

УДК 65.011.56

АНАЛИЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О КАЧЕСТВЕ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

И. Н. Филатов,

доктор техн. наук, доцент

А. А. Денисова,

аспирант

Северо-Западный заочный государственный технический университет

Проводится оценка путей сокращения технологического цикла контроля качества продукции и выявляются их ограничения. Формируются требования к методам принятия решения о качестве продукции в условиях неопределенности.

Ключевые слова — контроль качества продукции, принятие решения, условия неопределенности.

Введение

По результатам анализа в области внутрифирменного управления и ситуации на рынке достаточно очевидно выделяются следующие тенденции:

1) требования потребителей к качеству продукции по надежности и ресурсу постоянно растут [1];

2) повышение требований к надежности и ресурсу приводит к необходимости проведения производителем 100%-го контроля продукции на всех стадиях жизненного цикла продукции [2];

3) введение 100%-го контроля качества продукции на всех стадиях ее жизненного цикла приводит к повышению затрат на качество, которые являются второстепенными, так как не повышают стоимости продукции с точки зрения потребителя [2];

4) повышение затрат на качество продукции приводит к увеличению стоимости продукции, а следовательно, понижает ее конкурентоспособность.

Перечисленные тенденции, действуя одновременно, заставляют производителя искать пути уменьшения затрат на контроль качества продукции, сохраняя при этом заданную достоверность контроля качества продукции.

Постановка задачи принятия решения о качестве продукции

Согласно теории принятия решений, этапы принятия любого решения включают следующие пункты [1, 2]:

1) построение концептуальной модели решаемой проблемы:

- изучение ситуации и построение сценария ее функционирования;
- формулировка целей;
- формирование критериев и ограничений;
- выбор существенных факторов и формирование концептуальной модели, оценка адекватности концептуальной модели;

2) разработка математической модели:

- постановка прикладной задачи моделирования;
- математическая формализация задачи;
- оценка адекватности математической и концептуальной модели;

3) решение задачи (исследование модели):



■ Схема оценки качества продукции

— выбор (разработка) формализованной схемы процесса решения задачи и моделирующего алгоритма;

— ввод исходных данных и решение задачи с использованием универсального или оригинального программного обеспечения;

— анализ результатов расчета, оценка точности модели;

— выбор (принятие) приемлемого решения.

Применительно к принятию решения о качестве продукции перечисленные выше этапы могут быть представлены в виде схемы (рисунок) [1].

Анализ предпосылок возникновения задачи принятия решения о качестве продукции в условиях неопределенности

На современных производственных фирмах решение о качестве продукции принимается в основном на основании анализа результатов испытаний продукции. Принятие решения является заключительным этапом процесса контроля качества продукции. Для сокращения экономических затрат на процесс контроля качества продукции необходимо сократить стоимость всех элементов цепочки, из которых состоит процесс контроля качества продукции:

- 1) проведение испытаний;
- 2) сбор и анализ полученных данных;
- 3) принятие решений о качестве продукции.

Первым элементом цепочки является проведение испытаний. Сократить время на проведение испытаний возможно следующими путями [7]:

- 1) сократить объем испытываемой продукции, качество остальной продукции спрогнозировать;
- 2) сократить время проведения испытаний путем внедрения системы автоматизации испытаний;
- 3) сократить время проведения испытаний путем проведения форсированных испытаний;
- 4) внедрить гибкую систему контроля качества на предприятии.

Ниже представлены основные характерные черты перечисленных путей сокращения времени проведения испытаний.

Анализ последствий внедрения методов планирования эксперимента

В современной научной методологии математические методы планирования эксперимента широко применяются в фундаментальных и прикладных научных исследованиях. Методы, впервые предложенные английским математиком Р. Фишером, предназначались для решения большого круга задач, в том числе для изучения механизмов явлений, для организации и активного управления экспериментальными исследованиями в раз-

личных научных направлениях и отраслях промышленности, для создания математических моделей (функций отклика) технологических процессов объектов автоматизации и поиска их оптимальных режимов. При этом в основе количественной оценки лежит отождествление статистических данных результатов испытаний промышленных изделий с моделями выборочных параметров — критериев годности (ПКГ) этих изделий. Существующие методы обработки статистических данных и их идентификации с моделями характеризуются различными подходами, теоретическими обоснованиями и одновременно гибкостью в зависимости от объема выборок, граничных значений контролируемых параметров. В большинстве случаев при идентификации и анализе параметров качества промышленных объектов производится анализ четких моделей линий регрессии по таким методам как: метод конечных разностей, метод выбранных точек, метод наименьших квадратов, а также оценки дисперсий моделей ПКГ, вызванных изменениями их параметров. Из обзора конкретных моделей можно видеть, что они, будучи отражением экспериментальных статистических данных, являются приближением к истинным зависимостям [9]. По разработанным алгоритмам итераций могут быть найдены все параметры этих моделей (заранее выбранных). Но если данные представляют собой еще не законченный эксперимент, то в каждом случае может быть использована другая модель. Тогда и проявляется эффект нечеткости в выборе моделей: можно выбрать тот или иной вид модели [9]. Отсюда также следует ограниченность вероятностно-статистического подхода и необходимость использования нового подхода на основе нечетких множеств. Применение этих методов возможно только при условии следующих ограничений [8]:

