предприятиях, при этом доминируют отечественные программные продукты.

2. Российские цифровые решения в сфере управления качеством. Отечественные решения в сфере САQ на основе данных Единого реестра российских программ для ЭВМ и БД [17] (далее – Реестр) представлены в табл. 2. По состоянию на сентябрь 2024 г. отечественным предприятиям доступны 10 российских продуктов в сфере САQ.

При сопоставлении сведений, представленных в табл. 1, характеризующих число используемых передовых производственных технологий в части управления качеством по годам внедрения в Российской Федерации, и сведений, представленных в табл. 2, можно отметить существенную разницу между количеством зарегистрированных отечественных программных решений класса САQ и объемом использования технологий управления качеством в российских организациях. Это обусловлено следующими факторами. Во-первых, зарегистрированные программные решения (табл. 2) могут включать в себя множество технологий, которые для целей сведений, предоставляемых Федеральной службе государственной статистики, могут быть отражены как комплекс технологий с

вкладом в статистический показатель более одной единицы. Во-вторых, не все российские решения проходят регистрацию в Реестре. Таким образом, понятие технологии в части управления качеством и понятие отечественного программного решения класса САQ не являются эквивалентными.

Из 10 представленных в Реестре систем 4 являются решениями, по которым помимо основного класса САQ не указан дополнительный (дополнительные), с которым проинтегрирована система. Выделяются отраслевые решения, в том числе для обеспечения качества в управлении объектами недвижимости, в промышленном производстве, в экспертной деятельности, также представлены решения без явной отраслевой направленности. Необходимо отметить, что только 20 % отечественных решений в сфере САQ относятся к сфере ИИ.

3. Потенциал применения технологий искусственного интеллекта в цифровых решениях для управления качеством. С целью оценки потенциала применения технологий ИИ в цифровых решениях для управления качеством в первую очередь определим состав функциональных возможностей таких систем. Цифровые решения класса САQ, как правило, обеспечивают:

Табл. 2. Зарегистрированные отечественные программные решения класса САQ в соответствии с Классификатором, утвержденным приказом от 22.09.2020 № 486 (по состоянию на 20.09.2024)

Tab. 2. Registered domestic software solutions of class CAQ in accordance with the Classifier approved by order No. 486 of 09/22/2020 (as of 09/20/2024)

№	Наименование ПО	Класс ПО	Дата внесения	ПО относится к сфере ИИ	Правообладатель
22011	«Квалискон-Эксперт»	САQ	04.04.2024	Не указано	Грузинов А. Б.
20813	Программный комплекс «Гарантр качества»	САQ; Интеллектуальные средства управления экспертизой деятельности	26.12.2023	Да	ООО «Открытый код»
20691	Система поддержки принятия решений внутреннего контроля качества производства товаров и услуг	САQ; DSS	25.12.2023	Не указано	ООО «НСТ»
20120	SiteAnalyzer	САQ	27.11.2023	Не указано	Симагин А. В.
20070	odgAssist	САQ	27.11.2023	Не указано	ООО «Оптимальное Движение»
19440	HORUS – универсальная система контроля дефектов производственных линий с автоматическим контролем, сканированием кодов, управлением линией и визуализацией результатов	АСУ ТП; SCADA; САQ	04.10.2023	Да	ООО «БТК»
19193	Программная платформа для управления экосистемами объектов недвижимости Olivgy	BAS; BMS; FM; EAM; ERP; CRM; Средства электронной коммерции (ecommerce platform); ОМ; САQ; Средства обработки Больших Данных (BigData)	23.09.2023	Не указано	ООО «Т.ПАРК ИТ»
18857	Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI (для Windows, Mac, Linux)	САQ; Data Mining; DSS	05.09.2023	Не указано	Григорьев С. П.
18648	Формалист (Formalist)	BPM; Средства управления проектами; Средства управления контактными центрами; Средства управления диалоговыми роботами (чат-боты и голосовые роботы); САQ	22.08.2023	Не указано	Малахов Ф. В.
18409	Система контроля геометрии экструзионного профиля Scanfex	САQ	02.08.2023	Не указано	ООО «Нестима»

Источник: составлено автором по данным Единого реестра российских программ для ЭВМ и БД.

