# АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Тойбаевой Шары
на тему: «Исследование и разработка автоматизированной системы управления менеджментом качества предприятия в Казахстане», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070200 – Автоматизация и управление

**Актуальность темы исследования.** Настоящая диссертация посвящена разработке инновационной технологии автоматизации системы менеджмента качества предприятия в Казахстане и ее адаптации к системе управления предприятия.

Создание системы менеджмента качества (СМК) является одной из главных задач любого предприятия в современных требованиях расширения конкуренции, ввиду преобразования ее в глобальную основу успехов и возможностей предприятия находиться на рынке, отвечая системам мирового уровня. Разработка СМК для предприятия — это трудоемкий процесс, который требует затрат финансовых, технических, организационных и информационных ресурсов. Для компаний и предприятий Казахстана внедрение и автоматизация СМК – это условие для выхода на мировой рынок и является показателем конкурентоспособности.

Качество является одним из важных стратегических инструментов в бизнесе. Задачей усовершенствования бизнес-процессов считается трансформация предприятия так, чтобы предприятие отвечало требованию современных IT и идеологии управления в аспекте процессного подхода. Большую значимость имеют вопросы по оценке эффективности СМК предприятия, учитывая специфику показателей качества, мультиуровневость системы, а также необходимость выбора оптимального числа показателей эффективности и оценку состояния системы, что связано с формированием рациональных решений при управлении СМК.

В данной диссертации исследования опираются на труды отечественных и зарубежных ученых, представленных ниже.

В области стратегических методов управления предприятием в изменчивой среде бизнеса - сбалансированной системе показателей (ССП) уделено большое внимание авторами Капланом Р., Нортоном Д., в работе «Сбалансированная система показателей, определяющих эффективность работы организации» рассмотрен современный способ оценки деятельности предприятия. ССП используется для повышения эффективности внутренних и внешних коммуникационных процессов, контроля и совершенствования показателей деятельности предприятия. ССП не является инструментом формирования стратегии предприятия, она используется для описания существующей стратегии. В трудах Качалова В.А. даны ответы на вопросы по разработке, внедрению, сертификации, а также совершенствованию СМК по экологическому управлению на базе моделей таких систем, которые регламентируются в ISO 9001:2015 и ISO 14001:2015.

В области разработки технологии автоматизации систем управления менеджментом качества предприятия в Казахстане также рассматривается одна из распространенных современных методологий «Шесть сигм» для улучшения производительности, где уделяется внимание на снижение количества браков, процессам и услугам. В трудах Моисеевой А.В. выполнен анализ приложений ПО и приложений в сфере управления менеджментом качества, выполнен обзор специального программного обеспечения, распространяемого для улучшения основных этапов бизнес-процесса организации и автоматизация систем менеджмента качества. В работе изучено влияние ИТ-компетенции на систему менеджмента качества предприятия, что обеспечивает большую эффективность программы СМК.

Информационные технологии способствуют изменению отношений между потреблением и производством, для их взаимодействия необходим обмен информацией, чтобы построить организацию и управление как для производителей, так и для потребителей.

В рамках онтологического моделирования представления и управления знаниями в системе менеджмента качества изучена монография Кубекова Б.С. «Организация и представление знаний планируемого обучения на основе онтологий», в которой представлена методика моделирования знаниевых компонент, основанные на онтологическом инжиниринге, введены новые определения. В работе представлена методология моделирования бизнес-процессов от детального проектирования архитектуры до реализации бизнес-логики.

В области теории управления организационными системами Бурковым В.Н., рассматривается модель управления организационными системами и технология решения соответствующих задач управления. В работе «Механизмы управления: мультифункциональное учебное пособие» приводятся базовые механизмы управления организационными системами, представлены примеры по проектированию комплексных механизмов управления, а также математические модели теории управления организационными системами и их приложения. Так же уделяется внимание сложности вычислений решения задач оптимального управления в моделях функционирования активных систем, исследуются эффективные методы принятия решений, приведены примеры задач управления, с применением «распараллеливания» алгоритмов решения. Представлены концептуальные и методологические основы исследований в области систем управления.

