

Елистратова Ирина Борисовна

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА
С УЧЁТОМ СТАНДАРТОВ СЕРИИ ИСО 9000

05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Новосибирск 2011

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет телекоммуникации и информатики» (ФГБОУ ВПО «СибГУТИ»).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор
Пальчун Юрий Анатольевич.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Петров Виктор Петрович;

кандидат технических наук, доцент
Чистин Виктор Михайлович.

Ведущая организация – ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (г. Самара).

Защита состоится 15 декабря 2011 г. в 13-00 час. на заседании диссертационного совета ДМ 212.251.01 при ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия» (СГГА) по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, д. 10, ауд. 403.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «СГГА».

Автореферат разослан 14 ноября 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Симонова Г.В.

Изд. лиц. № ЛР 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 08.11.2011. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 1,04. Тираж 100.
Печать цифровая. Заказ
Редакционно-издательский отдел СГГА
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 10.
Отпечатано в картопечатной лаборатории СГГА
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 8.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Производство продукции высоких технологий потребовало дальнейшего развития вопросов управления процессами производства качественной продукции. Всемирное признание в развитии вопросов управления производством получили работы в области систем менеджмента качества. В настоящий момент это развитие привело к появлению и повсеместному применению уже третьей версии стандартов серии ИСО 9000, в которых уделено существенное внимание вопросам мониторинга и измерений. При разработке или совершенствовании системы менеджмента качества, выполняя требования стандартов ИСО 9000, необходимо по-иному отнестись к метрологическому обеспечению производства. Особенностью текущего момента является то, что если на первых этапах развития работ в области систем менеджмента качества основное внимание уделялось вопросам административного управления, то в данный момент на передний план выдвигаются вопросы технического управления на основании объективных факторов, получить которые невозможно без мониторинга и измерений. Объективная количественная информация о состоянии параметров качества продукции, а также о состоянии производственного процесса на всех его стадиях служит основой для принятия управленческих решений. На современном уровне развития производства основным источником такой информации являются измерения. Возрастание требований к правильности и адекватности технологических и управленческих решений придает вопросам точности и достоверности измерений особую остроту и актуальность. Важная роль в обеспечении точности и достоверности измерений принадлежит метрологическому обеспечению производства. На предприятии метрологическое обеспечение относится к числу основных подсистем обобщенной системы управления производством и реализуется на всех стадиях жизненного цикла продукции.

Степень разработанности проблемы. Большой вклад в разработку систем метрологического обеспечения и управления производством внесли отечественные ученые Венецкий И.Г., Длин А.М., американские ученые Шухарт У.А., Деминг Э., Фейгенбаум А., Джуран Дж.М. Проблемы управления процессами, влияющими на качество изделий на предприятиях, исследовали в своих работах Глудкин О.П., Черняев В.Н., Иванищев М.В., Райбман Н.С., Федорченко Н.П., Матасова Ю.А.

Однако в проведенных исследованиях не рассматривались вопросы моделирования метрологического обеспечения производства с совместным использованием административного и технического управления с целью выпуска продукции высокого уровня качества со стабильными показателями.

Таким образом, разработка графических и математических моделей систем метрологического обеспечения и управления производством является новой актуальной научной задачей, имеющей существенное значение не только для выпуска продукции высокого уровня качества, но и для ускорения разработки новой продукции за счет переноса части производственных процессов в их моде-

лирование на ЭВМ. Кроме того, такой подход позволяет решать и вопросы оптимизации производственного цикла.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является моделирование систем метрологического обеспечения и управления производством для принятия эффективных управленческих решений, направленных на установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции. Для достижения поставленной цели в диссертационной работе решены следующие задачи:

- установлена связь метрологического обеспечения с управляющими системами производства;
- приведено обоснование выбора контролируемых параметров продукции и производственных процессов;
- разработаны обобщенные функциональные и структурные схемы систем метрологического обеспечения и управления производством;
- разработаны графические и математические модели систем метрологического обеспечения и управления современным производством с использованием теории S -графов на основе объективных данных мониторинга и измерений параметров надежности – процента выхода годной продукции на выходе производственного процесса и процента брака на входе следующего процесса и получены достоверные оценки допусков на параметры модели;
- проведены экспериментальные исследования предложенных теоретических подходов к оценке качества выпускаемой продукции.

Объектом исследования являются системы метрологического обеспечения и управления производством продукции, обеспечивающие выпуск продукции высокого уровня качества со стабильными показателями.

Предметом исследования являются разработанные графические и математические модели систем метрологического обеспечения и управления производством продукции с использованием подходов, изложенных в стандартах серии ИСО 9000.

Методологическая и теоретическая база исследования. В работе использованы современные методы анализа систем управления, методы теории графов, теории множеств, теории вероятностей и математической статистики, графического и математического моделирования. Достоверность полученных результатов определяется корректным использованием соответствующего математического аппарата при выводе формул, использованием объективных данных мониторинга параметров продукции и компьютерной обработкой данных.

Эмпирическая база исследования. Основным направлением анализа систем метрологического обеспечения и управления производством является проблема повышения результативности и эффективности посредством наблюдения, измерения и обеспечения сопоставимости используемых оценок.

Основные научные положения диссертации, выносимые на защиту:

- обобщенные функциональные и структурные схемы систем метрологического обеспечения и управления производством;

– результаты разработки графических и математических моделей систем метрологического обеспечения и управления производством, базирующиеся на объективных данных мониторинга, и измерений параметров продукции и производственных процессов;

– метод оценки неопределенности результатов измерений контролируемых параметров на выходе производственных процессов и всего производства;

– результаты экспериментальных исследований систем метрологического обеспечения и управления производством реальных предприятий с использованием методов, предложенных в диссертации.

