

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

---

*На правах рукописи  
УДК 658.56:66*

**ТУРАЕВ Шавкат Абдикаюмович**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИК И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ  
КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ  
ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ  
(на примере Кокандского суперфосфатного завода)**

05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ,  
материалов и изделий»;

05.02.23 – «Стандартизация и управление качеством продукции»

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

**Ташкент - 2011**

Работа выполнена в Ташкентском государственном техническом университете имени Абу Райхана Беруни

**Научные руководители:** Заслуженный изобретатель Республики Узбекистан, доктор технических наук, профессор  
**ИСМАТУЛЛАЕВ Патхулла Рахматович**

доктор технических наук, доцент  
**АХМЕДОВ Барат Махмудович**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
**МУХАМЕДХАНОВ Улугбек Тургудович**

кандидат технических наук  
**БАНДЕНОК Елена Юрьевна**

**Ведущая организация:** **Узбекское агентство по стандартизации, метрологии и сертификации (Агентство «Узстандарт»)**

Защита состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании разового специализированного совета Д 067.07.01 при Ташкентском государственном техническом университете имени Абу Райхана Беруни по адресу: 100095, г.Ташкент, ул. Университетская, 2, ТашГТУ, ФЭА, ауд.418.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке Ташкентского государственного технического университета имени Абу Райхана Беруни (Ташкент, ул. Университетская, 2)

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

**Ученый секретарь  
специализированного совета  
доктор технических наук, профессор**

**АЗИМОВ Рахмат Каримович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

**Актуальность работы.** В современных условиях развития рыночной экономики основой устойчивого положения предприятия на рынке является выпуск продукции, соответствующей мировому уровню качества. Решение проблем обеспечения качества и конкурентоспособности продукции должно осуществляться на основе внедрения международных стандартов с использованием наиболее эффективного системного подхода к управлению качеством. Высокое качество продукции – весомая составляющая, определяющая ее конкурентоспособность. Без обеспечения стабильного качества, удовлетворяющего требованиям потребителей, невозможно рационально интегрировать национальную экономику в мировое хозяйство.

В этих условиях разработка и внедрение систем менеджмента качества (СМК) с оценкой их результативности и обеспечение конкурентоспособности продукции промышленных предприятий является актуальной задачей, имеющей важное народно-хозяйственное значение.

Принятие в последние годы ряд правительственных Постановлений, касающихся вопросов повышения качества продукции и конкурентоспособности производства как на внутреннем, так и на внешнем рынке (Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4058 от 28.11.2008 г. «О программе мер по поддержке предприятий реального сектора экономики, обеспечению их стабильной работы и увеличению экспортного потенциала», Постановлений Кабинета Министров РУз №349 от 22.07.2004 г. «О мерах по внедрению на предприятиях систем управления качеством, соответствующих международным стандартам», №183 от 29.08.2006 г. «О дополнительных мерах по внедрению на предприятиях систем управления качеством, соответствующих международным стандартам» и №173 от 19.06.2009 «О дополнительных мерах по расширению внедрения на предприятиях республики систем управления качеством, соответствующих международным стандартам») подчеркивает актуальность направления и выбранной темы диссертационной работы. Важность и её злободневность определили цель и задачи исследования.

**Степень изученности проблемы.** Анализ зарубежных и отечественных публикаций в трактуемой предметной области свидетельствует о том, что вопросы конкурентоспособности промышленных предприятий составляют предмет активных дискуссий в научной литературе. Особую значимость при этом имеют исследования, раскрывающие проблемы формирования конкурентоспособности промышленного предприятия под влиянием процессов управления качеством продукции.

Проблемы конкурентоспособности промышленного предприятия основаны на системном подходе к формированию рыночной экономики, которые нашли свое отражение в трудах У.Э.Деминга, К.Тагути, В.В.Леонтьева, Ю.В.Зорина, Б.Робертсона и др.

Концепция качества как основной составляющей конкурентоспособности наиболее полно раскрыта в научных исследованиях Н.Р.Юсупбекова, Б.М.Ахмедова, А.А.Абдувалиева, Г.Г.Азгальдова, В.Г.Версана, А.В.Гличева, П.Р.Исматуллаева, Г.Д.Крыловой, А.Н.Пахомова, Л.В.Перегудова, Р.А.Фатхудинова, А.В.Фейгенбаума, В.А.Швандара и др.

Вместе с тем, практическая значимость и недостаточная изученность проблем математического моделирования в управлении качеством продукции с

точки зрения формирования конкурентоспособности промышленного предприятия обуславливают необходимость разработки моделей конкурентоспособности на основе управления качеством производимой промышленной продукции.

#### **Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР.**

Работа выполнена в рамках Государственных научно-технических программ ҚХА-15-038: «Совершенствование систем стандартизации в сельском и водном хозяйстве Республики Узбекистан» и ҚХФЁ-4-04: «Разработка методов применения международных стандартов при сельскохозяйственном производстве Республики Узбекистан» и включена в сводные госбюджетные НИОКР кафедры «Метрология, стандартизация и сертификация» ТашГТУ.

**Цель исследования.** Цель работы состоит в разработке методик и алгоритмов управления качеством продукции предприятий химической промышленности на основе международных стандартов.

Для достижения поставленной основной цели исследования необходимо решить следующие конкретные и малоизученные задачи исследования:

- изучить существующие подходы к разработке и оценке результативности СМК и разработать порядок и инструменты контроля качества промышленной продукции;
- выявить предпосылки создания моделей, позволяющих определять влияние качества продукции промышленного предприятия на ее конкурентоспособность;
- построить математическую модель формирования конкурентоспособности промышленного предприятия;
- разработать методы и алгоритмы построения математических моделей качества продукции для решения задач обеспечения качества продукции на технологическом уровне контроля и управления производственными процессами;
- провести анализ влияния точности измерений на эффективность технологических процессов создания продукции и контроля ее качества.

**Объект и предмет исследования.** *Объектом диссертационного исследования* являются производимая продукция и функционирующая система управления качеством продукции промышленного производства. *Предметом исследования* является моделирование конкурентоспособности промышленного предприятия, разработка и внедрение систем менеджмента качества для основных структур промышленного производства.

**Методы исследований.** Для решения поставленных задач были использованы методы системного анализа, процессного подхода, многомерного анализа данных, методы статистического управления процессами, информационные модели управления качеством, методы анализа временных рядов, корреляционного анализа, теории чувствительности.

**Гипотеза исследования.** На основе анализа и обобщения современного состояния и тенденций развития систем менеджмента качества разработать и реализовать эффективные методики и алгоритмы управления качеством продукции предприятий химической промышленности.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- обоснование необходимости создания СМК, позволяющей определять влияние качества продукции промышленного предприятия на его конкурентоспособность;
- методика формирования СМК на основе первоначальной обработки

основных документов и регламентов технологических процессов промышленного предприятия;

– методика определения влияния составных технологических процессов и их взаимодействия на результативность ключевых процессов системы менеджмента качества;

– матричная модель формирования конкурентоспособности промышленного предприятия;

– методика установления взаимосвязей функций качества, влияющих на формирование конкурентоспособности предприятия;

– методика совершенствования деятельности промышленного предприятия по управлению качеством продукции.

**Научная новизна исследования.** Научная новизна диссертационного исследования заключается в теоретическом обобщении вопросов развития концепций управления качеством на промышленных предприятиях, а также научном осмыслении, разработке и реализации системы менеджмента качества на химическом предприятии. Наиболее существенные результаты, полученные в ходе исследования и являющиеся элементами приращения научного знания, сводятся к следующим положениям:

1. Обоснована методика разработки СМК промышленного предприятия, представляющая собой последовательность и взаимосвязь процедур и процессов и позволяющая выделить, идентифицировать и описать процессы СМК, построить схему последовательности и взаимодействия процессов, определить показатели оценки результативности функционирования СМК, а также разработать документацию по процессам системы менеджмента качества предприятия.

2. Построена математическая модель формирования конкурентоспособности промышленного предприятия.

3. Составлена оптимизационная модель управления качеством продукции промышленного предприятия.

4. Предложена методика установления взаимосвязей функций качества, влияющих на формирование конкурентоспособности промышленного предприятия.

5. Сформулирован подход к определению оптимальной частоты аналитического контроля качественных показателей производства продукции.

6. Разработан эффективный алгоритм поиска решения задачи определения допусков и граничных значений режимных переменных химико-технологического процесса, учитывающий особенности предложенной целевой функции в виде коэффициента сохранности производства.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Полученные результаты способствуют дальнейшему развитию научных основ формирования конкурентоспособности предприятия на основе методов математического моделирования технологических процессов производства и оптимизации управления качеством промышленной продукции, а также служат основой для оценки результативности действующих на предприятиях систем качества.