В области теории качества квалиметрии уделяется внимание основным положениям менеджмента качества и квалиметрическому подходу определения показателей и оценке качества продукции, оценивания конкурентоспособности предприятий и особенности IT обеспечения и компьютерного моделирования задач менеджмента качества. В трудах Варжапетян А.Г. «Квалиметрия» и «Системы управления. Инжиниринг качества» приведен анализ оценки характеристики и обеспечения качества на этапах проектирования сложных систем управления. В работе Абалдовой С.Ю. уделяется внимание на терминологические основы оценки результативности, а также эффективности

СМК и проанализированы несколько подходов к оценке результативности СМК.

Анализ, моделирование и прогнозирование устойчивости сложных систем базируется на методе Ляпунова, который был глубоко развит в трудах Беллмана Р., Шаршеналиева Ж.Ш., Liu Conghu и других.

Возможности использования теории нечеткой логики в системах управления и труды Заде А.Л. рассматривают в своих работах Пегат А., Ванг Ю. (Wang, Yujie), Чен К.-С. (Chen, K.-S.), Поли Ж.-Ф. и др.

Теоретический подход и инструментарий измерения эффективности СМК и управления качеством нашли отражение в трудах Деминга Э., Шухарта У., Джурана Д. М., Кросби Ф.Б. Также стоит упомянуть исследования Фейгенбаума А., который один из первых предложил системный подход к достижению качества: «Комплексный контроль качества — эффективная система, интегрирующая все усилия разных групп организации по обеспечению качества разработки, качества технического обслуживания, а также по улучшению качества, чтобы обеспечить возможность изготовления продукции или оказания услуги наиболее экономичным путем в целях полного удовлетворения потребителя».

Анализ предшествующих научных исследований в области систем управления менеджмента качества, проведенных в мире, относящихся к исследуемой теме, выявил, что среди большого количества работ, наиболее близки работы казахстанских ученых: Ашимова А.А, Мутанова Г.М., Ускенбаевой Р.К.

Рассмотренные выше исследования имеют большую теоретическую и практическую значимость. Но их существование и многих других трудов по исследуемой теме не снимает необходимости в дальнейшем развивать ее теоретические и методические основы, практическое применение в определенной области. Обзор работ по теме исследования показал, что охвачены не все моменты изучаемой области. Например, общепринятой стандартизированной методики оценки эффективности и результативности функционирования СМК не существует, и не решены многие проблемы данного направления автоматизации.

Одной из причин такого положения является сложившая ситуация, когда создание СМК ограничивается получением сертификата качества, а не реальным постоянным улучшением положения предприятия. С другой стороны, на рынке ПО Казахстана отсутствуют продукты, облегчающие систематическое сопровождение СМК предприятия. Поэтому возникает необходимость исследования и адаптации автоматизированных систем управления менеджментом качества для улучшения деятельности предприятия, сокращения трудоёмкости и затрат на функционирование системы.

Таким образом, по исследуемой проблеме имеется существенный задел для научных поисков.

В связи с изложенным, разработка математических моделей и алгоритмов проектирования рациональной инновационной технологии автоматизации системы управления менеджментом качества предприятия в Казахстане и ее адаптация к системе управления предприятия является актуальной задачей.

**Цель диссертационной работы.** Исследование и разработка методики

автоматизированного управления системой менеджмента качества предприятия, позволяющего автоматизировать процессы внедрения и сопровождения СМК на предприятиях Казахстана и интегрировать с существующими подситемами АСУП для реализации важнейших задач, вытекающих из Государственной программы по цифровизации отраслей экономики.