Научная новизна результатов исследования:

– разработаны обобщенные функциональные и структурные схемы систем метрологического обеспечения и управления производством;

– предложены объективные оценки контролируемых параметров продукции и производственных процессов;

– на основе теории графов разработаны математические модели систем метрологического обеспечения и управления производством продукции, базирующиеся на достоверных результатах технических измерений;

– получены аналитические выражения для оценки допусков на параметры модели, включая выходные параметры продукции и параметры брака, справедливые для большинства законов распределения.

Научная и практическая значимость работы:

– разработанный метод математического моделирования систем метрологического обеспечения и управления производством, с использованием параметров надежности, позволяет осуществлять непрерывный мониторинг производства без создания дополнительных структур;

– методы моделирования могут быть использованы при разработке и модернизации выпускаемой продукции и позволяют повысить эффективность управления производством продукции в целях выпуска продукции высокого уровня качества со стабильными показателями;

– рекомендованная оценка допусков на параметры модели позволяет получить устойчивую оценку при нормировании допусков и показателей точности измерения.

Результаты диссертации внедрены в учебный процесс Новосибирского филиала ГОУ ДПО «Академия стандартизации, метрологии и сертификации», ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», а разработанные алгоритмы последовательно внедрялись в работу предприятий НПП «СТЭЛЛ» (г. Брянск), ОАО «Электрон», ООО «Тэксис» (г. Новосибирск), что подтверждено актами о внедрении.

Соответствие диссертации паспорту специальности. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.11.15 – «Метрология и метрологическое обеспечение» в рамках направления «Создание новых научных, технических и нормативно-методических решений, обеспечивающих повышение качества продукции».

Апробация и реализация результатов исследования. Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на заседании круглого сто-

ла администрации Новосибирской области 9 ноября 2009 г. «Проблемы создания и совершенствования системы качества на предприятиях» (Новосибирск, 2009 г.), научных семинарах ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» и ряде научно-технических конференций:

– Международная конференция «Актуальные проблемы электронного приборостроения» (Новосибирск, 2004 г., 2006 г., 2008 г., 2010 г.);

– Российская научно-техническая конференция «Информатика и проблемы телекоммуникации» (Новосибирск, 2005 г., 2006 г., 2008 г., 2009 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 19 работ, в том числе 3 работы опубликованы в журналах, входящих в Перечень изданий, определенных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура диссертации. Диссертация и автореферат диссертации оформлены в соответствии с СТО СГГА 012-2011.

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа изложена на 152 страницах основного текста, содержит 52 рисунка и 14 таблиц. В списке использованных источников 100 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи работы, приведена ее общая характеристика, представлены положения, выносимые на защиту.

В первом разделе приведен анализ современного состояния проблемы управления процессами производства на предприятиях и связь с метрологическим обеспечением. Расширение масштабов автоматизации производственных процессов, возрастание требований к точности технологических и управленческих решений придают вопросам точности и достоверности измерений особую остроту и актуальность.

Метрологическое обеспечение на предприятии предусматривает проведение мероприятий, направленных на повышение качества продукции с помощью внедрения более прогрессивных и современных методов и средств измерений, обеспечения постоянной готовности средств измерений к выполнению измерений с необходимой точностью, а также осуществления координации и методического руководства работами, направленными на обеспечение единства и достоверности измерений.

Чем выше уровень концентрации производства, его специализации и кооперирования, тем выше уровень системы управления, а, следовательно, сложнее механизм, обеспечивающий эффективное функционирование метрологического обеспечения предприятия.

В разделе приведены основные стадии развития управляющих систем производства, включающие: наличие программ поведения управляемого объекта или запланированный уровень параметров его состояния; наличие возможности влиять на управляемый объект с целью устранения возникающих отклоне-

ний. В разделе показано, что на предприятиях, выпускающих продукцию высоких технологий, в том числе нанотехнологий, используется как административное, так и техническое управление. Однако административное управление не позволяет реализовать объективное техническое управление и, как следствие этого, оптимизировать управляющую структуру и минимизировать производственные затраты.

Для решения вопросов объективного управления требуется преодолеть рассогласование между административным и техническим управлением и разработать соответствующие модели измерительных управляющих систем производства, используя для этого функциональные и структурные схемы административного управления и параметры надежности продукции.

В разделе предложено для управления на всех уровнях использовать функциональные схемы систем метрологического обеспечения и управления производством. На рисунке 1 приведена обобщенная функциональная схема систем метрологического обеспечения и управления производством, которая взята за основу построения обобщенных структурных схем путем декомпозиции функциональных схем. Такая декомпозиция целесообразна только до точек, в которых присутствует объективная информация по измерениям (имеются точки соответствующего метрологического контроля) и имеется возможность ее проверки. Дальнейшая декомпозиция не имеет смысла и только усиливает субъективизм принимаемых решений.

