

---

## **РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К ФОРМИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИИ 4.0**

---

**Хайдер Мохсин Мохаммед Алькхазаали**, асп.

Волгоградский государственный университет, пр. Университетский, 100, Волгоград, Россия, 400062; e-mail: cint@volsu.ru

*Предмет:* предметом исследования являются проблемы инноваций в качестве (в принципах, инструментах и инфраструктуре управления качеством) и качества в инновациях, а также особенности организации системы управления качеством производственных компаний в условиях Индустрии 4.0. *Цель:* статья посвящена тому, как производственным компаниям использовать новые промышленные стандарты для управления качеством продукции и услуг в условиях Индустрии 4.0. *Дизайн исследования:* в статье рассмотрен переход производственных отраслей от механизации к цифровизации с помощью информационно-коммуникационных технологий, развитие которых сделало возможным интеллектуальное производство или появление концепции Индустрия 4.0. Данная концепция относится к моделям производства, включающим инновационные технологии, производственные факторы и организацию рабочей силы. Поскольку концепция Индустрии 4.0 является относительно новой, существует ограниченное количество публикаций о проблемах управления качеством в рамках Индустрии 4.0. Одной из таких проблем является вопрос модернизации системы управления качеством в рамках Индустрии 4.0 с помощью новых промышленных стандартов. *Результаты:* автором разработана базовая система управления качеством на производственном предприятии с помощью двух стандартов качества (стандарт ISA-95; стандарт ISO 22400) с применением новых экономических и программных инструментов Индустрии 4.0. С помощью анализа и синтеза систематизировано распределение значений показателей по трем уровням иерархии производства (ключевые показатели эффективности; показатели эффективности; ключевые показатели результатов). В заключение сформулированы авторские рекомендации по преодолению трудностей, связанных с управлением качеством в рамках Индустрии 4.0.

**Ключевые слова:** инновация, производственное предприятие, Индустрия 4.0, система управления качеством, стандарт качества, промышленный стандарт.

**DOI:** 10.17308/meps.2022.4/9238

### **Введение**

Качество и инновации являются важными и необходимыми бизнес-ресурсами для всех видов организаций. Однако зачастую они рассматриваются как отдельные области знаний и отношения между ними в бизнес-контексте организаций носят, по меньшей мере, неопределенный характер. Как правило, профессионалы в области качества мало осведомлены об инновационных явлениях, равно как и эксперты в области инноваций не знакомы с принципами и процедурами обеспечения качества, что обуславливает актуальность темы исследования.

Проблемы инноваций в качестве и качества в инновациях, а также реализация данных научных направлений в организациях и обществе рассматривается в трудах Дзедика В.А., Епиной В.С., Князева С.А., Коробова С.А., Мосейко В.О., Федотовой Г.В. и др. В данных исследованиях обосновывается, что инновации необходимы и давно практикуются с точки зрения повышения качества и разработки новых продуктов. Качество и инновации – это взаимосвязанные научные понятия, которые необходимы друг другу и вместе создают необходимую основу для конкурентного преимущества организации [2, с. 34; 5, с. 32].

В работах большинства исследователей отмечается, что качество объекта означает степень, в которой объект удовлетворяет потребности и ожидания тех сторон, которые заинтересованы в данном объекте [например, 1, с. 175]. Организации конкурируют за высокое качество своей продукции (товаров и услуг), и для того, чтобы добиться успеха, они должны своевременно реагировать на изменение внешних факторов окружающей бизнес-среды [4, с.103], а также стремиться к исключительно конкурентным результатам деятельности посредством грамотной настройки своих внутренних бизнес-процессов. Однако без новых решений не бывает реальных улучшений, поэтому методы повышения качества необходимо формировать с позиций творчества и инноваций. Самыми большими препятствиями, которые мешают или препятствуют творческому прогрессу, являются существующие привычки, неправильные представления и предубеждения о себе, а также культурные аспекты организации, отрасли бизнеса или страны, от которых трудно оторваться.