Прикладная значимость работы состоит в разработке методики и алгоритмов управления качеством продукции промышленного производства позволяющих повысить способность предприятия удовлетворять потребности потребителей. Полученные результаты способствуют дальнейшему развитию управления качеством продукции промышленных предприятий, создают основу для построения эффективных систем менеджмента качества.

Практическая значимость исследования заключается в том, что выводы,

положения и рекомендации, сформулированные в ходе выполнения диссертационной работы, ориентированы на широкое использование при осуществлении мероприятий, связанных с повышением уровня управления качеством конечной продукции производства.

#### **Реализация результатов.**

1. Методики повышения качества продукции и конкурентоспособности предприятия, разработанные в рамках созданных в соответствии с требованиями международных стандартов качества ISO системы успешно применены и внедрены на Кокандском суперфосфатном заводе, СП «OSIYO BATAREYA» и прошли сертификацию.

2. Результаты исследования внедрены в учебный процесс на кафедре «Метрология, стандартизация и сертификация» Ташкентского государственного технического университета по дисциплинам «Сертификация», «Контроль качества продукции и испытательное оборудование» и «Управление качеством», (по специальности 5521600 - «Метрология, стандартизация и сертификация» и 5524300 – «Менеджмент качества продукции»).

Фактический экономический эффект от реализации разработок диссертации на Кокандском суперфосфатном заводе составляет более 18 млн. сумов в год.

**Апробация работы.** Основные научные положения диссертации докладывались, обсуждались и получили поддержку и одобрение на: II научно-технической конференции «Молодёжь в развитии науки и техники» (Ташкент, 2002); республиканской научно-технической конференции «Стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш соҳасида кадрларни тайёрлаш, қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш муаммолари» (Ташкент, 2004); международной научно-технической конференции «Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства» (Ташкент, 2006); региональной Центрально-Азиатской международной конференции по химической технологии (Ташкент, 2007); республиканской научно-технической конференции «Современные технологии переработки местного сырья и продуктов» (Ташкент, 2007); World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation (Tashkent, 2008, 2010); РНТК «Технологии переработки местного сырья и продуктов» (Ташкент, 2008); VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии и экономика в машиностроении» (Юрга, 2009); международной научно-практической конференции «Проблемы формирования и внедрения инновационных технологий в условиях глобализации» (Ташкент, 2010); IV, V Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды» (Бийск, 2010, 2011).

**Опубликованность результатов.** По результатам выполненных исследований опубликовано 25 научных работ, в том числе 6 статей в ведущих отечественных и зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 135 страницах машинописного текста, в том числе 39 рисунков, 13 таблиц, библиографию из 108 наименований литературных источников, а также приложения, куда вынесены вспомогательные поясняющие материалы и акты внедрения и испытания разработок диссертации.

Пользуясь случаем, автор выражает глубокую благодарность – академику АН РУз, доктору технических наук, профессору Юсупбекову Н.Р., а также доктору технических наук, профессору Гулямову Ш.М. за научные консультации и помощь в выполнении работы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** дается обоснование актуальности решаемой научно-технической задачи; раскрыты научная новизна работы, значимость для науки и практики полученных результатов, а также отражена степень внедрения разработок диссертационной работы. Приведена краткая общая характеристика, показана структура и объем диссертационной работы.

**В первой главе** носящей обзорно-аналитический характер, с критических позиций рассмотрено современное состояние теории и практики управления качеством промышленной продукции, проанализированы действующие на предприятиях системы управления качеством, раскрыты тенденции развития и применения как за рубежом, так и на отечественных предприятиях международных стандартов по качеству.

Проанализировано современное состояние, основные аспекты и принципы внедрения системы менеджмента качества при управлении проектом разработки, внедрения и подготовки её к сертификации.

По результатам анализа подходов к разработке предложена следующая последовательность действий. Проект разработки, внедрения и подготовки к сертификации СМК следует осуществлять, используя принципы и методы менеджмента качества. Должны быть определены: входные и выходные данные проекта; состав и содержание основных стадий и этапов реализации проекта; выявлены цели и задачи для каждого этапа работ. Руководство предприятия должно продемонстрировать приверженность поставленным целям. В работу должен быть вовлечен весь персонал предприятия с четким распределением ответственности и полномочий всех участников работ. Все работы должны выполняться на основе процессного подхода, т.е. должны быть определены входные и выходные данные каждого этапа, измеряемые показатели и участники работ на каждом этапе, взаимодействие и взаимосвязь работ по этапам. Каждый процесс должен осуществляться в рамках принципа PDCA (Plan – планируйте, Do – делайте, Check – проверяйте, Act – действуйте), т.е. необходимо обеспечить: планирование работ, их выполнение и контроль результатов, разработку и осуществление корректирующих мероприятий по результатам выполнения, достижение на этой основе непрерывного улучшения процесса и СМК в целом. Должны быть определены требования к поставщикам и принципы взаимодействия с ними, а также требования к ресурсам.

В работе также проанализированы проблемы разработки и внедрения системы менеджмента качества, состоящие из: координации проектов, предназначенных для создания системы менеджмента; определения процессов, необходимых для системы менеджмента качества; выявления последовательности и взаимодействия процессов; отображения взаимодействия процессов различных видов; измерения результативности и эффективности процессов; подхода к внедрению СМК; определения факторов, влияющих на снижение эффективности внедрения СМК.

**Во второй главе** изложены разработки методики и алгоритма управления качеством продукции промышленного производства. Предложена методика внедрения СМК, соответствующая международным требованиям. Разработана структурная модель ее построения на предприятиях химической отрасли.

Одна из основных задач, которые необходимо было решить при создании СМК, – определение составных её элементов (процессов) и установление требований к ним.

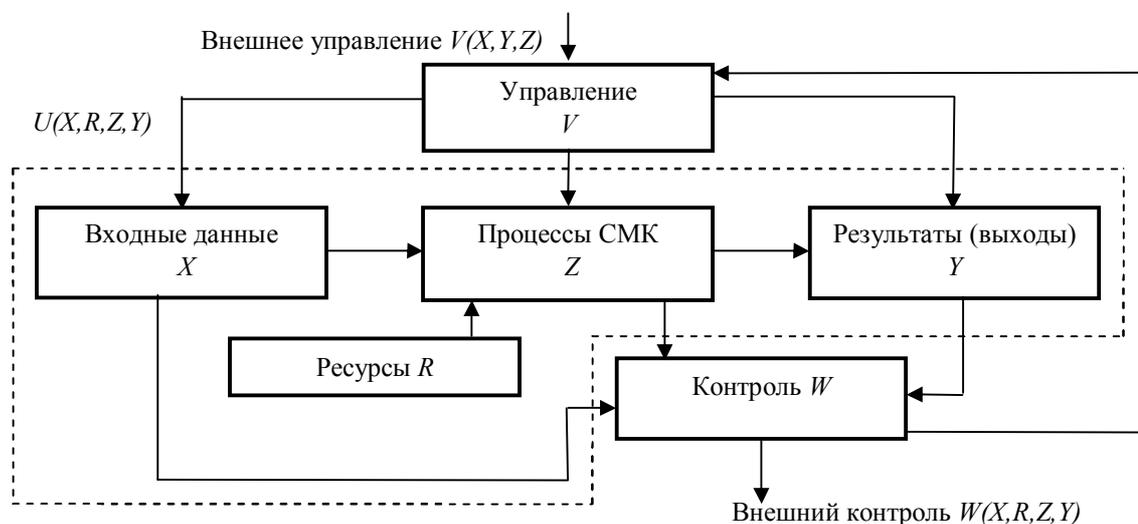
Один из возможных вариантов выявления и описания процессов выглядит как последовательность следующих действий:

- выявление процессов производства, последовательности, взаимосвязи и взаимодействия требуемых для менеджмента качества процессов с определением ключевых процессов систем;
- описание выхода процесса;
- определение критериев эффективного менеджмента данного процесса и выбор для них методики определения эффективности;
- определение входных и выходных документов по стадиям процесса, обеспечение информационных потоков, требуемых для эффективного управления и мониторинга;
- систематическое проведение корректирующих и предупреждающих действий, направленных на достижение целей процесса, определение порядка внесения изменений в процесс с целью его улучшения.

Такая последовательность действий обеспечивает системный подход к выявлению и описанию всех процессов, представляющих интерес для качества конечной продукции и для управления предприятием.

Для выявления бизнес-процессов, их эффективности, критериев, которые устанавливают оптимальность протекания процесса, нами использована концептуальная модель их описания.

Модель структурно-параметрического описания (СПО) процесса как «атомарной», сложной, вложенной (иерархической) системы (СВС) нижнего уровня, характеризуемой структурой, функциями, связями и эффективностью процесса представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Модель СПО процесса с функциями работа  $U(X, R, Z, Y)$ , мониторинг  $W(X, R, Z, Y)$  и менеджмент  $V(X, R, Z, Y)$ .**

При процессном подходе в СВС выделены главные процессы: «работа»  $U$ , мониторинг  $W$  и принятие решений  $V$  по устранению несоответствия объектов контроля (НОК).