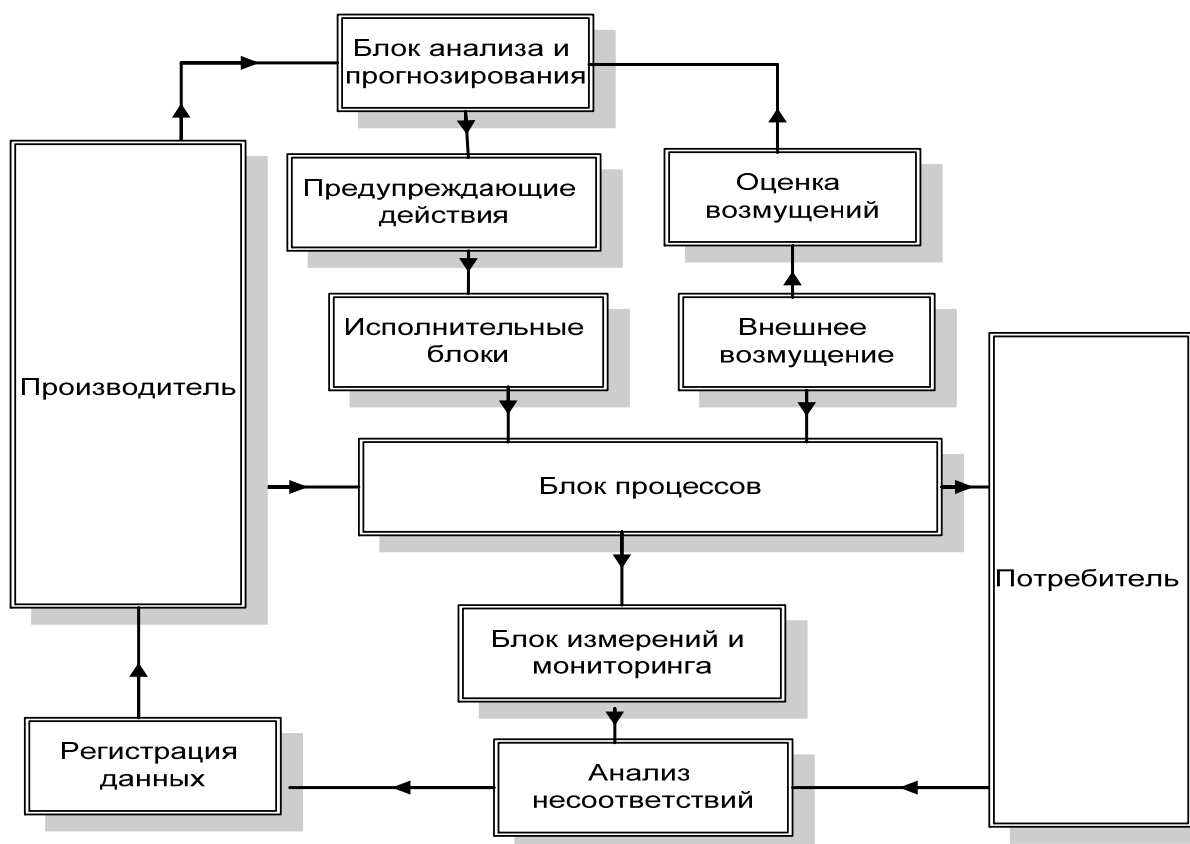


Рисунок 1 – Обобщенная функциональная схема систем метрологического обеспечения и управления производством

При декомпозиции обобщенной функциональной схемы необходимо учитывать, что производственные процессы можно представить блоками, которые могут соединяться как последовательно, так и параллельно. Обобщенная структурная схема системы метрологического обеспечения и управления приведена на рисунке 2.