Source: compiled by the author based on data from the Unified Register of Russian Computer Programs and Databases.

1. Управление данными контроля качества: САQ-системы централизованно собирают и безопасно хранят данные о качестве из разных источников (измерительное оборудование, датчики, ручной ввод). Они обеспечивают контроль доступа к этой информации для различных групп пользователей и гарантируют ее целостность.

2. Статистический контроль процессов (SPC): САQ-системы автоматически строят и обновляют графики контроля (например, X-бар, R, CUSUM) для мониторинга стабильности производственных процессов. Они анализируют отклонения, выделяя статистически значимые выходы за установленные границы, позволяют настраивать правила для разных процессов и автоматически уведомляют об отклонениях.

3. Управление несоответствиями: САQ-системы позволяют создавать отчеты о дефектах, включая их описание, местоположение и ответственных лиц. Они помогают анализировать причины несоответствий, используя такие методы, как «5 Почему» или диаграмма Иси-кавы. Система обеспечивает планирование, отслеживание и проверку эффективности корректирующих и предупреждающих действий.

4. Управление измерительными приборами и оборудованием: САQ-системы управляют графиками калибровки и поверки измерительного оборудования, хранят информацию о нем и обеспечивают совместимость с различными типами приборов.

5. Управление документацией: САQ-системы централизованно хранят всю документацию, связанную с качеством (инструкции, стандарты, спецификации и т. д.), отслеживают версии документов и управляют доступом к ним.

6. Управление аудитами: САQ-системы помогают в планировании аудитов (внутренних и внешних), фиксируют их результаты, найденные несоответствия и контролируют выполнение корректирующих мер.

7. Отчетность и анализ: САQ-системы автоматически формируют отчеты по качеству, производительности, несоответствиям и другим ключевым показателям. Они позволяют проводить углубленный анализ данных, выявлять тенденции, определять области для

улучшения и визуализировать данные с помощью графиков и дашбордов.

При оценке потенциала применения ИИ в цифровых решениях для управления качеством использовались следующие экспертные оценки: «0» – применение существенно ограничено; «1» – применение возможно; «2» – наиболее высокий потенциал применения. Перечень групп технологий сформирован на основе Классификатора технологий искусственного интеллекта (Приложение № 3 к Регламенту проведения оценки целесообразности использования программных компонентов, основанных на технологиях искусственного интеллекта, для реализации конкретных элементов программного обеспечения, улучшающих характеристики отраслевых решений/ПО в составе заявок, поступивших на рассмотрение в индустриальные центры компетенций по замещению зарубежных отраслевых цифровых продуктов и решений, включая программно-аппаратные комплексы, в ключевых отраслях экономики [18]). Оценка проведена как для САQ широкого спектра применения, так и для применения в пищевой промышленности в частности. Оценка основана на экспертном сопоставлении технологий ИИ и потенциальных направлений применения в САQ с учетом наличия примеров такого применения, приведенных в графе «Обоснование применимости в САQ» в табл. 3.

Результаты оценки, представленные в табл. 3, показывают, что технологии ИИ в целом преимущественно имеют потенциал для использования в решениях САQ, при этом специфика пищевой отрасли не вносит существенных ограничений на применение, хоть и потенциал несколько ниже, чем для широкого спектра отраслей. В качестве наиболее актуальных технологий ИИ для внедрения в системы САQ выделены технологии ИИ для анализа: изображений, видеоданных, текстовой информации, аудиоданных, а также числовых данных. Таким образом, на текущий момент ключевая функция ИИ в сфере цифровых технологий управления качеством видится в анализе и интерпретации потоков данных различного формата, содержащих сведения, необходимые для контроля и обеспечения качества.