**Задачи исследования.** Согласно поставленной цели определены нижеследующие научные задачи, решить которые необходимо в данной работе:

1) анализ теоретических основ, моделей и методов, информационных технологий автоматизированных систем управления менеджментом качества предприятия;

2) разработать методику автоматизированного управления системой менеджмента качества предприятия на основе статистического управления и интеллектуальной информационной системы;

3) обосновать и разработать архитектуру интеллектуальной автоматизированной системы для предложенной методики автоматизированного управления менеджментом качества предприятия;

4) разработать соотвествующие алгоритмы и программное обеспечение информационной системы автоматизированного управления менеджментом качества предприятия в соответствии со стандартом СТ РК ISO 9001: 2015.

**Объект исследования.** Система управления менеджментом качества предприятия в Казахстане

**Предмет исследования.** Автоматизированная система управления менеджментом качества предприятия

**Методы исследования.** Для решения определенных в исследовании задач в работе используются: основные научные положения методов теории управления, методы системного анализа, теория нечеткой логики, методы математического моделирования и управления знаниями.

Информационной базой научной работы являются стандарты СТ РК серии 9001 версии 2015 на базе международных стандартов ISO, сведения официальных статистических ресурсов РК, финансовые и аналитические положения предприятий, материалы периодической печати по исследованиям в области систем управления качеством, монографии, Интернет-ресурсы, материалы научных-практических конференций и т.д.

Анализ информации проводился при помощи следующих инструментальных средств: интерактивная библиотека ECharts, специальных пакетов для разработки нечетких моделей «FuzzyTech» и «MATLAB», стандартных средств анализа данных «MS Excel», инструментальные средства проектирования Gliffy Diagram и Rational Rose.

**Научная новизна.**

1) Разработанная методика автоматизированного управления менеджментом качества предприятия на основе статистического управления и информационной технологии, отличающейся от существующих наличием трех модулей: выбора и расчета оцениваемых показателей количественной оценки результативности управления СМК предприятия, непрерывного мониторинга и

визуализации устойчивости протекания процесса управления СМК, и построения нечетко-множественной модели интеллектуального управления процессами.

2) Предложенная архитектура интеллектуальной информационной системы для разработанной методики автоматизированного управления менеджментом качества предприятия, включающая базу данных NoSQL, улучшающую возможности работы с показателями процессов менеджмента качества, полученных с использованием онтологического подхода в виде понятийных и концептуальных графов.

3) Разработанные база правил и модель интеллектуального автоматизированного управления качеством производственных и бизнес-процессов предприятия Казахстана с использованием аппарата нечеткой логики Мамдани.

**Положения, выносимые на защиту.** Предложенные методика и модели автоматизированного управления менеджментом качества предприятия и интеллектуальная автоматизированная система управления менеджментом качества предприятия, интегрируемая с существующими подситемами АСУП, позволяющие автоматизировать процессы внедрения и сопровождения СМК и повышающие обоснованность, оперативность и эффективность управленческих решений за счет автоматизации ряда функций ЛПР и персонала.

**Практическая значимость работы.** Предлагаемые модели и автоматизированные процедуры обработки информации производственных и бизнес-процессов предприятия, отвечающие международным стандартам надежности, качества и требованиям законодательства Казахстана, позволит добиться эффективного управления и функционируемости СМК с минимальными трудозатратами ЛПР и персонала. Предлагаемое в настоящем исследовании программное и методическое решение является универсальным, соответствует достижениям науки и техники в сфере современного системного менеджмента и автоматизации управления, также настраиваемым к технологическим и производственным возможностям предприятия, обеспечивая соответственно потребности потребителей в определенных видах продукций и услуг.

Разработанная автоматизированная система управления менеджментом качества предприятия прошла внедрение и апробацию в ТОО «Innovation & Technologies» (г. Алматы), что подтверждается Актом производственных испытаний от 26.12.2018 г. В документе содержится рекомендация к применению испытанной автоматизированной системы управления менеджментом качества предприятия и указывается, что облачный вариант использования системы повышает масштабируемость, упрощает управление и доступ к программному обеспечению и центру обработки данных.