Этот замкнутый цикл управления описывается множеством:

$$S_{PM} = \left\{ \left[ U_{PM}(X_{PM}, R_{PM}, Z_{PM}, Y_{PM}) \right], \left[ W_{PM}(X_{PM}, R_{PM}, Z_{PM}, Y_{PM}) \right], \left[ V_{PM}(X_{PM}, R_{PM}, Z_{PM}, Y_{PM}) \right] \right\}, \quad (1)$$

где  $U_{PM}(X_{PM}, R_{PM}, Z_{PM}, Y_{PM})$  – кортеж данных технологической операции, реализуемой на данном процессе;  $X_{PM}(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – сырье и материалы, информация о спросе и предложении, информация об объемах выпуска, объемах продаж, запасах на складе и т.д.;  $U_{PM}; R_{PM}(r_1, r_2, \dots, r_n)$  – реляционный список ресурсов для выполнения данной операции  $U_{PM}$ ;  $Z_{TO}(z_{11}, z_{12}, \dots, z_{1B})$  – реляционный список правил и режимов проведения данной операции  $U_{PM}$ ;  $Y_{PM}(y_1, y_2, \dots, y_1)$  – реляционный список показателей продукции.

–  $W_{PM} \left[ \begin{array}{l} X_{PM}(x_1, x_2, \dots, x_n), R_{PM}(r_1, r_2, \dots, r_n), \\ Z_{PM}(z_1, z_2, \dots, z_G), Y_{PM}(y_1, y_2, \dots, y_F) \end{array} \right]$  – кортеж данных мониторинга  $W_{PM}$ ,

здесь:  $X_{PM}$ ,  $R_{PM}$ ,  $Z_{PM}$  и  $Y_{PM}$  – реляционные списки соответствующих ресурсов, процессов и продукции;

–  $V_{PM} \left[ \begin{array}{l} X_{PM}(x_1, x_2, \dots, x_o), R_{PM}(r_1, r_2, \dots, r_n), \\ Z_{PM}(z_1, z_2, \dots, z_R), Y_{PM}(y_1, y_2, \dots, y_W) \end{array} \right]$  – кортеж данных управленческих

ресурсов  $V_{PM}$ ;  $X_{PM}$ ,  $R_{PM}$ ,  $Z_{PM}$  и  $Y_{PM}$  – реляционные списки ресурсов, процессов и продукции, требующихся для выполнения решений (планов).

Поскольку на одном процессе могут выполняться операции других маршрутов производства  $S_j$  (где  $j=1,2,\dots,n$ ;  $n$  – количество видов продукции, изготавливаемой на данном процессе), общая загрузка процесса определяется суммированием ресурсов, процессов и результатов по каждому Т-маршруту в соответствии с выражением:

$$S_{PM} = \sum S_j [U_j(X_j, R_j, Z_j, Y_j), W_j(X_j, R_j, Z_j, Y_j), V_j(X_j, R_j, Z_j, Y_j)]. \quad (2)$$

Здесь применены те же обозначения, что и в выражении (1).

Для перехода от описания функций процесса к описанию структуры процесса подразделений и предприятий предложены схемы компоновки не из процесса подразделений, а из подразделений – предприятия.

На основе изучения основных требований международного стандарта разработан алгоритм и методика внедрения СМК химического предприятия.

Алгоритм построения системы менеджмента качества химического предприятия состоит из следующих этапов:

*I. Подготовительный этап разработки и внедрения системы менеджмента качества. Результат:* первоначальная подготовка и осознание персоналом необходимости разработки и внедрения СМК, определение стратегических целей в области управления качеством, издание приказа о подготовке предприятия к освоению СМК.

*II. Проектирование системы менеджмента качества. Результат:* разработка и утверждение плана по формированию СМК и включение его в общий план работы химического предприятия.

*III. Документирование системы менеджмента качества. Результат:* разработка и внедрение политики в области качества, карты процессов и документации СМК, информационная модель СМК и интеграция ее в корпоративную сеть предприятия.

*IV. Внедрение системы менеджмента качества. Результат:* подача заявки в орган по сертификации СМК.

*V. Сертификация системы менеджмента качества. Результат:* получение сертификата соответствия, обеспечение функционирования и постоянное улучшение СМК.

Данные этапы являются универсальными и могут быть использованы

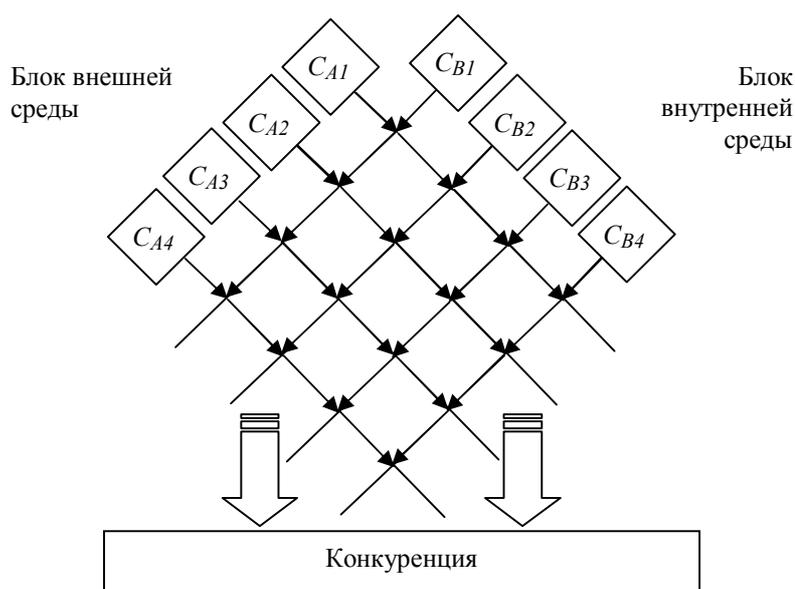
предприятиями различного профиля и масштаба. В работе разработана структурная модель СМК, которая отражает взаимосвязь ее процессов с определением области деятельности и задач структурных подразделений химического предприятия. Данная модель основана на методологии функционального моделирования IDEF. При ее построении использованы следующие условные обозначения:  $M_1-M_8$  – материальные потоки;  $I_1-I_{23}$  – информационные потоки. Структурная модель позволяет максимально охватить требования международных стандартов ISO серии 9000. Поскольку стандарты универсальны, то данная модель имеет прикладной характер и может быть использована при построении структурной модели СМК на любом промышленном предприятии.

СМК уникальна для каждого отдельного предприятия и может эффективно функционировать только тогда, когда четко определены присущие ей цели и политика в области качества, а также виды деятельности и ответственность. Разработанный нами комплекс мероприятий, рекомендаций и предложений по внедрению СМК химического предприятия позволяет повысить уровень качества производимой продукции.

Таким образом, цель и задачи исследования получили свое логическое завершение в развитии и обосновании методических и практических положений внедрения СМК химического предприятия.

**Третья глава** посвящена вопросам моделирования конкурентоспособности предприятия на основе автоматизированного контроля и управление качеством конечной продукции. Проанализированы основные направления улучшения качества продукции и производства в целом; раскрыты понятия конкуренции и конкурентоспособности, обеспеченных качеством производимого продукта. Рассмотрено взаимодействие всех внутренних групп предприятий, составляющих укрупненные блоки производства продукции, проведен анализ их деятельности в области качества, определена доля участия представителей каждого из блоков в формировании конкурентоспособности производителя.

Основных участников формирования качества продукции можно объединить в два блока: внешней и внутренней среды (рис. 2).



**Рис. 2. Схема взаимодействия структур, обеспечивающих качество продукции.**

Для установления конкурентоспособности предприятия выбрана разветвленная схема характерных факторов, в соответствии с которой уровень конкурентоспособности определяется несколькими блоками.

Поставленная задача содержит в себе количественные показатели. Структуры внешней и внутренней среды осуществляют виды деятельности, связанные с функциями качества, которые определены как характерные факторы и распределены в виде разветвленной схемы.

Установленные числовые значения конечного использования функции качества могут быть применены для анализа и принятия решений. Учет выполнения функции, обеспечивающей ее полезность для предприятия, проводится по выданным выходным документам того предприятия, услугами которого (добровольно или в обязательном порядке, в соответствии с существующим законодательством) пользовалось оцениваемое предприятие.

Определенные в соответствии с вышеприведенной методикой проблемы, связанные с недостаточным выполнением установленных функций качества, побудили нас к разработке методики (алгоритма) обнаружения и устранения существующих недоработок – методики совершенствования деятельности химического предприятия по управлению качеством производимой продукции.