Концепция инновационной модернизации приобретает все большее значение как в национальных инициативах в области качества (NIST), так и в системе международной стандартизации управления качеством, включая стандарты ISO. Инновации надо применять для улучшения качества во всех сферах организации, включая технологии, продукты, процессы и т.д.

В связи с вышесказанным в качестве цели исследования можно обозначить изучение специфики использования производственными компаниями новых промышленных стандартов для управления качеством продукции и услуг в условиях Индустрии 4.0. В указанном контексте задачами исследования являются: анализ перехода системы управления качеством к Индустрии 4.0; построение базовой системы управления качеством на стандартах ISA-95 и ISO 22400; оценка перспектив развития системы управления качеством в рамках Индустрии 4.0.

### **Методы и результаты исследования**

Сегодня многие исследователи [1-2, 4-5, 7-9 и др.] признают, что процесс «от изобретения к инновациям» сложен и включает в себя множество различных участников. Практика применения инструментов профессионального качества может быть полезной в инновационном процессе. При этом инновация должна быть концептуально новым и коммерчески жизнеспособным решением, доступным для рынков и общества. Инновации направлены, прежде всего, на улучшение качества. Инновации в бизнесе напрямую связаны с улучшением характеристик продукта, повышением эффективности и результативности бизнес-процессов, радикальных структурных и операционных изменений внутри организаций.

В настоящей работе были использованы общенаучные методы исследования: анализ и синтез, дедукция и индукция, а также приемы системного и структурно-функционального анализа.

Технологические инновации продуктов (товаров и услуг) предоставляют практически неограниченные возможности для улучшения качества создаваемых продуктов. Существуют инновации в области информационных технологий, биотехнологий, нанотехнологий, оптических технологий, энергетических технологий, социальных технологий, технологий благополучия и т.д. Достижения информационных технологий включают радиочастотную идентификацию (RFID), связь ближнего радиуса действия (NFC), социальное программное обеспечение (Web 2.0), робототехнику, 3D-печать, технологию мобильных платежей и блокчейн, анализ больших данных, биохакерство и т.д. Информация из открытых источников, краудсорсинг [3, с. 117], облачные сервисы, навигационные технологии и гибридные продукты в настоящее время являются важными направлениями деятельности современных организаций. Широко распространяется интернет вещей (IoT) или промышленный интернет, также известный как услуги межмашинного взаимодействия (M2M), означающий, что не только поставщик услуг представлен автоматическими средствами, но и получателем может быть машина. Объектами применения новых технологий могут быть все товары народного потребления: от медицинских мониторов до светофоров, термостатов, поездов или автомобилей. Тем не менее, ряд экспертов отмечает некий кризис в управлении качеством, проявляющийся в практическом отсутствии инноваций в принципах, инструментах и инфраструктуре управления качеством.

Проанализируем переход системы управления качеством к Индустрии 4.0. Следует отметить, что стандарты ISO 9000 прямо не способствуют творчеству и инновациям в их реализации. Тем не менее, их конечной целью является стремление к развитию эффективности бизнеса. Согласно стандарту ISO 9000 управление качеством означает скоординированные действия по руководству и контролю организации в отношении качества. Соответственно инновационный менеджмент означает скоординированные действия по руководству и контролю организации в отношении инноваций.

Бизнес-лидеры организаций обычно признают важность качества и инноваций на практике, но они не всегда их внедряют в рамках своих управленческих обязанностей [7, с. 78]. Естественно, директора компаний требуют творчества, рассуждений и интуиции не меньше, чем рациональных решений, основанных на фактах, так как им в своей деятельности приходится сталкиваться как с дилеммами, так и с проблемами. У дилемм, в отличие от проблем, нет абсолютно правильных решений – можно только выбрать наиболее подходящее решение в конкретной ситуации.

Последние технологические инновации быстро развиваются благодаря новым технологиям, таким как искусственный интеллект (ИИ), интернет вещей (IoT), облачные вычисления, машинное обучение (ML), большие данные. Эти этапные технологии пронизывают производственный процесс, чтобы сделать отрасль достаточно умной для решения управленческих задач. Цифровизация, автоматизация и адаптация, оптимизация и настройка производства, взаимодействие человека и машины, услуги с добавленной стоимостью и бизнес, обмен цифровыми данными и сотрудничество – это пять основных компонентов Индустрии 4.0 [6, с. 92].