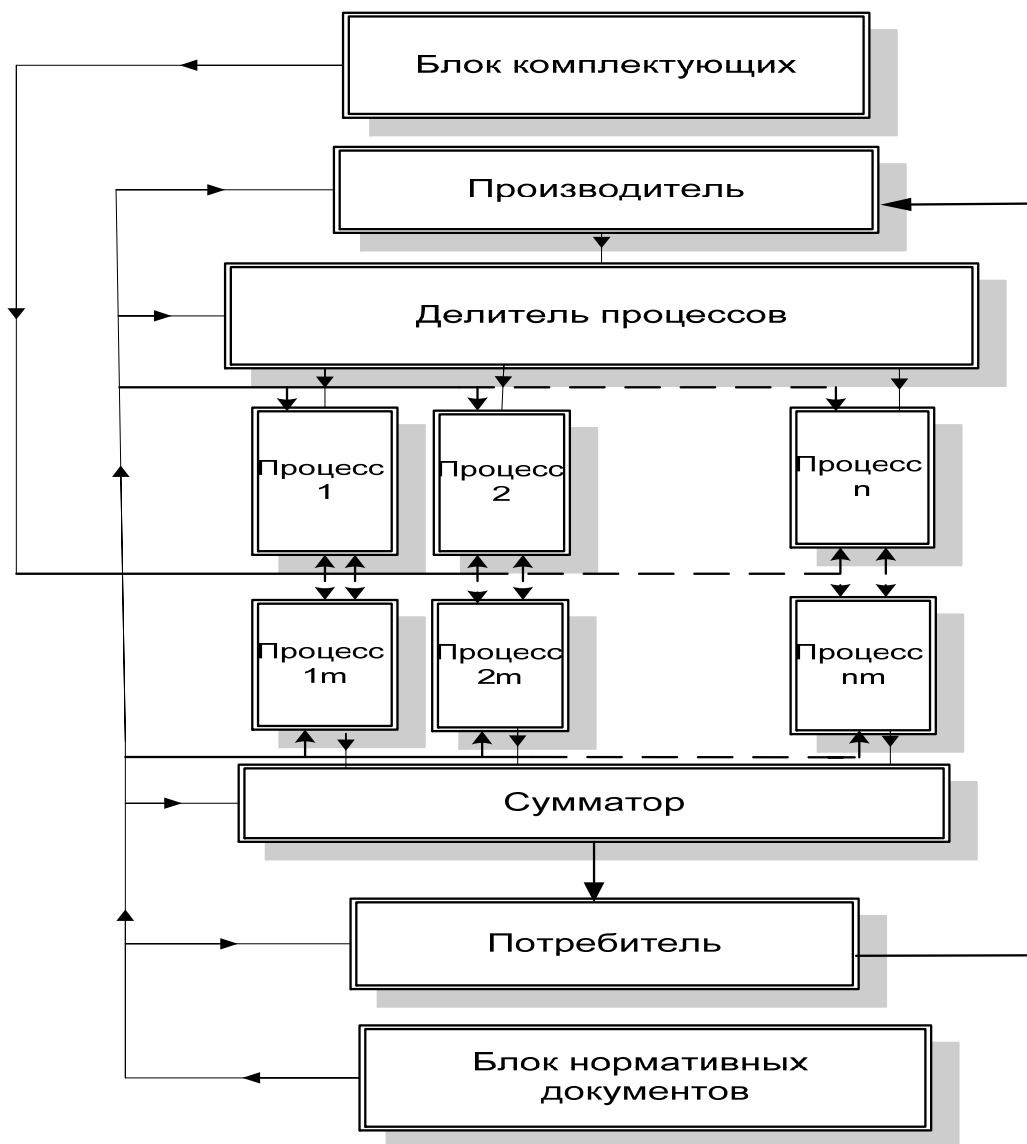


Рисунок 2 – Обобщенная структурная схема систем метрологического обеспечения и управления производством

В работе рассмотрен вопрос определения тех параметров, которые подлежат мониторингу и измерениям в системах метрологического обеспечения и управления производством. Под мониторингом понимают процесс систематического или непрерывного сбора информации о параметрах объекта или деятельности для определения тенденций изменения параметров. Следовательно, процесс мониторинга непрерывно связан с измерением параметров, которые состоят из параметров продукции и производственных параметров (внутренних параметров процессов).

Необходимо учесть, что в некоторых процессах параметры продукции или производственные параметры могут присутствовать в неявном виде и не подвергаться мониторингу и измерению. Выбрать производственные параметры, подлежащие мониторингу и измерениям, не связывая их с параметрами продукции, невозможно. При этом нужно иметь в виду, что параметры продукции подлежат мониторингу и измерениям и очень тесно связаны с производственными параметрами.

Следует отметить, что при выборе производственных параметров и параметров продукции не следует забывать о необходимости их минимизации. Неоправданное увеличение числа контролируемых параметров и их неправильный выбор могут привести к резкому увеличению себестоимости продукции, особенно в высокотехнологичных областях.

В разделе предложено в качестве параметров продукции выбрать параметры надежности – вероятность выхода годной продукции на выходе соответствующего производственного процесса (P_{Π}) и вероятность брака на входе следующего процесса (P_{O}), так как эти параметры удовлетворяют всем перечисленным требованиям. При необходимости, по известным вероятностным параметрам определяются другие требуемые параметры надежности, такие как коэффициент готовности, время наработки на отказ и т. д.

Важно, что данный подход позволяет использовать уже существующие структуры на предприятиях высоких технологий, например, на предприятиях оборонного комплекса. Все эти предприятия имеют метрологические службы, в которых существуют необходимые структуры и оборудование для осуществления мониторинга и измерения.

В разделе сделан вывод, что взаимосвязь метрологического обеспечения и управления производственными процессами неразрывна. Метрологическая деятельность на предприятии в значительной степени влияет на способ управления производственными процессами.

Второй раздел посвящен разработке моделей систем метрологического обеспечения и управления производством, с использованием разработанных в первом разделе обобщенных структурных схем. Использование разработанных графических моделей позволило решить в данном разделе задачу разработки адекватных математических моделей систем метрологического обеспечения и управления производством.

В разделе показано, что при разработке модели систем метрологического обеспечения и управления производством необходимо учитывать одно важнейшее обстоятельство – цель (желаемый результат реализации алгоритма). Для выбора эффективного способа моделирования систем метрологического обеспечения и управления производством требуется интеграция различных подходов. В разделе проведен сравнительный анализ некоторых существующих способов создания модели. В таблице 1 указаны критерии применения моделей и накладываемые на них ограничения.

Таблица 1 – Сравнительный анализ существующих способов моделирования

| Способы моделирования | Особенности методов |
|--------------------------------------|--|
| Булевы модели | <p>Различные виды отказов одного и того же элемента могут по-разному сказываться на функции работоспособности системы. Отсутствует учет временной последовательности отказов элементов.</p> <p>Не рассматривается возможность частого контроля качества.</p> <p>Не предложена оценка возможного отклонения от рассчитанных параметров</p> |
| Марковские модели | <p>По положению точки в момент времени t однозначно определяется вероятность ее нахождения в произвольный момент времени $t' > t$ в некоторой части пространства.</p> <p>Анализ систем возможен, если интенсивности переходов между отдельными состояниями системы являются постоянными величинами.</p> <p>Не рассматривается возможность частого контроля качества.</p> <p>Не предложена оценка возможного отклонения от рассчитанных параметров</p> |
| Метод линейного программирования | <p>Все переменные и факторы должны быть определены и количественно ограничены.</p> <p>Не рассматривается возможность частого контроля качества.</p> <p>Не предложена оценка возможного отклонения от рассчитанных параметров</p> |
| Метод динамического программирования | <p>Целевая функция и ограничения характеризуются нелинейными зависимостями.</p> <p>Не рассматривается возможность частого контроля качества.</p> <p>Не предложена оценка возможного отклонения от рассчитанных параметров</p> |

Для преодоления недостатков рассмотренных моделей в разделе предложено использовать графические модели систем метрологического обеспечения и управления производством. В разделе отмечено, что в данном случае выявляются лишь требуемые закономерности и не рассматриваются свойства системы, не существенные для данного исследования.