Блок внешней среды. Первая группа элементов блока ( $C_{A1}$ ) – правительство, государственные органы исполнительной власти, отраслевые и межотраслевые государственные органы и организации. Сюда входят структуры, которые определяют политику рынка, законодательную, нормативную базу, а также структуры, обеспечивающие общие условия оборота продукции. Вторая группа ( $C_{A2}$ ) – региональные структуры управления, непосредственно проводящие политику качества на местах. Третья группа ( $C_{A3}$ ) – организации рыночных формирований. Это – созданные структуры, обеспечивающие выполнение установленных законодательством требований к качеству реализуемой продукции. Четвертая группа ( $C_{A4}$ ) – организации и учреждения, занимающиеся научными исследованиями и обучением.

Блок внутренней среды. Первая группа элементов блока ( $C_{B1}$ ) – юридические и физические лица, непосредственно занятые производством продукции. Вторая группа ( $C_{B2}$ ) – организации производственной инфраструктуры, цель работы которых – обеспечение производителей химической продукции электричеством, теплом, транспортом, оборудованием, приборами и т. д. Третья группа ( $C_{B3}$ ) – сфера торговли: выполнение дилерских и дистрибьюторских услуг. Четвертая группа ( $C_{B4}$ ) – отделы учета и бухгалтерия.

Элементы внешней и внутренней среды являются составляющими матрицы формирования конкуренции химической отрасли:

$$K_p = C_A \cdot C_B = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{pmatrix} \cdot (b_1 \quad b_2 \quad b_3 \quad b_4) = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где  $C_A$  – матрица функций качества, выполняемых группами блока внешней среды;  $C_B$  – матрица функций качества, выполняемых группами блока

внутренней среды;  $a_i$  – функции качества, закрепленные за блоком внешней среды,  $i = \overline{1;4}$ ;  $b_j$  – функции качества, закрепленные за блоком внутренней среды,  $i = \overline{1;4}$ ;  $c_{ij} = a_i \cdot b_j$  – функциональный показатель взаимодействия элемента  $C_{A_i}$  блока внешней среды и элемента  $C_{B_j}$  блока внутренней среды;  $i = \overline{1;4}$ ,  $j = \overline{1;4}$ .

Каждый из элементов данной матрицы показывает степень взаимодействия структур, формирующих, определяющих и оценивающих качество производимой химической продукции.

В работе описан блок «Характеристики продукции» и построена модель формирования конкурентоспособности химического предприятия.

Уровень конкурентоспособности химического предприятия ( $Y_{кк}$ ) в общем виде может быть представлен следующим образом:

$$Y_{кк} = \vec{\Pi}_\Pi \cdot K_p, \quad (4)$$

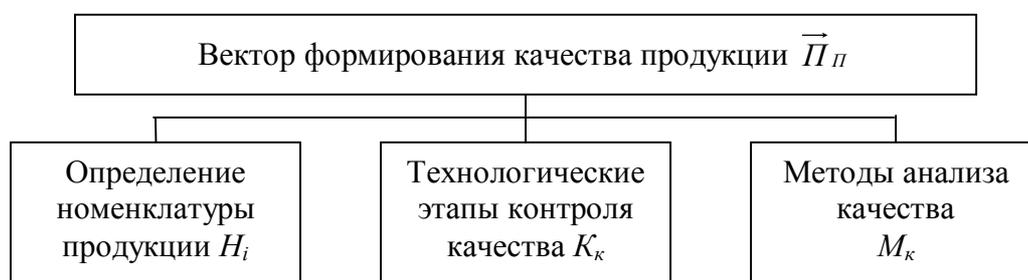
где  $\vec{\Pi}_\Pi$  – вектор формирования качества продукции производимой химической предприятием;  $K_p$  – матрица формирования конкуренции в химическом секторе.

Вектор формирования качества продукции отражает интересы производителя, границы экономического жизненного цикла продукции с востребованными и заранее определенными качественными свойствами, характеризует степень реального или потенциального удовлетворения конкретной потребности по сравнению с аналогичной продукцией. Он состоит из трех составляющих: номенклатуры продукции  $H_i$ , технологических этапов контроля качества  $K_k$  и методов анализа качества продукции  $M_k$  (рис. 3).

Вектор формирования качества продукции может быть представлен в виде произведения соответствующих матриц, определяющих номенклатуру продукции, технологические этапы контроля качества и методы анализа качества продукции:

$$\vec{\Pi}_\Pi = H_i \cdot K_k \cdot M_k. \quad (5)$$

Номенклатура продукции ( $H_i$ ) подразумевает: стандартизацию ( $H_{i1}$ ), органолептические показатели качества ( $H_{i2}$ ), физико-химические показатели качества ( $H_{i3}$ ), показатели безопасности продукции ( $H_{i4}$ ).



**Рис. 3. Составляющие вектора формирования качества продукции.**

Показатель качества для номенклатуры продукции выражается матрицей:

$$H_i = (H_{i1} \ H_{i2} \ H_{i3} \ H_{i4}). \quad (6)$$

Блок процедуры контроля качества продукции ( $K_k$ ) включает в себя

систему контроля качества ( $K_{k1}$ ), технические сферы деятельности ( $K_{k2}$ ), технологию обеспечения и организацию контроля качества ( $K_{k3}$ ), методы реализации технических работ ( $K_{k4}$ ). Показатель представленных технологических этапов контроля качества продукции выражается матрицей:

$$K_k = (K_{k1} \quad K_{k2} \quad K_{k3} \quad K_{k4}). \quad (7)$$

Методы анализа качества ( $M_k$ ) включают: анализ требуемого уровня качества ( $M_{k1}$ ); анализ продукции ( $M_{k2}$ ); анализ влияния процесса и методики ( $M_{k3}$ ); анализ соотношения между качеством и затратами ( $M_{k4}$ ). Показатель выполнения методов анализа качества продукции выражается матрицей:

$$M_k = (M_{k1} \quad M_{k2} \quad M_{k3} \quad M_{k4}). \quad (8)$$

Данное равенство записывается в матричном виде как:

$$\vec{P}_\Pi = (H_{i1} \quad H_{i2} \quad H_{i3} \quad H_{i4}) \cdot \begin{pmatrix} K_{k1} \\ K_{k2} \\ K_{k3} \\ K_{k4} \end{pmatrix} \cdot (M_{k1} \quad M_{k2} \quad M_{k3} \quad M_{k4}), \quad (9)$$

$$\vec{P}_\Pi = (P_1 \quad P_2 \quad P_3 \quad P_4), \quad (10)$$

где  $P_i = H_k \cdot M_{kt}$ ;  $H_k = \sum_{t=1}^4 H_{it} \cdot K_{kt}$ ,  $t = \overline{1;4}$ .

Раскрывая матрицу формирования конкуренции в химическом секторе, уровень конкурентоспособности химической предприятия представим в следующем виде:

$$Y_{кx} = \vec{P}_\Pi \cdot K_P = \vec{P}_\Pi \cdot \|c_{ij}\| = (P_1 \quad P_2 \quad P_3 \quad P_4) \cdot \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} \end{pmatrix} \quad (11)$$

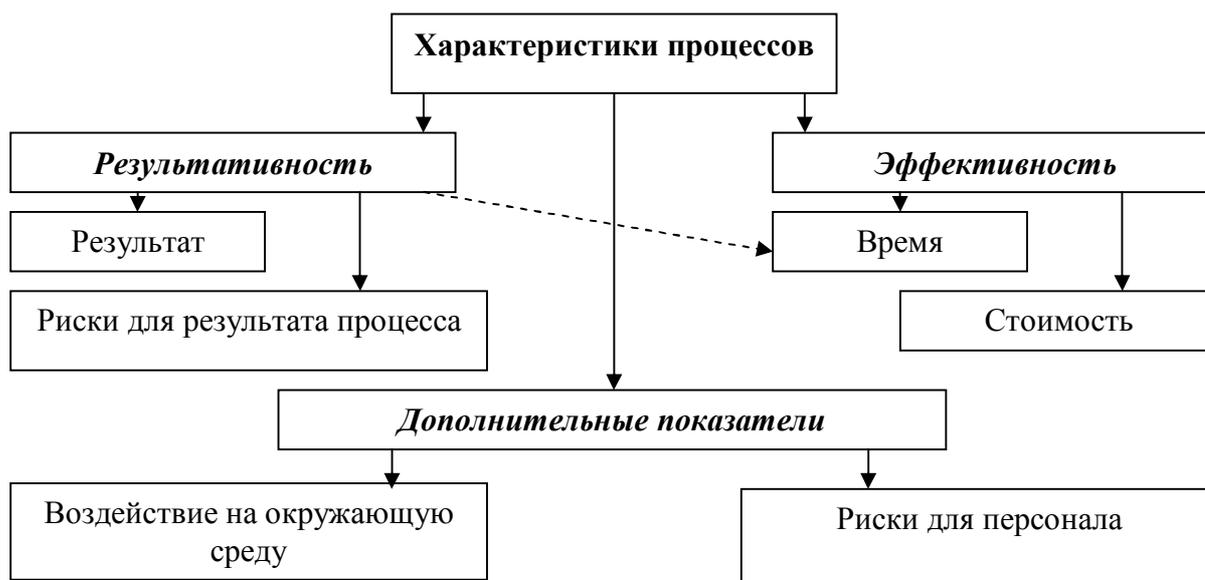
или

$$Y_{кx} = \left( \sum_{i=1}^4 P_i \cdot c_{i1} \quad \sum_{i=1}^4 P_i \cdot c_{i2} \quad \sum_{i=1}^4 P_i \cdot c_{i3} \quad \sum_{i=1}^4 P_i \cdot c_{i4} \right). \quad (12)$$

Модель конкурентоспособности химического предприятия отражает взаимодействие структур, влияющих на производство качественной продукции, учитывая вместе с тем характеристики непосредственно производимого продукта.