Табл. 3. Экспертная оценка потенциала применения технологий искусственного интеллекта в цифровых решениях для управления качеством

Tab. 3. Expert assessment of the potential for using artificial intelligence technologies in digital solutions for quality management

Группа технологий	Применимость в CAQ (в целом / в ОКВЭД 10)	Обоснование применимости в CAQ (вообще)	Комментарий к потенциальному применению в ОКВЭД 10
1. ИИ для работы с изображениями	2 / 1	Применимо в CAQ: статистический контроль процессов, управление несоответствиями, отчетность и анализ и пр.	Объем работы с данными в формате изображений при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен
1.1. ИИ для анализа изображений	2 / 1	Примеры применения: использование компьютерного зрения для автоматического анализа изображений с целью обнаружения дефектов на продукции	Объем анализа изображений при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен
1.2. ИИ для обработки изображений	1 / 1	Ограниченно применимо в CAQ: обработка изображений преимущественно в целях анализа (см. п. 1.1)	Объем обрабатываемых данных в формате изображений при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен
1.3. ИИ для генерации изображений	0 / 0	Генерация изображений при управлении качеством на текущий момент не применяется	Генерация изображений при управлении качеством в ОКВЭД 10 не применяется
2. ИИ для работы с видеоданными	2 / 2	Применимо в CAQ: статистический контроль процессов, управление несоответствиями, отчетность и анализ и пр.	Указанные направления применения в функциональных возможностях CAQ актуальны для ОКВЭД 10
2.1. ИИ для анализа видеоданных	2 / 2	Примеры применения: использование компьютерного зрения для автоматического анализа видео с целью обнаружения дефектов на продукции	Указанные направления применения в функциональных возможностях CAQ актуальны для ОКВЭД 10
2.2. ИИ для обработки видеоданных	1 / 1	Ограниченно применимо в CAQ: обработка видео преимущественно в целях анализа (см. п. 2.1)	Объем обрабатываемых данных в формате видео при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен
2.3. ИИ для генерации видеоданных	0 / 0	Генерация видеоданных при управлении качеством на текущий момент не применяется	Генерация видеоданных при управлении качеством в ОКВЭД 10 не применяется
3. ИИ для работы с текстовой информацией	2 / 2	Применимо в CAQ: управление документацией, управление аудитами, отчетность и анализ и пр.	Указанные направления применения в функциональных возможностях CAQ актуальны для ОКВЭД 10
3.1. ИИ для анализа текстовой информации	2 / 2	Примеры применения: технологии NLP (Natural Language Processing, Обработка естественного языка) могут классифицировать тексты по категориям (например, тип дефекта: «механический», «электрический», «косметический»)	Указанные направления применения в функциональных возможностях CAQ актуальны для ОКВЭД 10
3.2. ИИ для обработки текста	2 / 1	Примеры применения: обработка неструктурированных данных, таких как отчеты об инцидентах, протоколы испытаний, описания дефектов и техническая документация	Объем обработки текстовой информации при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен

3.3. ИИ для генерации текстовой информации	1 / 1	Ограниченно применимо в САQ: ИИ может автоматизировать создание отчетов о качестве, предоставляемую информацию в удобном для анализа виде, включая текстовый вид	Объем генерируемых текстовых данных при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен
4. ИИ для работы с аудиоданными	2 / 1	Примеры применения: статистический контроль процессов, управление несоответствиями, отчетность и анализ и пр.	Объем работы с аудиоданными при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен
4.1. ИИ для анализа аудиоданных	2 / 1	Примеры применения: использование алгоритмов машинного обучения для анализа характеристик звуковых сигналов, таких как частота, амплитуда и т. д. ИИ может быть обучен распознавать нетипичные звуки (например, шум подшипников, скрежет, вибрация), позволяя проводить профилактическое обслуживание	Объем анализа аудиоданных при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен
4.2. ИИ для обработки аудиоданных	1 / 0	Ограниченно применимо в САQ: транскрибирование и анализ голосовых сообщений от операторов или сотрудников о возникших проблемах или дефектах; обработка и анализ голосовых обращений в службу поддержки и пр.	Обработка аудиоданных при управлении качеством в ОКВЭД 10 не применяется
4.3. ИИ для генерации аудиоданных	0 / 0	Обработка аудиоданных при управлении качеством на текущий момент не применяется	Обработка аудиоданных при управлении качеством в ОКВЭД 10 не применяется
5. ИИ для работы с числовыми данными	2 / 2	Применимо в САQ: статистический контроль процессов, управление несоответствиями, управление измерительными приборами и оборудованием, отчетность и анализ и пр.	Указанные направления применения в функциональных возможностях САQ актуальны для ОКВЭД 10
5.1. ИИ для анализа числовых данных	2 / 2	Примеры применения: анализ данных о работе оборудования, таких как вибрации, температура, давление, для прогнозирования потенциальных отказов	Указанные направления применения в функциональных возможностях САQ актуальны для ОКВЭД 10
5.2. ИИ для обработки числовых данных	1 / 1	Ограниченно применимо в САQ: обработка числовых данных при использовании алгоритмов машинного обучения для анализа больших объемов данных о качестве, выявления скрытых корреляций и аномалий	Объем обработки числовых данных при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен
5.3. ИИ для генерации числовых данных	1 / 1	Ограниченно применимо в САQ: генерация числовых данных актуальна при использовании алгоритмов машинного обучения для анализа больших объемов данных о качестве	Объем генерации числовых данных при управлении качеством в ОКВЭД 10 ограничен