В Индустрии 1.0 существовал единый оператор для контроля и управления всем производственным процессом с помощью электромеханических циферблатов, локально подключенных к станкам на заводе. Оператору приходилось перемещаться по заводу, чтобы отслеживать производственные процессы и состояния машин, чтобы собрать все сведения о процессах и оборудовании, работающем на данном производственном объекте. Вторая промышленная революция, также известная как Индустрия 2.0, произошла в конце XIX в. в связи с изобретением электротехнических заводов. Электрификация заводов позволила обеспечить непрерывную круглосуточную работу, массовое производство и управление операторами технологическими параметрами в изолированных диспетчерских [8, с. 12]. В Индустрии 3.0 компьютер был внедрен для автоматизации производственных процессов. Компьютеризированные производственные процессы включали в себя несколько настраиваемых микросистемных устройств (например, программируемый логический контроллер и системы контроля и сбора данных). Роботы использовались при операциях удаленного управления производственным процессом.

Четвертая промышленная революция называется «Индустрия 4.0» по названию стратегической группы правительства Германии. Индустрия 4.0 использует интернет вещей (IoT) для разработки киберфизической производственной системы (CPPS) [11, с.44]. CPPS рассматривается как основная технология Индустрии 4.0, которая включает в себя такие технологии, как интернет вещей, беспроводные встроенные сетевые системы и сетевые облачные вычисления, большие данные и искусственный интеллект на производственных предприятиях. Индустрия 4.0 позволяет цифровым фабрикам обеспечивать больше конкурентных преимуществ, чем традиционное производство. CPPS позволяет обмениваться производственными данными через интернет с несколькими системами «умного» завода. Использование программного обеспечения и передовых компьютерных технологий привело к слиянию физического (машины, датчики, приводы и т. д.) и виртуального (облака, искусственный интеллект, машинное обучение, большие данные, интернет вещей, беспроводная связь и т. д.) миров, что в целом образовало как раз Индустрию 4.0.

Сформируем базовую систему управления качеством на стандартах ISA-95 и ISO 22400. В первую очередь следует отметить, что оценка эффективности производственных процессов в конечном итоге определяется показателями эффективности или ключевыми показателями эффективности (KPI) [9, с. 35]. KPI – это современные инструменты, облегчающие поддержание высокой производительности на производстве. Кроме того, показатели производительности предоставляют лицу, принимающему решения, знания, которые повлияют на будущую конкурентную позицию компании. Роль показателей эффективности производства заключается в том, чтобы: представлять текущее состояние производства; отслеживать и контролировать операционное качество; управлять программой изменений; измерять эффективность принимаемых стратегических и тактических решений [10, с.211]. Качество, стоимость, время доставки и гибкость являются наиболее часто используемыми показателями для измерения производительности в производственных системах. Современные информационные технологии позволяют управлять качеством продукции в режиме реального времени.

Сформируем базовую систему управления качеством на производственном предприятии с помощью двух стандартов качества: стандарт ISA-95 и стандарт ISO 22400. Национальный стандарт ANSI/ISA-95 определяет взаимодействие информационных (ERP, CRM, SQL и т.д.) и операционных технологий (датчики, приводы, микроконтроллеры и т. д.) на предприятии.

Упрощенно функциональная иерархия производства, описанная в стандарте ISA-95, представлена всего четырьмя уровнями:

- уровень 0 – физические и промышленные процессы (датчики);
- уровень 1 – исполнительные механизмы производства;
- уровень 2 – мониторинг и управление производственными процессами;
- уровень 4 – бизнес-планирование и логистика.

ISO 22400 – стандарт, описывающий KPI в производстве. Таким образом, сочетание данных стандартов позволяет распределить значения KPI по нескольким уровням иерархии производства (см. рис. 1).