Графическое представление систем метрологического обеспечения и управления производством базируется на использовании структурной схемы (рисунок 2), где отдельные элементы являются составной частью схемы. В общем случае, путем формализации простейших моделей и переименования полюсов, структурную схему можно представить обобщенным $2n$ -полюсником нагруженного типа. Указанные элементы структурной схемы предложено, с помощью формальных приемов, представить в виде соответствующих направленных графов. Для получения графических моделей были использованы структуры S -графов, основой которых является матрица рассеяния (S -матрица). Матрица рассеяния содержит всю информацию о поведении системы, удовлетворяет ус-

ловию нормировки вероятностей и удовлетворяет принципу причинности, т. е. в некоторый момент времени t_0 однозначно определяется дальнейшее состояние системы.

В разделе рассмотрены способы определения параметров графической модели: матричный и по правилу Мэсона. В радиотехнических областях большое распространение получили методы матричной алгебры, но эти методы приводят к чрезвычайно трудоемким расчетам, затрудняют установление зависимостей между отдельными параметрами. Недостатки матричного метода устраняются применением метода направленных графов, сущность которого заключается в том, что матричные уравнения могут быть заменены соединениями элементарных графов, преобразования которых соответствуют матричным преобразованиям, но выполняются значительно проще.

Учитывая факт использования в первом разделе для мониторинга и измерений вероятностных параметров – вероятности выхода годной продукции ($P_{\Sigma\Pi}$) и вероятности отказа ($P_{\Sigma O}$) и произведя формальную замену S_j -параметров на параметры P_{ij} , получим выражение

$$P_{\Sigma} = \frac{\sum_{i \in l, j \in k} \prod P_{ij} (1 - \sum_{i \in \beta, j \in \gamma} \prod P_{ij})}{1 - \sum_{i \in n, j \in n} \prod P_{ij}}, \quad (1)$$

где $[l, \beta] \in [1, n], l \neq \beta$;

$[k, \gamma] \in [1, m], k \neq \gamma$;

l, k – индексы коэффициентов некасающихся контуров, непересекающихся с контурами β, γ ;

β, γ – индексы коэффициентов некасающихся контуров, непересекающихся с контурами l, k .

Под P_{ij} подразумевается вероятность выхода годной продукции при $i \neq j$ и вероятность возникновения брака при $i = j$.

В общем случае выражение (1) представляет математическую модель систем метрологического обеспечения и управления производством и может быть использовано как для анализа системы в целом, так и для анализа ее отдельных частей. Таким образом, моделирование метрологического обеспечения и управления производством позволяет процедуру создания новой продукции или усовершенствования выпускаемой вначале промоделировать на математической модели и, только при положительных результатах моделирования, перевести в производственные процедуры, связанные с процессом экспериментального создания новой процедуры.

В разделе рассмотрен вопрос подобия выбранных математических моделей как соблюдение условий однозначности, т. е. подобия начальных и граничных условий и подобия характеристик соответствующих областей.

В третьем разделе рассмотрен метод оценки допусков на параметры модели систем метрологического обеспечения и управления производством. В реальном производственном процессе любые параметры имеют соответст-

вующую неопределенность. Производителя всегда интересует результирующая неопределенность на выходе всего производственного процесса. Эта неопределенность и определяет процесс взаимодействия производителя и потребителя. Оценка допусков на параметры модели проведена в соответствии с РМГ 43–2001 Приложение «Руководства по выражению неопределенности измерений». Наиболее полной характеристикой неопределенности является формальный способ представления, когда задан закон распределения измеряемой величины или неопределенности измерения. В РМГ 43 – 2001 Приложение «Руководства по выражению неопределенности измерений» при вычислении неопределенности результатов измерений делают предположение о нормальности закона распределения возможных значений измеряемой величины, но принятие нормального закона для выходной характеристики может привести к двукратному завышению оценки. Определение закона распределения функции как композиции законов распределения аргументов представляет собой чрезвычайно сложную математическую задачу и практически не решается, поэтому важно иметь оценку, инвариантную относительно закона распределения. В разделе приведены зависимости квантиля распределения от заданной вероятности для стандартных законов распределения. Кучность пересечения различных законов распределения устанавливает важный фактор – при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ соотношение между среднеквадратическим отклонением и соответствующим доверительным интервалом не зависит от законов распределения. Этот факт может быть эффективно использован для простых, устойчивых, следовательно, достоверных оценок неопределенностей и допусков на параметры модели. Причем, в случае возможного присутствия доминирующей составляющей с равновероятным законом и при учете существенного влияния антимодальной составляющей следует выбирать оценку на уровне доверительной вероятности 0,95. Кроме того, при выборе данного уровня учитывается, что закон распределения случайных величин «вытягивается» к нормальному распределению даже при наличии далеких от него по эксцессу частных составляющих. Таким образом, согласно данным зависимостям, при инженерных расчетах желательно использовать уровень доверительной вероятности 0,95. При данном уровне вероятности распределения имеют десятипроцентный разброс относительно значения 1,85.

В общем случае значение, полученное на выходе всего производственного процесса, зависит от результатов прямых измерений P_{ij} . Первый этап, связанный с определением результирующей неопределенности, заключается в обработке результатов прямых измерений P_{ij} -параметров. Результат измерения каждого параметра включает в себя случайную составляющую и неисключенную систематическую составляющую неопределенности измерений.

Случайная составляющая неопределенности измерений u_A , согласно РМГ 43, определяется как стандартная неопределенность типа A параметра P_{ij} в выражении (1).

Неисключенная систематическая составляющая неопределенности измерений u_B определяется как стандартная неопределенность типа B параметра P_{ij} в выражении (1).