Источник: составлено автором по данным Классификатора технологий искусственного интеллекта.
 Source: compiled by the author based on Classifier of artificial intelligence technologies.

Заключение

Современная конкурентная экономика вынуждает производителей уделять внимание качеству выпускаемой продукции для сохранения и увеличения своей доли на рынке. Использование возможностей ИИ в управлении качеством позволяет предприятиям выявлять и устранять проблемы с качеством до того, как они перерастут в нечто большее, гарантируя, что продукты и услуги соответствуют ожиданиям клиентов. Эти обстоятельства предопределяют спрос на интеллектуально-емкие технологические решения для управления качеством на предприятиях в целом и на пищевых производствах в частности.

В рамках данного исследования был проанализирован отечественный технологический ландшафт в части САQ-систем и технологий. В результате сделаны следующие выводы:

1. В России сложилась устойчивая практика внедрения данных технологий в области САQ, при этом по статистике доминируют программные продукты и решения отечественного производства. При этом наиболее распространены решения и технологии, относимые к области стандартизации производственных процессов в соответствии с требованиями

для сертификации предприятий (в том числе по стандартам сферы СМК) и компьютерного контроля качества. Наименее распространеными являются технологии статистического контроля процессов (SPC). Это справедливо как по отношению ко всем предприятиям в целом, так и к пищевой промышленности в частности.

2. Особенностью российских решений является модульный подход, при котором САQ-система есть часть комплексного решения, интегрированного с системами информационной экосистемы производства. При этом только 20 % зарегистрированных программных продуктов относятся к сфере ИИ.

3. Технологии ИИ имеют потенциал для использования в САQ-решениях, при этом специфика пищевой отрасли не вносит существенных ограничений на их применение с точки зрения предмета.

Дальнейшие направления исследований могут включать более детальное рассмотрение конкретных групп технологий в области ИИ и их интеграции с САQ-системами с учетом существующих требований и ограничений пищевых производств, в частности пищевых производств непрерывного цикла.

Список источников

1. ГОСТ 15467–79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением № 1). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001719> (дата обращения: 24.09.2024).
2. Левенцов А. Н., Ходырев В. В. Качество и цифровая трансформация // Современные научно-исследовательские технологии. 2024. № 5-2. С. 302–305. DOI: 10.17513/snt.40043. EDN QOZQHC
3. Боровков А. И., Болдырев Ю. Я., Левенцов В. А. Качество промышленной продукции и передовые производственные технологии // Управление качеством продукции на основе передовых производственных технологий: сб. тез. докл. V Междунар. форума, Санкт-Петербург, 12–13 окт. 2023 г. / Санкт-Петербург. политехн. ун-т Петра Великого, 2023. С. 5–8. EDN IXCZXP
4. Somasundaram K. Computer Aided Quality Assurance // International Conf. Cad, Cam, Robotics and Factories of Future (Sponsored by ISPE, and Middlesex University, Hendon Campus, The Burroughs, London NW4 4BT). 1996. P. 564–569.
5. Ding Y. C., He G., Lu B. H. Computer Aided Quality Assurance in CIM–Its Methodology and Architecture // IFAC Proc. 1992. Vol. 25, № 28. P. 356–361. DOI: 10.1016/S1474-6670(17)49525-5
6. Innala M., Torvinen S. Integrating computer aided quality assurance in flexible engineering and production processes // Int. J. Prod. Econ. 1992. Vol. 41, № 1–3. P. 179–184. DOI: 10.1016/0925-5273(95)00063-1