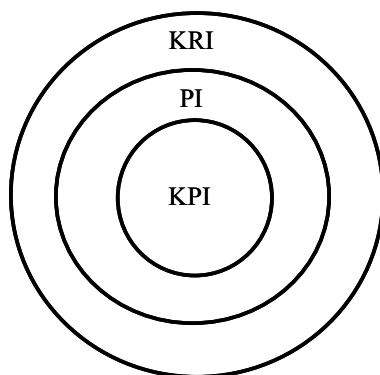


Рис. 1. Распределение значений показателей по уровням иерархии производства

На нулевом и первом уровнях происходят прямые измерения, называемые ключевыми показателями результатов (KRI). KRI собирается с машин, датчиков и оборудования производственных предприятий. Показатели эффективности (PI) определяют уже в целом эффективность управления производственными процессами и служат для выработки KPI. И KRI, и PI работают во взаимодействии с KPI, обеспечивая высший менеджмент компании необходимой информацией для управления качеством изготавливаемой продукции.

Оценим перспективы развития системы управления качеством в рамках Индустрии 4.0. Для этого трансформируем данную систему управления качеством через призму Индустрии 4.0. Ключевым элементом Индустрии 4.0 является быстрый и эффективный сбор данных из нескольких источников информации как на самом производстве, так и во внешней среде организации для обеспечения автоматизированного принятия решений. Рассмотрим данный процесс по ключевым блокам управления организацией:

1. Аналитика. Передовые технологии Индустрии 4.0 позволяют нам собирать большой массив данных с производственного предприятия и применять инновационные инструменты аналитики метрик качества. Внедрение машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет аналитическим модулям предприятия прогнозировать потери и уточнять, какие шаги следует предпринять для улучшения результатов.

2. Связь. Индустрия 4.0 относится к взаимодействию между информационными технологиями (ИТ) и операционными технологиями (ОТ). В этом контексте ИТ относится к системе управления качеством предприятия (EQMS), планированию ресурсов предприятия (ERP) и управлению жизненным циклом продукта (PLM). Напротив, ОТ относится к таким технологиям, как интеллектуальные устройства, датчики, периферийные устройства, ис-

пользуемые на производственных предприятиях. Настройка необходимых контактов между ИТ и ОТ может позволить получить обратную связь в режиме реального времени.

3. Разработка приложений. Приложения – это ценные инструменты, которые помогают связать пользователей и организации для сбора необходимых данных и отзывов с целью повышения качества оказываемых услуг. Индустрия 4.0 открывает огромные перспективы для проектирования и разработки новых приложений с использованием дополненной и виртуальной реальности.

4. Масштабируемость. Технологии Индустрии 4.0, такие как облачные вычисления, программное обеспечение как услуга (SaaS), инфраструктура как услуга (IaaS), приложение как услуга или платформа как услуга (PaaS), обеспечивают повышение масштабируемости.

5. Системы управления. Улучшение автономии системы сокращает время, затрачиваемое менеджерами на поиск управленческих решений.

6. Соблюдение нормативных требований. Задачи сбора данных можно автоматизировать за счет интеграции технологий бизнес-информатики и операционных технологий.

7. Организационная культура. Индустрия 4.0 улучшает коммуникативную связь, командную работу и перспективу сотрудников, делает реальную корпоративную культуру качества более осуществимой.

8. Лидерство. Индустрия 4.0 создает эффективную культуру качества во всей организации, более достижимую за счет увязывания процессов, информации, аналитики и, таким образом, улучшает коммуникации, сотрудничество и понимания производственных процессов.

9. Компетентность. Индустрия 4.0 включает в себя несколько инноваций, которые можно использовать для повышения компетентности. Платформы социальных сетей можно использовать для обмена взглядами между организациями, работающими в близких сферах производства. Системы искусственного интеллекта и машинного обучения могут создавать новые навыки, в то время как системы искусственной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) могут повышать квалификацию персонала. При оценке сотрудников смарт-устройства могут помочь при изучении систем управления, виртуальная и дополненная реальность могут быть реализованы для повышения эффективности обучения.