**Личный вклад исследователя.** Исследователь лично решал задачи диссертационной работы. Разработана комплексная методика автоматизированного управления менеджментом качества предприятия Казахстана. Проведены численное исследование и экспериментальная оценка предлагаемых моделей и алгоритмов. Разработана архитектура и программа

интеллектуальной автоматизированной системы управления менеджментом качества предприятия.

**Связь темы диссертации с планами научно-исследовательской работы.** Диссертационная работа выполнялась в рамках проекта «Разработка научно-методических основ и прикладных аспектов построения распределенной системы информационного обеспечения инновационной деятельности с учетом специфических особенностей каждого из этапов жизненного цикла инноваций» по грантовому финансированию Министерства образования и науки Республики Казахстан, № AP05134019, руководитель проекта д.т.н., профессор, главный научный сотрудник РГП на ПХВ «Институт информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК Утепбергенов И.Т.

**Объем и структура работы.** Диссертация содержит введение, 4 разделов основного содержания, заключение, список использованной литературы (131 источников) и 3 приложения, общий объем работы - 132 страницы, 82 рисунка и 29 таблиц.

**Во введении** была определена актуальность работы и показаны проблемы, связанные с темой. Показаны идея работы, цель и задачи исследования, научная новизна и практическая ценность исследования, методы исследования.

**В первой главе** приведен анализ количества исследований в мире по направлению «Управление качеством», показывающий стабильный рост и международный интерес к данной области. Показана низкая эффективность внедрения СМК в условиях отсутствия автоматизированного управления, в том числе и в Казахстане. Проведен анализ современного рынка специализированного программного обеспечения, направленного на организацию бизнес процессов предприятия, позволяющий сделать вывод о наличии большого количества программных продуктов в данной области, которые частично автоматизируют СМК предприятия, поддерживая фактически документооборот.

**Вторая глава** описывает работу по разработке структурной схемы автоматизированной системы управления менеджментом качества предприятия. Предложены методика и алгоритм автоматизированного управления системой менеджмента качества предприятия на основе интеллектуальной автоматизированной системы, отличающаяся от имеющихся компьютерных систем по сбору и анализу данных о качестве процессов предприятия наличием трех модулей. Предложен для представления системных абстракций информационной системы и формирования представлений предметных областей метод декомпозиции производственных и бизнес-процессов предприятия на основе онтологического подхода. Разработан подход для количественной оценки результативности для каждого процесса системы менеджмента качества предприятия на основе выбора и адаптации средневзвешенного метода (weighted average), позволяющий принять на основе полученных метрик мероприятия управляющего характера по разработке КД/ПД, либо меры по совершенствованию СМК. Обоснован метод

статистического управления процессами предприятия с применением контрольных карт (графического представления) состояния бизнес-процессов на основе непрерывного мониторинга процессов на базе числовых данных экспертов. Выполнен анализ и обоснование модели интеллектуального управления качеством производственных и бизнес-процессов с использованием аппарата нечеткой логики Мамдани.

**В третьей главе** Получены с использованием онтологического подхода показатели процессов менеджмента качества в виде понятийных графов для формирования базы данных предлагаемой автоматизированной интеллектуальной информационной системы управления менеджментом качества предприятия, улучшающих возможности работы, благодаря формальной семантике знаний по структуре декомпозиции процессов СМК в сочетании с превосходными формами их хранения и представления для восприятия. этапы разработанного в главе 2 алгоритма расчета значения оценки результативности СМК по показателям предприятия ТОО «Innovation & Technologies», свидетельствующие о высокой степени результативности системы СМК на рассматриваемом этапе внедрения и необходимости разработки предупреждающих действий для анализа наступления возможных рисков. Численное исследование разработанных в главе 2 модели и алгоритма расчета статистического управления процессами с применением контрольных карт на данных ТОО «Innovation & Technologies» показали, что процессы автоматизированного управления менеджментом качества предприятия адекватно оцениваются и поддерживаются в заданных пределах статистической управляемости. Показаны этапы и возможность получения количественных оценок процессов в разработанной в главе 2 модели интеллектуального управления качеством производственных и бизнес-процессов с использованием аппарата нечеткой логики Мамдани на предприятии для СМК ТОО «Innovation & Technologies». Используя программу просмотра поверхности нечеткой модели, была доказана адекватность построенной модели и влияние входных переменных на выходную переменную.