Обобщив методы мониторинга и измерения процессов СМК, можно выстроить определенный алгоритм, по которому следует проводить анализ процессов с целью выявления критериев и методов мониторинга и измерения. Процессы СМК могут быть оценены по следующим группам характеристик (рис. 4):

- результативность процесса: достижение запланированного результата и риски процесса (вероятность достижения запланированного результата);
- эффективность процесса: стоимость (затраты, связанные с выполнением процесса) и время, затраченное на процесс;
- дополнительные характеристики процесса: воздействие на окружающую среду, потенциальные риски для персонала и др.



**Рис. 4. Характеристики процессов.**

Время, затраченное на выполнение процесса, обычно характеризует его эффективность, но в ряде случаев его следует отнести к характеристикам результативности.

**В четвертой главе** рассматриваются вопросы реализации систем автоматизированного контроля и управление качеством продукции.

Формальное отождествление систем “первичный измерительный преобразователь – объект контроля” с динамическими системами при детерминистском подходе приводит к математическим моделям, принадлежащим к узкому классу дифференциальных уравнений в пространстве состояний. Последовательность смен состояний, обусловленная некоторым тестовым воздействием, полностью характеризует свойства системы. Например, метод тестовых переходных процессов реализуется путем возбуждения переходного процесса в системе “первичный измерительный преобразователь – объект контроля”, причем преобразуемая величина воздействует на параметры системы, изменяя ее переходную характеристику в пространстве состояний.

Таким образом, взаимодействие средств измерения с объектами измерений может быть качественно представлено моделями общей теории систем. Формирование операционных значений основано на простейших процессах: опознания, упорядочения, счета и сравнения. Выделение определенной группы свойств из все совокупности свойств объекта связано с преобразованием воздействия на систему. Зависимость между “входной”  $s(x)$  и “выходной”  $f(x)$  величинами (сигналами) для линейных систем определяется интегральным уравнением типа свертки

$$h(x, \zeta) * s(x) = f(x), \quad (13)$$

где  $h(x, \zeta)$  - ядро интегрального оператора, иногда называемое аппаратной или весовой функцией системы.

В большинстве математических моделей линейных физических систем ядро  $h(x, \zeta)$  является разностным:  $h(x, \zeta) = h(x - \zeta)$ . Это соответствует тому, что отклик системы не зависит от точки приложения воздействия (является инвариантным к сдвигу). Принимая свойства однородности только как локальные при

полилинейных отображениях, введем в символическую форму записи (13) некоторую бинарную операцию над сигналами, понимая под последними сигналы в вышеуказанном смысле,

$$h(x, \zeta) \circ s(x) = f(x). \quad (14)$$

Пусть  $s_1$  и  $s_2$  - два различных сигнала или две составляющие многомерного сигнала  $s$ , а  $R$  - некоторое отношение между ними ( $s_1 R s_2$ ). Отличительная особенность (с позиций теории измерений) модели взаимодействия средства измерения с объектом измерений от собственно динамических систем заключается в том, что преобразование сигнала аппаратной функцией прибора должно сохранять отношение  $R$  с точностью до некоторого линейного и однозначного отображения  $\varphi$  (т.е. обеспечивать единственность представления  $R$  в классе эквивалентных шкал):

$$h \circ (s_1 R s_2) = (\varphi(h) \circ s_1) R (\varphi(h) \circ s_2). \quad (15)$$

Понятие “бинарная операция” в измерительном процессе предполагает существование отношений эквивалентности “ $\approx$ ” и частотной упорядоченности “ $\prec$ ”, по которым и осуществляется идентификация состояний системы.

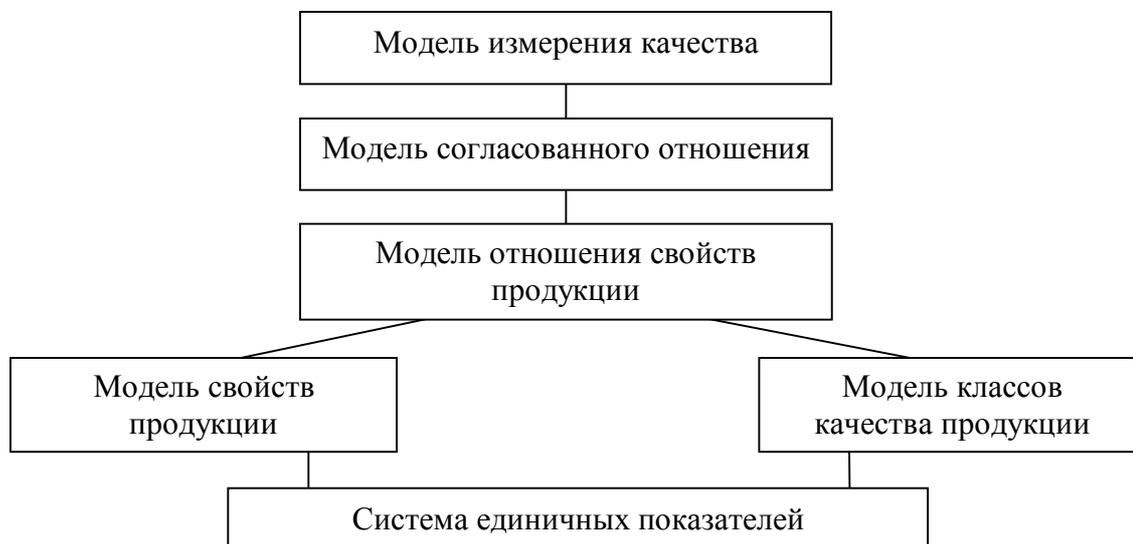
Действительно, если чувствительность измерительного устройства к сигналам  $s$  и  $s'$  отлична от нуля и эти сигналы обладают свойством подстановки в соотношение (15) при фиксированной аппаратной и некоторой области определения отношения  $D(R)$ , то состояния, соответствующие сигналам  $s$  и  $s'$ , отождествляются, что и выражается в эквивалентности  $s \approx s'$ . Здесь отношение  $R$  в области определения  $D(R)$  характеризуется множеством  $R$  таких сигналов или составляющих многомерного сигнала, для которых это отношение выполняется. Очевидно, что в зависимости от вида аппаратной функции и области определения отношения существует множество отношений эквивалентности с отношением включения, ( $\approx_1 \subset \approx_2$ ) т.е. возможно существование, например, таких  $h_1$  и  $h_2$  либо  $D_1(R)$  и  $D_2(R)$ , что из условия выполнения соотношения (15) в одной системе следует справедливость того же соотношения и для другой системы. При этом для двух близких, но различающихся по некоторому вспомогательному параметру, линейно независимых аппаратных функций из ( $\approx_1 \subset \approx_2$ ) следует  $D_2(R) \subseteq D_1(R)$ .

Операции объединения выходных сигналов соответствует объединение областей  $D_1(R) \cup D_2(R) \supseteq D_1(R) \supseteq D_2(R)$ , отсюда при  $D_1(R) \cap D_2(R) \neq \emptyset$  следует возможность получения лучшего разрешения состояний системы путем выделения “более тонкого” отношения эквивалентности  $\approx$ , такого, что ( $\approx \subset \approx_1 \subset \approx_2$ ).

Идентифицируемая система наблюдается при этом в терминах взаимосвязей между элементами множества  $F$ , что и определяет сущность алгебраического метода измерения. С увеличением числа переменных, необходимых для описания состояния системы, эффективность алгебраических методов идентификации возрастает. Физическая модель системы ”первичный преобразователь – объект контроля “ во многих случаях определяется взаимодействием в сплошной среде, и такая система не может быть характеризована конечномерным пространством состояния.

Эффективность такой алгебраизации зависит от возможности формирования подходящего и локально аппроксимирующего алгебраического подмножества, отсчетов для некоторого упорядоченного множества отсчетов при ненулевой чувствительности последних к измеряемым параметрам.