### **Заключение**

В заключение сформулируем ряд рекомендаций по преодолению трудностей, связанных с управлением качеством в производственных компаниях в рамках Индустрии 4.0:

1. Разработать стандартный единый протокол обмена данных между различными информационными платформами внутри самой организации.
2. Проводить анализ действующих стандартов информационной без-

опасности, чтобы проверять соответствие существующих стандартов требованиям безопасности Индустрии 4.0, и в случае необходимости – их пере-страивать.

3. Проводить обучение по кибербезопасности сотрудников организации и повышать осведомленность в целом о кибербезопасности.

4. Внедрить в структуру производства новый центр компетенций, обеспечивающий безопасность и конфиденциальность производственных данных, чтобы предотвратить доступ злоумышленника к частной информации.

5. Установить сетевое соединение с хорошей пропускной способностью по всей организации.

6. Придерживаться руководству производственной компании экологических стандартов при внедрении технологий Индустрии 4.0.

7. Использовать различные отраслевые стандарты для интеграции систем MES и ERP, а также внедрить XML-версию спецификаций ISO 22400 для записи, взаимодействия и обмена данными.

#### **Список источников**

1. Дзедик В.А. Анализ факторов, влияющих на развитие систем менеджмента качества // *Бизнес. Образование. Право*, 2017, no. 1, с. 175-179.
2. Епинина В.С. Генезис концепции публичного управления: фактор качества // *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент*, 2021, т. 11, no. 5, с. 33-42.
3. Епинина В.С. Краудсорсинг как технология партисипации в государственном менеджменте // *Вестник Института комплексных исследований аридных территорий*, 2012, т. 2, no. 2 (25), с. 117-122.
4. Иванова В.В., Картунова В.С. Человеческий потенциал в инновационном развитии экономики России // *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 9: Исследования молодых ученых*, 2010, no. 8-1, с. 102-105.
5. Мосейко В.О., Князев С.А. Определение инновационного потенциала предприятия на основе факторного подхода // *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология*, 2008, no. 2 (13), с. 28-34.
6. Прошкина С.И. Развитие цифровой экономики: производственный сектор и индустрия 4.0 // *Russian Economic Bulletin*, 2019, т. 2, no. 3, pp. 91-96.
7. Федотова Г.В. Специфика построения национальных систем государственного финансового контроля в странах Запада и применимость зарубежного опыта в России // *Финансы и кредит*, 2008, no. 10 (298), с. 77-80.
8. Федотова Г.В., Горлов И.Ф., Глуценко А.В. *Сельское хозяйство 4.0: цифровые тренды развития АПК*. Волгоград: ООО «Сфера», 2019. 168 с.
9. Fonseca L.M., Domingues J.P. Leading Quality in the 21st Century: Profiles of Quality and Organizational Excellence Managers // *Quality – Access to Success*, 2017, no. 18, pp. 34-38.
10. Korobov S.A., Moseiko V.O., Marusinina E.Yu., Novoseltseva E.G., Epinina V.S. The substance of a rational approach to entrepreneurship socio-economic development // *Contributions to Economics*, 2017, no. 9783319454610, pp. 207-223.
11. Tskhadadze N.V. Industry 4.0: the concept of impact on the economy // *Innovation & Investment*, 2020, no. 7, pp. 43-45.



---

# DEVELOPMENT OF INNOVATIVE APPROACHES TO THE FORMATION OF A QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0

---

**Hajder Mohsin Mohammed Al'kkhazaali**, graduate student

Volgograd State University, University ave., 100, Volgograd, Russia, 400062; e-mail: cint@volsu.ru