- 1) система состоит из последовательно соединенных элементов, и они работают независимо друг от друга;
- 2) возможность проводить форсированные испытания обосновывается в рамках линейной модели, связывающей время наработки до отказа в номинальном и форсированных режимах;
- 3) систему можно разделить на отдельные элементы;
- 4) каждый элемент можно испытать на отказ.

Большинство из этих условий трудно реализовать, особенно к продукции длительного применения. Также часто невозможно провести испытания отдельных элементов прибора, так как он выполнен моноблочно (все элементы конструктивно и схематически соединены). Существует ряд работ, посвященных вопросам прогнозирования надежности, в которых приводятся задачи и методы прогнозирования, их классификация,

определяется первичность классификации постановки задач прогнозирования по сравнению с классификацией методов прогнозирования [6]. Однако представленные в них методы не являются универсальными, так как, например, для приборов длительного применения можно указать только на метод, основанный на регрессионном анализе. Методы функций с гибкой структурой Куликова, Бокса — Джекинсона, экспоненциального сглаживания, гармонических весов Хельвига, а также другие методы, основанные на формальном использовании полиномов для указанных целей не применимы для приборов длительной эксплуатации [6]. Также неперспективными являются методы, базой которых являются прогнозы возможных изменений в изделиях на основе изучения физики процессов старения. При этом в качестве основы поиска (выбора) моделей прогнозирования предполагается рассмотрение физической природы изменения начальных параметров изделий, вызванных процессами старения с учетом стохастической природы как аргументов модели, так и их ограничений, обусловленных внешними и внутренними факторами. В этом случае модель надежности продукции представляется как физико-вероятностная модель. При этом одним из ограничений применимости метода является предположение, что сложная продукция должна рассматриваться как единое целое с учетом обеспечения всех узлов и деталей, их взаимных связей. В данном методе важно достоверно оценить влияние технологических факторов изготовления, сборки, взаимодействия элементов сложной системы, вариаций условий эксплуатации и воздействия окружающей среды, чтобы обеспечить высокую достоверность и гарантию установленных показателей надежности, что также является сложной задачей на современных производственных фирмах, ввиду многообразия и стохастических связей перечисленных факторов. Исходя из приведенных ограничений в качестве идеализированной модели предлагаем использовать одномерный нестационарный процесс, а для характеристики его отдельного временного сечения — статистические оценки следующих параметров:

- 1) текущего (во времени) значения математического ожидания;
- 2) текущего (во времени) значения среднего квадратического отклонения от текущего математического ожидания;
- 3) текущего значения квантили, ограничивающей мгновенные значения модуля.

Применение методов планирования эксперимента позволяет сократить время контроля качества продукции. Однако, по мнению ученых [8–10], любая модель процесса оценивания каче-

ства продукции только в определенной степени соответствует истинному процессу оценивания и каждая процедура в модели процесса оценивания оказывает влияние на конечный результат — оценку качества продукции, которая приобретает свойства случайной величины. Случайность оценки качества является одним из основных исходных положений, на которых построена модель процесса оценивания. Поскольку в реальных моделях оценивания принимаются ограничения, допущения, упрощения, условности и другие действия отхода от истинных процедур оценивания, то они являются источниками возникновения погрешностей оценивания и вносят неопределенность в данные, поступающие на этап процесса принятия решения [8, 9]. Ввиду перечисленных ограничений и наукоемкости процесса планирования эксперимента часто на современных производственных фирмах внедряют автоматизированные системы контроля качества продукции.

Анализ последствий внедрения автоматизации испытаний продукции

На крупных производственных фирмах, где преобладает массовое производство изделий, автоматизация испытаний связана с созданием специализированных машин, комплектов для контроля качества и статистической оценки свойств материалов по стандартизованным методикам, обеспечивающим автоматическое управление режимами испытаний, центральный сбор информации в многоточечных системах и обработку однотипных результатов испытаний.