7. Camisani-Calzolari F. R., Craig I. K., Pistorius P. C. A proposed control system/CAQC methodology and prediction system for the improvement of surface defects in the continuous casting of slabs // IFAC Proc. 2000. Vol. 33, № 22. P. 387–390. DOI: 10.1016/S1474-6670(17)37025-8
8. Rajaram Bankar V., Nilkanth Nandurkar K. Implementation of IoT technology for quality improvement in an automotive industry // Mater. Today Proc. 2023. DOI: 10.1016/j.matpr.2023.03.485
9. Артамонова О. С., Князева Е. А., Чурилов Г. Г. Эффективные практики визуального менеджмента в управлении качеством производства электрооборудования // Петерб. экон. журн. 2024. № 1. С. 160.
10. End-to-end industrial IoT platform for Quality 4.0 applications / I. T. Christou, N. Kefalakis, J. K. Soldatos, A.-M. Despotopoulou // Comput. Ind. 2022. Vol. 137. P. 103591. DOI: 10.1016/j.compind.2021.103591
11. Industrial food quality and consumer choice: Artificial intelligence-based tools in the chemistry of sensory notes in comfort foods (coffee, cocoa and tea) / E. Bagnulo, G. Strocchi, C. Bicchi, E. Liberto // Trends Food Sci. Technol. 2024. Vol. 147. P. 104415. DOI: 10.1016/j.tifs.2024.104415
12. Zhou J., Brereton P., Campbell K. Progress towards achieving intelligent food assurance systems // Food Control. 2024. Vol. 164. P. 110548. DOI: 10.1016/j.foodcont.2024.110548
13. Kollár G., Viczián Zs., Füstös Zs., Hunek K. Problems and results of computer aided quality assurance systems in food industry and horticulture // Comput. Chem. Eng. 1999. Vol. 23. P. S687–S690. DOI: 10.1016/S0098-1354(99)80168-9
14. Zhou X., Zhu Q., Xu Z. The mediating role of supply chain quality management for traceability and performance improvement: Evidence among Chinese food firms // Int. J. Prod. Econ. 2022. Vol. 254. P. 108630. DOI: 10.1016/j.ijpe.2022.108630
15. Unveiling micro-foundations of digital transformation: Cognitive models, routines, and organizational structures in agri-food SMEs / M. C. Annosi, F. Capo, F. P. Appio, I. Bedetti // Technol. Forecast. Soc. Change. 2023. Vol. 197. P. 122922. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122922
16. Росстат – Наука, инновации и технологии. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 24.09.2024).
17. Официальный сайт единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/> (дата обращения: 24.09.2024).
18. Приложение № 2 к протоколу президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 22 авг. 2024 г. № 32пр. URL: <https://gu-st.ru/content/measures/poryadokzpsprilozheniyamiot2604202418pr.pdf> (дата обращения: 24.09.2024).

Информация об авторе

Метревели Илья Сергеевич – аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (адрес: 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29Б).

Статья поступила в редакцию 17.10.2024, принята к публикации после рецензирования 15.03.2025, опубликована онлайн 30.06.2025.

References

1. GOST 15467–79. Product quality management. Basic concepts. Terms and definitions (with Amendment No. 1). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001719> (accessed: 24.09.2024). (In Russ.)