**В четвертой главе** с помощью полученных результатов проведенных научных и практических исследований, описанных в предыдущих главах, обоснована и построена архитектура интеллектуальной автоматизированной системы менеджмента качества предприятия (ИАСУ МКП), для которой выбран вариант организации NoSQL базы данных с технологией MongoDB, улучшающих возможности работы с показателями и формализации процессов менеджмента качества полученных, с использованием онтологического подхода в виде понятийных и концептуальных графов. Разработаны и описаны этапы процесса конфигурирования ИАСУ МКП на предприятии. Показаны результаты внедрения и апробации ИАСУ МКП в течение 1,5 лет в ТОО «Innovation & Technologies» (г. Алматы), даны рекомендация к применению испытанной автоматизированной системы управления менеджментом качества предприятия.

**В заключении** приводятся основные результаты и выводы диссертации и указывается их связь с будущей работой.

**Уровень достоверности и результаты апробации.** Обоснованность и достоверность исследования соответствуют обоснованным обязанностям задачи, анализу критериев и состоянию исследований в данной области, большому количеству проведенных экспериментов и успешной реализации их на практике. Результаты диссертации обсуждались и докладывались на следующих научно-методических конференциях:

1. International conference on modeling, simulation and applied optimization ICMSAO'15 (Турция, 2015)
2. 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies -AICT2015 (Rostov-on-Don, Russia 14-16 October 2015)
3. II Международная научная конференция «Информатика и прикладная математика» («Computer science and Applied Mathematics»), (г. Алматы, 2017)
4. Конференция «Актуальные вопросы развития науки в мире», (Россия, г. Москва, 27 – 28 апреля 2017г.)
5. II Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием им. В. В. Губарева, «Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства» (г. Новосибирск, 2018г.)
6. XIV международная азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем" (Чолпон-Ата, Кыргызстан, 2018).
7. Международная научная конференция ИИВТ МОН РК «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий» (Алматы, 2018)
8. ICIT 2019: Recent Research in Control Engineering and Decision Making. Conference proceedings ICIT 2019 (Saratov, Russia, February 7-8, 2019)
9. Материалы III международной научной конференции «Информатика и прикладная математика» (26-29 сентября, Алматы, 2018г.)
10. Международная научно-практическая конференция «Инновационные IT и Smart-технологии», посвященная 70-летнему юбилею профессора Утепбергенова И.Т. (Алматы 2019 г.)

**По теме диссертации опубликованы 17 статей и получено 1 авторское свидетельство:**

1. Utepbergenov I.T., Kalimoldaev M.N., Skliarova I.V., Toibayeva Sh. D., Muslimova A.K., Issabekova L.S. Intelligent management system of production and quality products for the small and medium business enterprises // Przeglad Elektrotechniczny (Poland), 2018. №1. – P. 152-156
2. Utepbergenov I.T., Baizyldayeva U.B., Buranbaeva A.I., Toibayeva Sh.D. The statistical research of problems of information support for innovative activity of enterprises in Kazakhstan//// Journal of Theoretical and Applied Information Technology. - 2019. № 2(97), - P. 628-632.
3. Uvalieva I., Garifullina Z., Utegenova A., Toibayeva S., Issin B. Distributed information-analytical system of educational statistics //International conference on modeling, simulation and applied optimization «ICMSAO'15», Turkey, 2015. - С. 1-4.
4. Uvalieva I.M., Utegenova A.U., Toibayeva Sh.D. Mathematical Basis and Information System Software for Educational Institutions Ranking // 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies

AICT2015, Rostov-on-Don, 2015. - P.594-599

5. Муслимова А.К., Утепбергенов И.Т., Склярова Ю.В., Тойбаева Ш.Д. Формализация анализа функционирования и эффективности СМК для экспертной системы //Вестник КазНУ. Алматы, 2016. – №3/1 (90). – С. 87-96.