На малых производственных фирмах, где преобладает мелкосерийное производство, характерно проведение многофакторных испытаний по программам, которые могут меняться или совершенствоваться в процессе испытаний, для чего необходимо универсальное оборудование с мобильной структурой, легко приспособляемой для решения различных задач [9]. Однако в обоих случаях автоматизация дает возможность достигнуть следующего: повысить эффективность разработок объектов испытаний и уменьшить затраты на их обработку; получить качественно новые результаты, достижение которых принципиально невозможно без использования автоматизированных систем испытаний; повысить оперативность в получении, обработке и использовании информации о качестве продукции и надежности изделий. Из приведенного выше анализа следует, что автоматизация испытаний является одним из наиболее перспективных направлений развития производства, и ему большое внимание уделяют современные предприятия.

Для построения автоматизированной системы испытаний наиболее важными ее составными частями являются механизмы, выполняющие следующие функции [6]:

- подачу объекта к месту контроля или испытания;
- ориентацию и закрепление аппаратуры;
- включение в измерительную и контрольную схему;
- выполнение заданной программы контроля или испытаний;
- фиксацию результатов испытаний;
- выключение испытуемого изделия из измерительных и контрольных схем;
- открепление изделия;
- съём изделия с места испытаний;
- транспортирование объекта на следующую операцию.

В соответствии с этим в структурную схему автомата или полуавтомата для контроля или испытания объекта входят следующие функциональные узлы:

- механизмы перемещения (транспортеры), ориентации;
- механизмы закрепления и включения прибора в измерительную и контрольную схему;
- блок задания испытательных режимов по принятой программе;
- преобразователь и усилительно-измерительные устройства для измерения показаний при контроле или испытании объекта;
- записывающие устройства, фиксирующие результаты испытаний, отбраковывающие устройства;
- счетчик;
- блокировочное устройство для остановки всего процесса;
- устройство для транспортирования объекта на следующую операцию.

Внедрение автоматизированной системы испытаний требует больших затрат на приобретение приведенных выше функциональных узлов, а также на оплату труда квалифицированных кадров, которые осуществляют ее обслуживание, поэтому часто, если организация занимается производством продукции с большим сроком эксплуатации, наиболее выгодным является проведение форсированных испытаний.

Анализ последствий внедрения методов форсированных испытаний

Методы на основе форсированных испытаний связывают с построением моделей физических процессов деградации свойств материалов элементов датчиков (деталей) [8]. Главным вопросом является выбор вида фактора, форсирующего ис-

пытания; определение границ его вариации; выбор вида моделей, описывающих деструктивные процессы, протекающие в изделиях, и их пересчет на условия эксплуатации. Непосредственно выбор фактора можно сводить к следующим практическим действиям: к изучению физики отказов и к определению коэффициента ускорения как функции уровня форсирующего воздействия. Из нескольких работ [3–5, 10] следует, что для ускоренных оценок продукции необходимо проведение достаточно объемных статистических исследований в форсированном и номинальных режимах. Подобный подход прослеживается и в более поздних работах. В работах [8–10] раскрываются детали форсированных испытаний, при этом используются активизируемые процессы (токовые, термические), которые описываются с помощью модели Аррениуса. Но эта модель с учетом реальных условий эксплуатации изделий оказывается не всегда приемлемой практически: условия эксплуатации оказываются близкими к пределам допустимых, и их форсировать не удается. При этом весьма затруднительной оказывается оценка энергии активации конкретных процессов, хотя вид воздействия в некоторых случаях может быть определен на основе анализа совокупности отдельных процессов, происходящих в элементах датчиков и приводящих к отказам. Невозможность получить степень автоточности форсированных и номинальных режимов испытаний приводит к возникновению неопределенности на этапе принятия решения о качестве продукции. Ввиду этого и учитывая ограничения, связанные с применением методов планирования эксперимента, внедрением системы автоматизированного контроля, производственные фирмы, производящие разнородную, наукоемкую продукцию с длительным сроком эксплуатации, внедряют гибкую систему контроля качества, позволяющую сократить затраты на испытания продукции, а также на сбор и анализ полученных результатов.

Анализ специфики внедрения гибкой системы контроля качества продукции

Смысл гибких (адаптивных) структур заключается в достаточно быстрой перестройке при изменении как внешних, так и внутренних условий. При этом речь идет о придании данному процессу алгоритмического и по возможности непрерывного характера при неизменном выполнении принципа Р. Эшби: «Чтобы успешно противостоять среде, сложность решения и быстрота его принятия должны соответствовать сложности и скорости изменений в среде» [7].