*Importance:* the subject of the research is the problems of innovation in quality (in the principles, tools and infrastructure of quality management) and quality in innovation, as well as the features of the organization of the quality management system of manufacturing companies in the context of Industry 4.0. *Purpose:* the article is devoted to how manufacturing companies use new industrial standards to manage the quality of products and services in the context of Industry 4.0. *Research design:* the article considers the transition of manufacturing industries from mechanization to digitalization with the help of information and communication technologies, the development of which made possible intelligent production or the emergence of the concept of Industry 4.0. This concept refers to production models that include innovative technologies, production factors and workforce organization. Since the concept of Industry 4.0 is relatively new, there is a limited number of publications on quality management issues within Industry 4.0. One of these problems is the issue of modernizing the quality management system within Industry 4.0 with the help of new industrial standards. *Results:* the author has developed a basic quality management system at a manufacturing enterprise using two quality standards (ISA-95 standard; ISO 22400 standard) using new economic and software tools of Industry 4.0. With the help of analysis and synthesis, the distribution of indicator values was systematized for three levels of the production hierarchy (key performance indicators; performance indicators; key performance indicators). In conclusion, the author's recommendations for overcoming the difficulties associated with quality management within Industry 4.0 are formulated.

**Keywords:** innovation, manufacturing enterprise, Industry 4.0, quality management system, quality standard, industrial standard.

## References

1. Dzedik V.A. Analiz faktorov, vlijajushhih na razvitie sistem me-nedzhmenta kachestva [Analysis of factors influencing the development of quality management systems]. *Biznes. Obrazovanie. Pravo*, 2017, no. 1, pp. 175-179. (In Russ.)
2. Epinina V.S. Genezis koncepcii publichnogo upravlenija: faktor ka-chestva [The genesis of the concept of public administration: the quality factor]. *Izvestija*

*Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika. Sociologija. Menedzhment*, 2021, vol. 11, no. 5, pp. 33-42. (In Russ.)

3. Epinina V.S. Kraudsorsing kak tehnologija partisipacii v gosudarstvennom menedzhmente [Crowdsourcing as a technology of participation in public management]. *Vestnik Instituta kompleksnyh issledovanij aridnyh territorij*, 2012, vol. 2, no. 2 (25), pp. 117-122.

4. Ivanova V.V., Kortunova V.S. Chelovecheskij potencial v innovacionnom razvitii jekonomiki Rossii [Human potential in the innovative development of the Russian economy]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija 9: Issledovanija molodyh uchenyh*, 2010, no. 8-1, pp. 102-105. (In Russ.)

5. Moseiko V.O., Knyazev S.A. Opre-delenie innovacionnogo potenciala pred-prijatija na osnove faktornogo podhoda [Determining the innovative potential of an enterprise based on a factorial approach]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija 3: Jekonomika. Jekologija*, 2008, no. 2 (13), pp. 28-34. (In Russ.)

6. Proshkina S.I. Razvitie cifrovoj jekonomiki: proizvodstvennyj sektor i industrija 4.0 [The development of the digital economy: the manufacturing sector

and industry 4.0]. *Russian Economic Bulletin*, 2019, vol. 2, no. 3, pp. 91-96.

7. Fedotova G.V. Specifika postroenija nacional'nyh sistem gosudarstvennogo finansovogo kontrolja v stranah zapada i primenimost' zarubezhnogo opyta v Rossii [The specifics of building national systems of state financial control in Western countries and the applicability of foreign experience in Russia]. *Finansy i kredit*, 2008, no. 10 (298), pp. 77-80. (In Russ.)

8. Fedotova G.V., Gorlov I.F., Glushhenko A.V. *Sel'skoe hozjajstvo 4.0: cifrovyje trendy razvitija APK* [Agriculture 4.0: digital trends in the development of the agro-industrial complex]. Volgograd, OOO «Sfera», 2019. 168 p.

9. Fonseca L.M., Domingues J.P. Leading Quality in the 21st Century: Profiles of Quality and Organizational Excellence Managers. *Quality – Access to Success*, 2017, no. 18, pp. 34-38.

10. Korobov S.A., Moseiko V.O., Marusinina E.Yu., Novoseltseva E.G., Epinina V.S. The substance of a rational approach to entrepreneurship socio-economic development. *Contributions to Economics*, 2017, no. 9783319454610, pp. 207-223.

11. Tskhadadze N.V. Industry 4.0: the concept of impact on the economy. *Innovation & Investment*, 2020, no. 7, pp. 43-45.