Суммарная стандартная неопределенность измерения параметра P_{ij} определяется выражением

$$u_c(P_{ij}) = \sqrt{u_A^2(P_{ij}) + u_B^2(P_{ij})}. \quad (2)$$

Расширенная неопределенность на выходе всего производственного процесса U_p определяется с использованием выражения

$$U_p = 1,85 \cdot \sqrt{\sum_{ij=1}^n \left(\frac{\partial P_{\Sigma}}{\partial P_{ij}}\right)^2 u_c^2(P_{ij})}. \quad (3)$$

Расчет допусков на параметры модели позволяет определить реальные значения вероятности выхода годной продукции, минимизировать ошибки и, следовательно, определить полные затраты, связанные с производством качественной продукции, т. е. осуществлять эффективное управление производственными процессами.

Четвертый раздел посвящен разработке и исследованию систем метрологического обеспечения и управления производством конкретного предприятия. В разделе рассмотрены функциональная и структурная схемы систем метрологического обеспечения и управления производством ОАО «Электрон» с учетом основной деятельности.

Для построения схемы систем метрологического обеспечения и управления производством, в соответствии с процессным подходом, необходимо установить последовательность и взаимодействие всех процессов и определить критерии и методы обеспечения эффективной работы по управлению процессами.

На рисунке 3 показана обобщенная структурная схема систем метрологического обеспечения и управления предприятием «Электрон».



Рисунок 3 – Обобщенная структурная схема системы метрологического обеспечения и управления предприятия «Электрон»

В разделе подробно проанализирован процесс «Доступ в Интернет», в котором необходимо выделить основные критерии для оценки качества процесса и построения структурной схемы. Структурная схема процесса «Доступ в Интернет» показана на рисунке 4. Контроль параметров осуществляется в точке подключения, проверка IP-адреса осуществляется формирователем соединений, установленном на входе и выходе процесса.

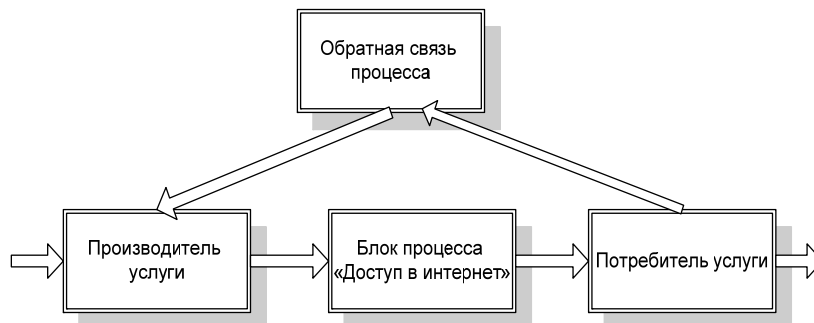


Рисунок 4 – Структурная схема процесса «Доступ в Интернет»

Для построения графической модели процесса «Доступ в Интернет» необходимо схему, приведенную на рисунке 4, представить в виде соединений четырехполюсников и шестиполюсников (рисунок 5).

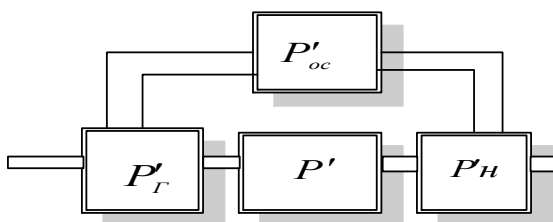


Рисунок 5 – Схема соединения многополюсников процесса «Доступ в Интернет»

Графическая модель системы метрологического обеспечения и управления процессом «Доступ в Интернет» с учетом обратной связи производителя и потребителя представлена на рисунке 6.

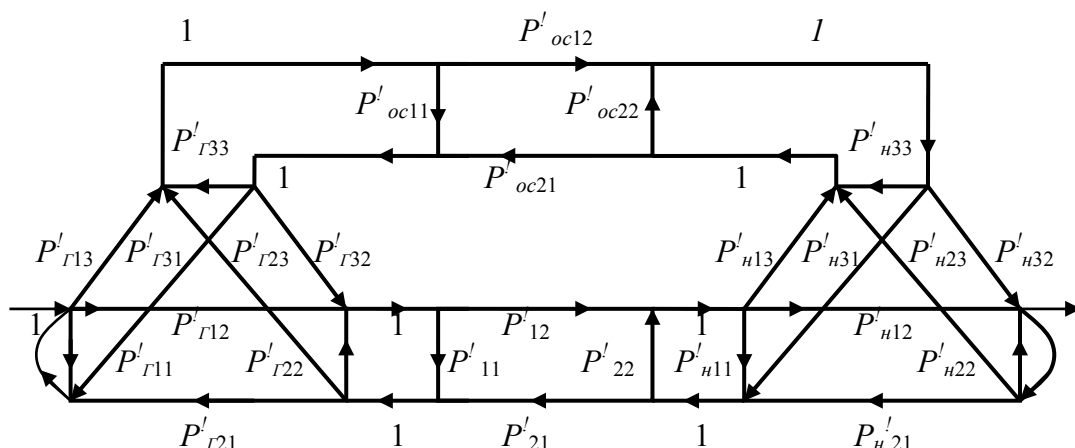


Рисунок 6 – Графическая модель системы метрологического обеспечения и управления процессом «Доступ в Интернет»

На рисунке 6 через $P_{11}^!$ выражена вероятность брака из-за недостоверной идентификации клиента, $P_{22}^!$ – вероятность возврата брака, $P_{12}^!$ – вероятность предоставления качественной услуги, $P_{21}^!$ – вероятность возврата брака из-за неработоспособности оборудования и настроек сетевого подключения, $P_{oc12}^!$, $P_{oc21}^!$, $P_{oc22}^!$, $P_{oc11}^!$ – вероятностные параметры обратной связи между потребителем и производителем, $P_{r12}^!$, $P_{r21}^!$, $P_{r22}^!$, $P_{r11}^!$ – вероятностные параметры, характеризующие уровень взаимодействия с процессами производства производителя, $P_{n12}^!$, $P_{n21}^!$, $P_{n22}^!$, $P_{n11}^!$ – вероятностные параметры, характеризующие возможность взаимодействия с процессами потребителем.