В работе в качестве иллюстрации приведены примеры технической реализации процессов измерения на основе алгебраического метода и рассмотрена методика построения моделей качества продукции. На основе анализа процессов оценки качества, предложена структура модели качества (рис. 5), элементы которой взаимосвязаны между собой в соответствии с известным блочным принципом математического моделирования.



**Рис. 5. Структура модели качества.**

Модель включает в себя следующие основные элементы:

- система единичных показателей  $X = \{x\}$ ;

- модель классов качества

$$F_1 : C \rightarrow D_{xc}; I < c \rangle = \{X | (c, x) \in I\},$$

где  $D_{xc}$  - множество значений показателей  $X$ , отражающих классы качества  $c \in C$ ;

$I < c \rangle$  - образ бинарного отношения эквивалентности  $I$  через элемент  $c$ ;

- модель свойств

$$F_2 : S \rightarrow D_{xs}; I < s \rangle = \{X | (s, x) \in I\},$$

где  $D_{xs}$  - множество значений показателей  $X$ , характеризующих свойства  $s \in S$ ;

- модель отношений свойств продукции

$$F_3 : H_1 \rightarrow H_2; (S_k, S_r) \in H_1; (I < S_k \rangle, I < S_r \rangle) \in H_2,$$

где  $H_1, H_2$  - бинарные отношения слабого упорядочения;

- модель согласованных отношений для группы  $l$  существенных признаков качества

$$H_2 = F(H_2^1, H_2^2, \dots, H_2^l);$$

- модель измерения качества в заданной шкале

$$f(I < c \rangle, I < s \rangle) = v(I < c \rangle) - v(I < s \rangle),$$

где  $f, v$  - вещественные функции.

Структура используемых моделей качества определяется, в первую очередь, целевым назначением системы контроля и управления, а также свойствами исследуемого технологического объекта.

Характерной особенностью промышленных производств, в том числе и производств химической продукции, является значительный объем аналитического контроля. Поэтому получение какой-либо продукции или полуфабрикатов

рассматривается как совокупность двух процессов: технологического процесса производства (ТПП) и технологического процесса контроля (ТПК).

Обычно управление ТПП сводится к поддержанию значений режимных переменных в пределах заданных допусков. Использование моделей классов качества на основе допусков обусловлено в данном случае следующими обстоятельствами: участие человека-оператора в контуре управления (он может лишь поддерживать эти значения в пределах определенных интервалов) многокритериальность задач управления качеством.

Важным резервом совершенствования организации ТПК является рациональное распределение ресурсов по проведению анализов в различных точках технологической схемы (в частности, обоснованный выбор частоты аналитического контроля производства).

Таким образом, с учетом обоснований вероятностного критерия задача управления качеством конечной продукции в процессе производства формулируется в виде:

$$\begin{cases} P(Y \in D_y | X \in \{\cap_i [x_{iH}, x_{iB}]\} \subset D_x) \rightarrow \max, \\ f_r(\{x_{iH}\}, \{x_{iB}\}, \{N_j\}) \leq B_r; \quad r = \overline{1, u}; \quad i = \overline{1, m}, \end{cases} \quad (16)$$

где  $P(L)$  - вероятность события  $L$ ;  $N_j$  - частота аналитического контроля (число аналитических измерений в сутки) в  $j$ -ой точке технологической схемы;  $B_r$  - выделенный ресурс  $r$ -ого рода (трудоемкость контроля, стоимость контроля и т.д.).

При определении допусков и граничных значений переменных рассмотрены два случая: неопределенность закона распределения вектора режимных переменных; нормальность закона распределения указанного вектора.

Первый случай характерен при отработке технологического процесса, особенностями которого являются широкие интервалы варьирования значений переменных, неопределенность законов их распределения, большой объем экспериментальных данных, отвечающих различным классам качества готовой продукции.

Нахождение оптимальных допусков формулируется как задача нелинейного программирования без ограничений:

$$\begin{aligned} \bar{w} &= \max w(X_c), \\ \{X_c\} &\in D_x, \end{aligned} \quad (17)$$

причем,  $w(X_c) = 0$ , если  $X_c \notin D_x$ .

Здесь:  $w$  - размер образца;  $X_c$  - вектор координат центра допусков.

Запись  $w(X_c)$  означает, что для любого вектора  $X_c$  можно найти значение  $w$ , хотя функциональная зависимость между ними неизвестна. Для решения задачи (14) использован метод прямого поиска Хука-Дживса.

Второй случай (нормальность закона распределения вектора переменных) справедлив при описании режима нормальной эксплуатации технологического оборудования. Допустимая область изменения переменных аппроксимирована многомерным эллипсоидом  $E_g$ , уравнение которого имеет вид:

$$\overset{\circ}{X}^T R^{-1} \overset{\circ}{X} = r_{\min}, \quad (18)$$

где  $R = \{r_{ij}\}$ ;  $i, j = \overline{1, m}$  - матрица центральных вторых моментов связей;  $\overset{\circ}{X}$  - вектор-столбец переменных, компоненты которого центрированы относительно математического ожидания;  $r_{\min}$  - минимальное значение правой части уравнения,

полученное подстановкой в (17) координат вектора экспериментальных точек  $X \notin D_x$ .

Случайные изменения компонентов вектора  $X$  характеризуются эллипсоидом рассеивания  $E_x$ , описываемым уравнением:

$$\hat{X}^T K^{-1} \hat{X} = const, \quad (19)$$

где  $K = \{k_{ij}\}$ ;  $i, j = \overline{1, m}$  - ковариационная матрица случайного вектора  $X$ ;  $\hat{X}$  - вектор-столбец переменных, компоненты которого центрированы относительно центра бруса допусков.

Задача заключается в нахождении максимального по объему эллипсоида  $E_{x_{\max}}$ , соосного с  $E_x$ , но не выходящего за пределы эллипсоида  $E_g$ . Для решения данной задачи левые части уравнений эллипсоидов (18) и (19) представляются частичными суммами ряда Тейлора (соответствующая  $E_g$  - до членов разложения первого порядка, соответствующая  $E_x$  - до членов второго порядка включительно). При этом процедура построения  $E_{x_{\max}}$  сводится к итерационному решению задачи с выпуклой целевой функцией и линейным ограничением типа равенства:

$$\begin{aligned} \varphi(K, \overset{\circ}{X}_0) + \sum_{i=1}^m \varphi'_i(K, \overset{\circ}{X}_0) \delta_i + \sum_{i=1}^m \varphi''_{ii}(K, \overset{\circ}{X}_0) \delta_i^2 + \sum_{i=1}^{m-1} \left[ \sum_{j=i+1}^m \varphi''_{ij}(K, \overset{\circ}{X}_0) \delta_i \right] \delta_i \rightarrow \max; \\ f(R, \overset{\circ}{X}_0) + \sum_{i=1}^m f'_i(R, \overset{\circ}{X}_0) \delta_i = r_{\min}, \end{aligned} \quad (20)$$

где  $f(R, X)$ ,  $\varphi(K, X)$  - левые части уравнений (18) и (19) соответственно;  $f'_i(R, \overset{\circ}{X})$ ,  $\varphi'_i(K, \overset{\circ}{X}_0)$ ,  $\varphi''_{ij}(K, \overset{\circ}{X}_0)$  - значения первой и второй смешанной производных в точке  $X_0$ ;  $\delta_i$  - приращения аргумента  $x_i$ .

Для решения задачи (20) использован метод неопределенных множителей Лагранжа, который в данном случае приводит к необходимости решения системы линейных алгебраических уравнений.

В работе предложено определять частоту аналитического контроля из условия максимизации коэффициента сохранения эффективности производства при наличии ограничений на ресурсы с учетом важности аналитических измерений в различных точках технологической схемы.

Математическая модель этой задачи имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi(N_1, N_2, \dots, N_n) \rightarrow \max; \\ \sum_{j=1}^n \beta_{ij} N_{ij} \leq \theta_i; \quad i = \overline{1, u}; \\ N_j > 0; \quad N_j - \text{целые}; \quad j = \overline{1, n} \end{array} \right. \quad (21)$$

где  $\Phi(N_1, N_2, \dots, N_n)$  - коэффициент сохранения эффективности производства;  $\beta_{ij}$  - коэффициенты уравнений ограничений, физический смысл которых определяется условиями конкретной задачи (например,  $\beta_{1j}$  - трудоемкость контроля в  $j$ -ой,  $\beta_{2j}$  - стоимость контроля в  $j$ -ой точке и т.п.);  $N_j$  - число аналитических измерений и определений в сутки (частота контроля) для  $j$ -ой контролируемой точки;  $\theta_i$  - резерв по  $i$ -ому ресурсу.