2. Leventsov A. N., Khodyrev V. V. Quality and digital transformation. Modern science-intensive technologies. 2024, no. 5-2, pp. 302–305. DOI: 10.17513/snt.40043. EDN QOZQHC. (In Russ.)
3. Borovkov A. I., Boldyrev Yu. Ya., Leventsov V. A. Industrial Product Quality and Advanced Manufacturing Technologies. Product Quality Management Based on Advanced Manufacturing Technologies: Collection of Abstracts of the V International Forum, St Petersburg, October 12–13, 2023. St Petersburg, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Peter the Great St Petersburg Polytechnic University», 2023, pp. 5–8. EDN IXCZXP. (In Russ.)
4. Somasundaram K. Computer Aided Quality Assurance. International Conference Cad, Cam, Robotics and Factories of Future (Sponsored by ISPE, and Middlesex University, Hendon Campus, The Burroughs, London NW4 4BT). 1996, pp. 564–569.
5. Ding Y. C., He G., Lu B. H. Computer Aided Quality Assurance in CIM—Its Methodology and Architecture. IFAC Proc. Vol. 1992, vol. 25, no. 28, pp. 356–361. DOI: 10.1016/S1474-6670(17)49525-5
6. Innala M., Torvinen S. Integrating computer aided quality assurance in flexible engineering and production processes. Int. J. Prod. Econ. 1992, vol. 41, no. 1–3, pp. 179–184. DOI: 10.1016/0925-5273(95)00063-1
7. Camisani-Calzolari F. R., Craig I. K., Pistorius P. C. A proposed control system/CAQC methodology and prediction system for the improvement of surface defects in the continuous casting of slabs. IFAC Proc. Vol. 2000, vol. 33, no. 22, pp. 387–390. DOI: 10.1016/S1474-6670(17)37025-8
8. Rajaram Bankar V., Nilkanth Nandurkar K. Implementation of IoT technology for quality improvement in an automotive industry. Mater. Today Proc. 2023. DOI: 10.1016/j.matpr.2023.03.485
9. Artamonova O. S., Knyazeva E. A., Churilov G. G. Effective practices of visual management in quality management of electrical equipment production. St Petersburg Economic Journal. 2024, no. 1, p. 160. (In Russ.)
10. Christou I. T., Kefalakis N., Soldatos J. K., Despotopoulou A.-M. End-to-end industrial IoT platform for Quality 4.0 applications. Comput. Ind. 2022, vol. 137, p. 103591. DOI: 10.1016/j.compind.2021.103591
11. Bagnulo E., Strocchi G., Bicchi C., Liberto E. Industrial food quality and consumer choice: Artificial intelligence-based tools in the chemistry of sensory notes in comfort foods (coffee, cocoa and tea). Trends Food Sci. Technol. 2024, vol. 147, p. 104415. DOI: 10.1016/j.tifs.2024.104415
12. Zhou J., Brereton P., Campbell K. Progress towards achieving intelligent food assurance systems. Food Control. 2024, vol. 164, p. 110548. DOI: 10.1016/j.foodcont.2024.110548
13. Kollár G., Viczián Zs., Füstös Zs., Hunek K. Problems and results of computer aided quality assurance systems in food industry and horticulture. Comput. Chem. Eng. 1999, vol. 23, pp. S687–S690. DOI: 10.1016/S0098-1354(99)80168-9
14. Zhou X., Zhu Q., Xu Z. The mediating role of supply chain quality management for traceability and performance improvement: Evidence among Chinese food firms. Int. J. Prod. Econ. 2022, vol. 254, p. 108630. DOI: 10.1016/j.ijpe.2022.108630
15. Annosi M. C., Capo F., Appio F. P., Bedetti I. Unveiling micro-foundations of digital transformation: Cognitive models, routines, and organizational structures in agri-food SMEs. Technol. Forecast. Soc. Change. 2023, vol. 197, p. 122922. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122922
16. Rosstat – Science, Innovation and Technology. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (accessed: 24.09.2024). (In Russ.)
17. Official website of the unified register of Russian programs for electronic computers and databases. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/> (accessed: 24.09.2024). (In Russ.)

18. Appendix No. 2 to the minutes of the Presidium of the Government Commission on Digital Development, Use of Information Technologies to Improve the Quality of Life and Conditions for Doing Business dated August 22, 2024, no. 32pr. URL: <https://gu-st.ru/content/measures/poryadokozpsprilozheniyamiot2604202418pr.pdf> (accessed: 24.09.2024). (In Russ.)

Information about the author

Ilia S. Metreveli, Post-Graduate Student, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University (address: 195251, Russia, Saint Petersburg, Politehnicheskaya St., 29B).

The article was submitted on 17.10.2024, accepted for publication after reviewing on 15.03.2025, published online on 30.06.2025.