Используя правило Мезона получено выражение для определения вероятности удовлетворительного качества процесса $P_{\Sigma\Pi}$

$$P_{\Sigma\Pi} = \frac{P_{12}^! P_{r12}^! P_{n12}^! (1 - P_{r33}^! P_{oc11}^! - P_{oc22}^! P_{n33}^! - P_{r33}^! P_{oc12}^! P_{n33}^! P_{oc21}^!) + P_{r13}^! P_{oc12}^! P_{n32}^! (1 - P_{r22}^! P_{11}^! - P_{22}^! P_{n11}^! - P_{12}^! P_{n11}^! P_{21}^! P_{r22}^!)}{1 - P_{r22}^! P_{11}^! - P_{n11}^! P_{22}^! - P_{r33}^! P_{oc11}^! - P_{oc22}^! P_{n33}^! - P_{r22}^! P_{21}^! P_{n11}^! P_{12}^! - P_{r33}^! P_{oc12}^! P_{n33}^! P_{21}^! - P_{r23}^! P_{oc11}^! P_{r32}^! P_{11}^! - P_{22}^! P_{n13}^! P_{oc22}^! P_{n31}^!} \quad (4)$$

Аналогично была проведена оценка вероятностных характеристик всех остальных процессов, приведенных на рисунке 3, таких как: REX 400, IP-телефония, видеотелефония. Расчет параметров позволил проанализировать эффективность инфраструктуры предприятия. Результаты расчета позволили совершенствовать телекоммуникационную инфраструктуру, уменьшить эксплуатационные расходы и повысить эффективность деятельности операторов. На предприятии расчеты вероятностных параметров модели производились с помощью автоматизированной системы управления.

В разделе были оценены допуски вероятностных параметров модели с использованием выражений, приведенных в третьем разделе. При расчете допусков на параметры модели учитывалось, что $K(\alpha) = 1,85$ при $\alpha = 0,95$. Определение допусков на вероятностные параметры модели осуществлялось с использованием выражений:

$$U_p = 1,85 \cdot \sqrt{\left(\left(\frac{\partial P_{\Sigma}}{\partial P_{11}^!} \right)^2 (u_A^2(P_{11}^!) + u_B^2(P_{11}^!)) \dots + \dots + \left(\left(\frac{\partial P_{\Sigma}}{\partial P_{oc}^!} \right)^2 (u_A^2(P_{oc21}^!) + u_B^2(P_{oc21}^!)) \right)}, \quad (5)$$

$$u_A(P_{11}^!) = \sqrt{\left(\frac{1}{v-1} \right) \cdot [(P_{11}^! - \bar{P}_{11}^!)^2 + \dots + (P_{11s}^! - \bar{P}_{11}^!)^2]}. \quad (6)$$

Аналогично определялись $u_A(P_{12}^!), \dots, u_A(P_{oc21}^!)$

$$u_B(P_{11}^!) = \theta(P_{11}^!)/1,905, \quad (7)$$

где \square - объем контролируемой выборки;

$\theta (P_{11}^I)$ – доверительные границы неисключенной систематической неопределенности результата измерения при $\alpha = 0,95$.

В четвертом разделе было показано, что в общем случае вероятностные показатели выхода годной продукции и брака позволяют определить и другие показатели надежности. Важной характеристикой надежности системы является коэффициент готовности K_r , определяемый как вероятность того, что система окажется готова к обслуживанию клиентских вызовов в произвольный момент времени. Был проведен анализ системы в период нормальной эксплуатации, т. е. для случая, когда справедлив экспоненциальный закон надежности. В результате анализа было получено выражение (8) для определения коэффициента готовности.

$$K_r = t / [t - T_B \cdot \ln P_{\Sigma II}(t)], \quad (8)$$

где T_B – среднее время восстановления.

В приложениях приведены фрагменты структуры меню автоматизированной системы метрологического обеспечения и управления производством, расчет вероятностных параметров модели и обобщенные входные показатели для расчета вероятностных показателей модели за 2008–2009 гг.

Выводы и рекомендации

На основании проведенного анализа систем метрологического обеспечения и управления производством сделано заключение о необходимости и возможности моделирования систем метрологического обеспечения и управления производством в целях повышения качества продукции путем разработки графических и математических моделей. Для этого:

– разработаны обобщенные функциональные и структурные схемы системы метрологического обеспечения и управления производством, учитывающие требования последней версии стандартов серии ИСО 9000;

– проведено обоснование выбора контролируемых параметров продукции и производственных процессов;

– предложено использование теории многополюсников и S -графов для построения графических моделей системы метрологического обеспечения и управления производством, позволяющие использовать моделирование при создании новой продукции и модернизации выпускаемой с целью выпуска продукции высокого уровня качества со стабильными показателями;

– разработаны математические модели системы метрологического обеспечения и управления производством с учетом особенностей объектов контроля;

– разработан метод оценки допусков на параметры модели системы метрологического обеспечения и управления производством, базирующийся на объективных данных мониторинга и измерений параметров продукции и производственных процессов. Рекомендована оценка на уровне доверительных вероятностей 0,95, которая позволяет получить устойчивую оценку, независимую от закона распределения функций случайных величин;

– проведены экспериментальные исследования разработанных методов, разработаны математические модели систем метрологического обеспечения и

управления производством конкретных предприятий. Определены вероятностные параметры данных моделей. Показано, что использование предлагаемых подходов создает возможность оперативного контроля качества на предприятии без создания новых структурных подразделений;

– разработано алгоритмическое и программное обеспечение расчетов, предложен комплекс программного обеспечения, позволяющий автоматизировать расчет параметров моделей.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Пальчун, Ю.А. Мониторинг и измерения в системах менеджмента качества / Ю.А. Пальчун, И.Б. Елистратова, В.И. Серых // Метрология. – 2009. – № 8. – С. 12–18.