Целевая функция задачи (21) с учетом допущений о характере случайных процессов в точках контроля записывается в виде:

$$\Phi = \frac{1}{\prod_{i=1}^k a_i} \sum_{i=1}^k \Phi_i, \quad (22)$$

где  $\Phi_1 = a_1 p_1$ ;

$$\Phi_i = a_i p_i \left(1 + \sum_{j=1}^{i-1} \Phi_j\right); \quad i = \overline{2, k}; \quad P_i = \prod_{j=n_{i-1}+1}^{n_{i-1}+n_i} \frac{N_j}{\alpha_j} \left[1 - \exp\left(-\frac{\alpha_j}{N_j}\right)\right]; \quad i = \overline{1, k};$$

$n_i$  - количество контролируемых точек в  $i$ -ой группе, причем,  $n_0 = 0$ ,  $n_i = \sum_{i=1}^k n_i$ ;  $a_i$  - коэффициент важности контроля для  $i$ -ой группы;  $P_i$  - вероятность того, что значения показателей качества  $i$ -ой группы находятся в пределах допусков;  $\alpha_j$  - плотность потока выхода значений показателей за допуск в  $j$ -ой контролируемой точке,

В работе рассмотрен более общий вариант задачи оптимизации частоты контроля на основе условных вероятностей

$$P = P(Q_{n+1, 2n} | Q_{1,n}); \quad Q_{1,2n} = \{Q_{1,n}, Q_{n+1,2n}\}, \quad (23)$$

где  $Q_{1,2n} = \{q_i\}$ ;  $i = \overline{1, 2n}$  - вектор показателей качества в точках контроля технологической схемы производства;  $q_1, q_2, \dots, q_n$  - значения показателей качества в первой, второй, ...,  $n$ -ой точке в момент времени  $t_0$ ;  $q_{n+1}, q_{n+2}, \dots, q_{2n}$  - значения показателей в тех же точках в моменты времени  $(t_0 + T_1), (t_0 + T_2), \dots, (t_0 + T_n)$  соответственно;  $T_j$  - период контроля в  $j$ -ой точке.

Для оценки влияния погрешностей средств измерений (СИ) на параметры технологического процесса использованы методы теории чувствительности. Предполагается, что точностные показатели технологического процесса определяются косвенным методом – путем измерения  $n$ -ого количества параметров, характеризующих процесс, и параметр  $x_i (i = 1, \dots, n)$  регулируется (настраивается) в случае его отклонения от номинального значения  $x_{Hi}$ . Очевидно, максимальная точность технологического процесса достигается при параметрах, имеющих номинальные значения, т.е. при  $x_i = x_{Hi} (i = 1, \dots, n)$ .

Известно, что погрешность средств измерений (СИ)  $\Delta x$  не остается постоянной, а существенно меняется во времени. Изменение погрешности СИ во времени в зависимости от применяемых СИ описывается случайной функцией, имеющей плотность распределения вида:

$$f_{cu}(\Delta x, t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta(t)} \exp\left[-\frac{\Delta x^2}{2\delta^2(t)}\right], \quad (24)$$

где  $\delta(t) = \sigma_0 + B \cdot t$ ;  $\sigma_0$  - среднее квадратическое отклонение погрешности ансамбля СИ, признанных работоспособными при последней поверке;  $t$  - время, прошедшее от последней поверки СИ;  $B$  - коэффициент, характеризующий скорость возрастания погрешности СИ.

Как следует из приведенных зависимостей, погрешности измерений существенно влияют на точностные показатели технологического процесса, особенно при больших значениях и низкой метрологической надежности СИ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты работы заключаются в следующем:

1. Разработана методика разработки и внедрения СМК предприятия, предусматривающая последовательное выполнение процедур СМК для химического предприятия с учетом построения схем последовательности и их взаимодействия, а также показателей оценки их результативности.
2. Построена математическая модель взаимосвязи процессов СМК с учетом изменения входных параметров и влияния их на показания выходного параметра для определения его результативности.
3. Разработана матрица формирования конкуренции, характеризующая степень взаимодействия и определение функций внешней и внутренней среды влияющих факторов на конкурентоспособность.
4. Разработана оптимизационная модель частоты измерения показателей продукции с целью контроля и управления его качества, на основе анализа влияния характеристик процессов.
5. Осуществлена алгебраизация математических моделей процесса измерения, позволяющая качественно представить взаимодействие средств измерения с объектами измерений посредством моделей общей теории систем.
6. Разработана методика контроля качества продукции по модели, построенной на основе блочного принципа математического моделирования.
7. Предложена и описана структура модели качества, которая определяется целевым назначением системы контроля и управления технологическими объектами, обоснована декомпозиция задачи управления качеством продукции и задачи управления технологическим процессом на основе допусков и распределения ресурсов контроля.
8. Предложены показатели эффективности метрологического обеспечения предприятия, позволяющие определить влияние точностных характеристик методов и средств измерений на эффективность технологических процессов и контроля качества продукции, учитывающие метрологическую надежность средств измерений и достоверность их поверки.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М. Рақобатбардош маҳсулотларни етиштириш – давлат экспорт салоҳиятини ошириш омили // Фан ва техника тараққиётида ёшлар: иқтидорли талабаларнинг иккинчи илмий-амалий анжумани. 2-қисм, -Тошкент, 2002. – Б. 43.
2. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М. Разработка методологии создания компьютерных систем управления качеством продукции, соответствующих требованиям стандартов ИСО серии 9000:2000 // “Стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш соҳасида кадрларни тайёрлаш, қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш муаммолари” Республика илмий-амалий анжумани. Тезислар тўплами. -Тошкент, 2004. – Б. 39.
3. Тураев Ш.А. Стандартизация учебных объектов // Стандартлаштириш, метрология ва сертификатлаштириш соҳасида кадрларни тайёрлаш, қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш муаммолари: Республика илмий-амалий анжумани. Тезислар тўплами. -Тошкент, 2004. – Б.72.
4. Тураев Ш.А. Производство конкурентоспособной продукции на предприятиях химической отрасли с учетом внедрения требований систем менеджмента качества // Труды международной научно-технической конференции «Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства» Том 1, -Ташкент, 2006. -С.47-49.
5. Тураев Ш.А., Хайруллаев М.Н. Автоматизированная система управления качеством // Toshkent davlat texnika universiteti, “Texnika yulduzlari”, -Ташкент, 2006, №3 –С.30-32.
6. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М. Система управления качеством // Научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». - Ташкент, 2006. - № 6. - С. 85-90.
7. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М. Определение конкурентоспособности процессов химических предприятий с учетом внедрения системы менеджмента качества // Региональной Центрально-Азиатской международной конференции по химической технологии: сборник тезисов докладов. Том

- 5, -Ташкент, 2007. -С.331-333.
8. Тураев Ш.А. Методическое обеспечение повышения конкурентоспособности химической предприятия на основе управления качеством // Сборник трудов республиканской научно-технической конференции «Современный технологии переработки местного сырья и продуктов». - Ташкент, 2007. -С.337-379.
9. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М. Исматуллаев П.Р. Сертификатлаштириш ва сифатни бошқариш асослари: 5521600 - "Метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаштириш" ва 5524300 - "Махсулот сифати менежменти (махсулот турлари бўйича)" йўналишлари бакалаврият талабалари учун ўқув қўлланма. ЎзР ОЎМТВ; ТДТУ. - Тошкент, 2007. -233 Б.
10. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М., Негматова Н.С. Формализация задачи управления качеством промышленной продукции // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». - Ташкент, 2008. - № 5. - С.33-36.
11. Turaev Sh.A., Ahmedov B.M., Begunov A.A. Some technical realizations of processes of measurement and control on the basis of algebraic method // Fifth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation, Uzbekistan, Tashkent, 2008. 417-422 p.p.
12. Turaev Sh.A., Ahmedov B.M. Application of information technologies in document management and quality management system at enterprises // Fifth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation, Uzbekistan, Tashkent, 2008. 247-251 p.p.
13. Тураев Ш.А., Исмагуллаев П.Р. Кимё саноатида сифат менежменти тизимини жорий этишнинг долзарб муаммолари // Standart “Ўзстандарт” агентлиги илмий-техника журнали, -Тошкент, 2008, №4, -Б.17-19.
14. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М., Ешматова Б.И. Математические модели процесса измерения и их алгебраизация // Сб. трудов республиканской НТК «Технологии переработки местного сырья и продуктов». -Ташкент, 2008. -С.354-356.
15. Тураев Ш.А. и др. Основы системы менеджмента качества. Изд-во ИПТД «Узбекистан», - Ташкент, 2009. –208 С.
16. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М., Темербекова Б.М. Оценивание степени достоверности результатов измерений // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: Сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Юрга, 2009, -С.385-388.
17. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М. Совершенствование метрологического обеспечения в системе менеджмента качества промышленной продукции // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». - Ташкент, 2009. - № 3. - С.35-39.
18. Тураев Ш.А, Ахмедов Б.М., Абдуллаев Б.А. Решение задачи оптимизации частоты контроля качества пищевой продукции // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». - Ташкент, 2010. - № 1. - С. 51-54.
19. Тураев Ш.А., Ахмедов Б.М., Негматова Н.С. Некоторые вопросы энергосбережения и повышения качества промышленной продукции // Материалы международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». Навои, 2010. – С.216-217.
20. Тураев Ш.А., Исмагуллаев П.Р., Усманова Х.А. Основы метрологического обеспечения управления качеством продукции // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Проблемы формирования и внедрения инновационных технологий в условиях глобализации», Часть 2, Ташкент, 2010. - С. 70-75.
21. Тураев Ш.А, Ахмедов Б.М., Зикриллаев Н.Н. Метрологические характеристики термогравиметрического метода измерения влажности // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». - Ташкент, 2010. - № 4. - С. 41-44.
22. Тураев Ш.А, Ахмедов Б.М., Зикриллаев Н.Н. Анализ процессов производства суперфосфата на основе процессного подхода системы менеджмента качества // Материалы 4-й ВНПК «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды», Бийск, 2010, -С. 124-127.
23. Тураев Ш.А, Ходжибаев Ш.Х. Обеспечение конкурентоспособности химических предприятия на основе внедрения интегрированных систем менеджмента // Материалы 4-й ВНПК «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды», Бийск, 2010, -С. 217-219.
24. Turaev Sh.A., Ahmedov B.M., Begunov A.A. The basic aspects and methods estimation of results of measurements at the decision of metrological problems // Sixth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation, Tashkent, Uzbekistan, 2010. -60-63 p.p.
25. Тураев Ш.А. Некоторые задачи метрологического обеспечения управления качеством продукции на ВНПК «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды», Бийск, 2011, -С. 81-84.