6. Утепбергенов И.Т., Тойбаева Ш.Д., Утегенова А.У., Муслимова А.К. Применение автоматизированных систем и методология расчета основных показателей эффективности (KPI) для обеспечения устойчивого развития в предприятия// Вестник КазНИТУ, Алматы, 2016. - №5(117), - С. 501-507.

7. Утепбергенов И.Т., Хисамиев З.Г., Тойбаева Ш.Д., Исабекова Л.С., Модель интеллектуальной системы управления камерой хлебопекарной промышленности// Вестник КазНИТУ - Алматы, 2017г. №4(112). – С. 342-346

8. Медянкина И.П., Бобров Л.К., Тойбаева Ш.Д., Нургулжанова А.Н. Сравнительный анализ состояния информационного обеспечения инноваций в России и Казахстане// Вестник КазАТК, 2018. №4 (107). –С. 239-246.

9. Тойбаева Ш.Д. Влияние автоматизации на системы менеджмента качества предприятий// XIV Междунар. школа-семин. - Кыргызстан, Иссык-куль, п. Караой, 2018. – С. 257-261

10. Утепбергенов И.Т., Тойбаева Ш.Д., Буранбаева И.Т., Коржаспаев А.Е. Подход статистическому исследованию проблем информационного обеспечения инновационной деятельности предприятий в Казахстане // Матер. научн. конф. ИИВТ МОН РК «Современные проблемы информатики и вычислительных технологий». Алматы, 2018. – С. 298-306

11. Бобров Л.К., Медянкина И.П., Тойбаева Ш.Д., Исабекова Л.С. Инновационное качество с новыми инновационными инструментами// Материалы III международной научной конференции «Информатика и прикладная математика», Алматы, 2018. - С.213-220

12. Утепбергенов И.Т., Тойбаева Ш.Д., Муслимова А.К., Исабекова Л.С. Нечеткая модель менеджмента качества технологических процессов пищевого производства// Международная научная конференция «Информатика и прикладная математика», Алматы, 2017. Ч.II. - С.374-388.

13. Тойбаева Ш.Д. Комплексная методика автоматизированного управления менеджментом качества предприятия Казахстана, Международный научный журнал SCITECHNOLOGY, Латвия, №21, 2019.

14. Utepbergenov I., Bobrov L., Medyankina I., Rodionova Z., Toibayeva Sh.D. About the Concept of Information Support System for Innovative Economy in the Republic of Kazakhstan// Recent Research in Control Engineering and Decision Making. ICIT 2019 Conference proceedings – Springer, Cham, 2019. Vol. 199. – P. 515-526

15. Waldemar W., Kubekov B, Naumenko V., Narynov S, Toibaeva S., Utegenova A, A.Project - Competency based approach and the ontological model of knowledge representation of the planned learning// INTL Journal of electronics and telecommunications, 2018. V.65, № 1, - P. 45-49

16. Утепбергенов И.Т., Бобров Л.К., Медянкина И.П., Родионова З.В., Тойбаева Ш.Д. О концепции создания системы информационной поддержки инновационной деятельности в Республике Казахстан// II Всероссийская научно-

техническая конференция с международным участием им. В. В. Губарева, «Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства», г. Новосибирск, 2018г.

17. Тойбаева Ш.Д., Баймухамбетова М.К., Корнаков А.В. Автоматизированные системы управления менеджментом качества, в условиях цифровизации// Международная научно-практическая конференция «Инновационные IT и Smart-технологии», посвященная 70-летнему юбилею профессора Утепбергенова И.Т., Алматы, 2019. – С. 242-250

18. Тойбаева Ш.Д., Утепбергенов И.Т., Корнаков А.В. Свидетельство о внесении в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом «Автоматизированная система управления менеджментом качества предприятия» №3129 от 03 мая 2019 года