2 Пальчун, Ю.А. Математические модели систем управления качества / Ю.А. Пальчун, И.Б. Елистратова // Телекоммуникации. – 2009. – № 11. – С. 44–47.

3 Пальчун, Ю.А. Реализация проблемы измерений в современном высокотехнологичном производстве. Анализ и моделирование / Ю.А. Пальчун, И.Б. Елистратова, В.И. Серых // Научный вестник НГТУ. Обработка информации. Моделирование систем, процессов и устройств. Механика и материаловедение. – 2010. – № 2. – С. 171–177.

4 Елистратова, И.Б. Типовые решения при моделировании процессов систем менеджмента качества / И.Б. Елистратова // Актуальные проблемы электронного приборостроения: материалы VIII междунар. конф. – Новосибирск, 2006. – Т. 3. – С. 216–217.

5 Elistratova, I.B. Process approach to quality management system / I.B. Elistratova // 2006 7TH International conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings. Vol. 1. 2006. – Novosibirsk, 2006. – P. 68–69.

6 Обобщенная математическая модель систем менеджмента качества предприятий / Ю.А. Пальчун, В.И. Серых, А.Н. Енин, Г.Г. Егиазарян, И.Б. Елистратова // Актуальные проблемы электронного приборостроения: материалы VII междунар. конф. – Новосибирск, 2004. – Т. 3. – С. 298–305.

7 Математические модели систем менеджмента качества предприятий / Ю.А. Пальчун, В.И. Серых, А.Н. Енин, Г.Г. Егиазарян, И.Б. Елистратова // Актуальные проблемы электронного приборостроения: материалы VII междунар. конф. – Новосибирск, 2004. – Т. 3. – С. 305–307.

8 Елистратова, И.Б. Процессный подход в области менеджмента качества / Елистратова И.Б. // Актуальные проблемы электронного приборостроения: материалы VI междунар. конф. – Новосибирск, 2006. – С. 218–219.

9 Елистратова, И.Б. Анализ и моделирование процессов высокотехнологичного производства / И.Б. Елистратова, П.И. Пыжов, И.Г. Квиткова // Актуальные проблемы электронного приборостроения: материалы X междунар. конф. – Новосибирск, 2010. – Т. 3. – С. 95–96.

10 Elistratova, I.B. The analysis and modeling processes of Hi – tech manufacture / I.B. Elistratova, Yu.A. Palchun, P.I. Pyzhov, I.G. Kvitkova // 2010 10th Interna-

tional conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings. Vol. 1. Novosibirsk, 2010. – P. 108–109.

11 Философия систем менеджмента качества / Ю.А. Пальчун, И.Б. Елистратова, Г.Г. Егиазарян, А.Н. Енин, В.И. Серых // Информатика и проблемы телекоммуникаций: материалы Рос. научно-техн. конф. – Новосибирск, 2006. – Т. 1. – С. 459–461.

12 Елистратова, И.Б. Системный подход к менеджменту качества / И.Б. Елистратова // Информатика и проблемы телекоммуникаций: материалы Рос. научно-техн. конф. – Новосибирск, 2006. – Т. 1. – С. 373–375.

13 Экономика системы менеджмента качества / Ю.А. Пальчун, В.И. Серых, Г.Г. Егиазарян, И.Б. Елистратова, А.Н. Енин // Информатика и проблемы телекоммуникаций: материалы Рос. научно-техн. конф. – Новосибирск, 2006. – Т. 1. – С. 459–461.

14 Определение результативности систем менеджмента качества / Г.Г. Егиазарян, Ю.А. Пальчун, В.И. Серых, А.Н. Енин, И.Б. Елистратова // Информатика и проблемы телекоммуникаций: материалы Рос. научно-техн. конф. – Новосибирск, 2005. – Т. 2. – С. 19–20.

15 Пальчун, Ю.А. Управление, мониторинг и измерения на предприятиях с учетом требований стандартов серии ИСО 9000 / Ю.А. Пальчун, В.И. Серых, И.Б. Елистратова // Проблемы создания и совершенствования системы качества на предприятиях: материалы круглого стола (администрация Новосибирской обл., 9 нояб. 2009 г.) – Новосибирск, 2009. – С. 24–28.

16 Михайловская, Ж.А. Измерение параметров системы управления качеством предприятий связи / Ж.А. Михайловская, Л.В. Первушина, И.Б. Елистратова // Информатика и проблемы телекоммуникаций: материалы Рос. научно-техн. конф. – Новосибирск, 2009. – Т. 1. – С. 152–154.

17 Елистратова, И.Б. Оптимизация линейных сооружений связи / И.Б. Елистратова // Информатика и проблемы телекоммуникаций: материалы Рос. научно-техн. конф. – Новосибирск, 2008. – Т. 1. – С. 191–192.

18 Елистратова, И.Б. Анализ и измерение параметров систем управления / И.Б. Елистратова // Информатика и проблемы телекоммуникаций: материалы Рос. научно-техн. конф. – Новосибирск, 2011. – Т. 1. – С. 230–231.

19 Елистратова, И.Б. Метрологическое обеспечение – основная подсистема менеджмента качества / И.Б. Елистратова // Информатика и проблемы телекоммуникаций: материалы Рос. научно-техн. конф. – Новосибирск, 2011. – Т. 1. – С. 231–232.