## Р Е З Ю М Е

**диссертации Тураева Шавката Абдикаюмовича на тему: «Разработка методик и алгоритмов управления качеством продукции предприятий химической отрасли на основе международных стандартов (на примере Кокандского суперфосфатного завода)» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», 05.02.23 – «Стандартизация и управление качеством продукции»**

**Ключевые слова:** качество, управление качеством, продукция, процесс, конкурентоспособность продукции промышленного предприятия, система менеджмента качества, процессный подход, системный подход.

**Объекты исследования:** Объектами диссертационного исследования являются производимая продукция и функционирующая система управления производственным предприятием.

**Цель работы:** Цель работы состоит в разработке методик и алгоритмов управления в составе системы менеджмента качества предприятия, обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке.

**Методы исследования:** При выполнении диссертационной работы использованы методы системного анализа, процессного подхода, многомерного анализа, методы статистического управления процессами, информационные методы управления качеством, методы анализа временных рядов, корреляционного анализа, теории чувствительности.

**Полученные результаты и их новизна:** В теоретическом плане в работе изучены методы разработки и внедрения системы менеджмента качества и теоретическом обобщены вопросы развития концепций управления качеством на промышленных предприятиях. Создана методика разработки СМК промышленного предприятия, представляющая повышение качества продукции и конкурентоспособности предприятия.

**Практическая значимость:** Прикладная цель работы состоит в создании функционирующие систем менеджмента качества и сориентированы на широкое использование при осуществлении мероприятий, связанных с повышением уровня качества управления производством и улучшении его экономической стабильности на рынке.

**Степень внедрения и экономическая эффективность:** Разработанные методика внедрение система менеджмента качества на промышленных предприятиях внедрены и приняты «Кокандского суперфосфатного завода» для использования повышение качества продукции и конкурентоспособности предприятия.

Фактический экономический эффект от реализации разработок диссертации на одном предприятии «Кокандского суперфосфатного завода» составляет более 18 млн. сумов в год.

**Область применения:** Химической промышленной отрасли, жизненного цикла продукции, процессы промышленного предприятия.

**Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор  
Тураев Шавкат Абдикаюмовичнинг 05.11.13 – «Табий мухит, моддалар,  
материаллар ва буюмларни назорат қилиш усуллари ва асбоблари»,  
05.02.23 – «Стандартлаштириш ва маҳсулотлар сифатини бошқариш»  
ихтисосликлари бўйича «Халқаро стандартлар асосида кимё тармоғи  
корхоналари маҳсулотлари сифатини бошқариш усули ва алгоритмини  
ишлаб чиқиш (Қўқон суперфосфат заводи мисолида)» мавзусидаги  
диссертациясининг**

**Р Е З Ю М Е С И**

**Таянч (энг муҳим) сўзлар:** сифат, сифатни бошқариш, маҳсулот, жараён, саноат корхоналари маҳсулоти рақобатбардошлиги, сифат менежменти тизими, жараёнли ёндошув, тизимли ёндошув.

**Тадқиқот объектлари:** ишлаб чиқарилаётган маҳсулот ва ишлаб чиқариш корхонасининг ишчи ҳолатдаги бошқарув тизимлари диссертация тадқиқотини объектлари ҳисобланади.

**Ишнинг мақсади:** корхона сифат менежменти тизими таркибида бозорда унинг рақобатбардошлигини таъминловчи бошқариш усули ва алгоритмини ишлаб чиқиш диссертация ишининг мақсади бўлиб ҳисобланади.

**Тадқиқот методлари:** Диссертация ишини бажариш давомида тизимли таҳлил, жараёнли ёндошув, кўпўлчовли таҳлил, жараёнларни статистик бошқариш усуллари, сифатни бошқаришнинг ахборотли усуллари, ўткинчи қаторларни таҳлил усуллари, корреляционли таҳлил, сезгирлик назарияси фойдаланилган.

**Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги:** Назарий режа бўйича тадқиқот ишида саноат корхоналарида сифатни бошқаришни ривожланиш концепцияси умумий масалалари назарияси ва сифат менежменти тизимини ишлаб чиқиш ва жорий қилиш усуллари ўрганилган. Корхона рақобатбардошлиги ва маҳсулот сифатини оширишни ифода этувчи саноат корхоналарида СМТ ишлаб чиқиш усули яратилди.

**Амалий аҳамияти:** Ишнинг амалий мақсади ишлаб чиқаришни бошқариш сифат даражасини ошириш ва уни бозорда иқтисодий барқарорлигини яхшилишга алоқадор чора-тадбирларни амалга оширишда кенг қўлланилишга мўлжалланган ишчи ҳолатда бўлган сифат менежменти тизимини яратишдан иборат.

**Тадқиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги:** Ишлаб чиқилган саноат корхоналарида сифат менежменти тизимини жорий қилиш усули «Қўқон суперфосфат заводи»да корхона рақобатбардошлиги ва маҳсулот сифатини оширишда фойдаланиш учун жорий қилинган ва қабул қилинган.

Диссертация натижаларидан фойдаланганда амалдаги иқтисодий самара битта «Қўқон суперфосфат заводи» мисолида 18 млн. сўмдан ортиқроқни ташкил этади.

**Қўлланиш соҳаси:** Кимё саноати тармоғи, маҳсулотнинг ҳаётий цикли, саноат корхоналари жараёнлари.

## R E S U M E

**thesis of Turaev Shavkat Abdikayumovich on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in technical science on speciality: 05.11.13 - «Devices and inspection methods of natural environment, substances, materials and products», 05.02.23 - « Standardization and product quality management» subject: «Development method and algorithms of product quality control of the enterprises of chemical branch on the basis of the international standards (on an example Kokand superphosphate factory)»**

**Key words:** quality, quality management, production, process, competitiveness of production of the industrial enterprise, quality management system, the process approach, the system approach.

**Subjects of research:** subjects of dissertational research are made production and a functioning control system of the industrial enterprise.

**Purpose of work:** the purpose of dissertational work is working out of techniques and algorithms of management as a part of system of quality management of the enterprise, providing its competitiveness in the market.

**Methods of research:** at performance of dissertational work methods of the system analysis, the process approach, the multidimensional analysis, methods of statistical management by processes, information management methods quality, methods of the analysis of time numbers, the correlation analysis, the sensitivity theory are used.

**The results obtained and their novelty:** in the theoretical plan in work methods working out and introduction of system of a quality management and theoretical generalisation of questions of development of concepts of quality management at the industrial enterprises are studied. The technique of working out CMK of the industrial enterprise, representing improvement of quality of production and competitiveness the enterprise is created.

**Practical value:** The applied purpose of work consists in creation functioning systems of a quality management and direct on wide use at realisation of the actions connected with increase of a degree of quality of production management and improvement of its economic stability in the market.

**Degree of embed and economic effectivity:** Developed a technique introduction quality management system at the industrial enterprises improvement of quality of production and competitiveness the enterprise are introduced and accepted «Kokand superphosphate factory» for use.

Expected cumulative economic benefit of realisation of workings out of the dissertation at one enterprise «Kokand superphosphate factory» makes more 18 mln. sum in a year.

**Field of application:** chemical industrial branch, production life cycle, processes industrial the enterprise.