Для внедрения и поддержания гибкой системы контроля качества необходим ряд видов обе-

■ *Степень и объект влияния*

Вид обеспечения	Объект влияния	Степень влияния на процесс принятия решения о качестве продукции, %
Техническое	Устройства получения, ввода, подготовки, обработки, хранения, регистрации, вывода, отображения, использования, передачи информации и средств реализации управляющих воздействий автоматизированной системы испытаний	5
Математическое	Методы, математические модели системы и испытываемых изделий, алгоритм функционирования автоматизированной системы испытаний и решения отдельных задач испытаний	15
Программное	Программы, необходимые для реализации всех функций автоматизированной системы испытаний	10
Информационное	Нормативно-справочная документация, например, содержащая описание стандартных испытательных процедур, типовых управляющих решений и т. д., форма предоставления и организации данных автоматизированной системы испытаний, в том числе формы документов в виде видеogramм и протокола обмена данными	10
Лингвистическое	Тезаурусы (словари), языки описания и манипулирования данными, управление процессами испытаний и программирования	10
Организационное	Совокупность правил и предписаний, устанавливающих структуру организации и ее подразделений и их функции, и требуемое взаимодействие персонала автоматизированных систем с комплексом технических средств и между собой	10
Методическое	Документация, в которой содержится состав, правила отбора и эксплуатации комплексов системы испытаний, последовательность операций, реализующих типовые процедуры контроля и испытаний, инструкции по работе с оборудованием	20
Метрологическое	Метрологические средства и инструкции по их применению	20

спечений, оказывающих различное влияние на процесс принятия решения о качестве продукции (таблица) [6].

При внедрении и поддержании гибкой системы контроля необходимо учитывать степень влияния видов обеспечений на процесс принятия решения о качестве продукции.

Общая оценка путей сокращения процесса контроля качества продукции

На основе результатов анализа оценок потенциальных потребителей [1] было выявлено, что в настоящее время требования к продукции, особенно к датчикам или измерительным преобразователям, по ресурсу и комплексу воздействия влияющих величин являются значительными (десятки тысяч часов) и жесткими (например, одновременное воздействие значительных перепадов температур) и в настоящее время растут. Это приводит к росту требований к достоверности решений о качестве продукции. Кроме того, было выявлено, что возникает необходимость сократить экономический фактор обеспечения контроля качества продукции. По результатам анализа путей, сокращающих экономический фактор обеспечения контро-

ля качества продукции, были выявлены следующие ограничения:

1) любая модель процесса оценивания качества продукции только в определенной степени соответствует истинному процессу оценивания, и каждая процедура в модели процесса оценивания оказывает влияние на конечный результат — оценку качества продукции, которая приобретает свойства случайной величины;

2) невозможно получить степень автоматизации форсированных и номинальных режимов испытаний;

3) все факторы, обеспечивающие систему контроля качества продукции, вносят вклад в формирование достоверности результатов, на основании которых впоследствии будет принято решение о качестве продукции. Любая ошибка или невыполнение требований к каждому из видов обеспечений может привести к полной неопределенности результатов.

Заключение

Таким образом, управленец, сталкивающийся с проблемой принятия решения о качестве продукции на современной автоматизированной

фирме, оказывается в условиях неопределенности. С одной стороны, он заинтересован в сокращении объема контроля качества продукции, однако, с другой — он обязан подтвердить потребителю достоверность контроля качества продукции. Таким образом, существует противоречие между значительными суммарными затратами на контроль качества, с одной стороны, и объективной необходимостью снижения затрат на контроль при заданном уровне качества продукции — с другой стороны. Исходя из этого в качестве

предмета исследования выбран процесс принятия решения о качестве продукции в условиях неопределенности. На основании сформулированных объекта и предмета исследования, а также результатов анализа рынка и способов уменьшения затрат на контроль качества продукции необходимо усовершенствовать методику оценки качества продукции в условиях неопределенности с учетом ограничений по стоимости, времени и достоверности результатов контроля в целях повышения конкурентоспособности продукции.

Литература

1. Алдокин И. П., Бубенко И. В. Теория принятия решений. — Киев: Наук. думка, 1990. — 372 с.
2. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. — М.: Мир, 1976. — С. 172–215.
3. Вилкас Э. И. Оптимальность в играх и решениях. — М.: Наука, 1990. — 256 с.
4. Иваненко В. И., Лабковский В. А. Проблемы неопределенности в задачах принятия решений. — Киев: Наук. думка, 1990. — 768 с.
5. Матвеев Л. А. Компьютерная поддержка решений. — СПб.: Спец. литература, 1998. — 704 с.
6. Саркисян С. А. Теория прогнозирования и принятия решений. — М.: Высш. шк., 1977. — 351 с.
7. Серегин М. Ю. Организация и технология испытаний: в 2 ч. Ч. 2: Автоматизация испытаний. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. — 96 с.
8. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976. — 280 с.
9. Блохин В. Г., Глудкин О. П., Гуров А. И., Ханин М. А. Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов / Под ред. О. П. Глудкина. — М.: Радио и связь, 1997. — 232 с.
10. Ушаков И. А. Надежность технических систем. — М.: Радио и связь, 1985. — 606 с.

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

Поступающие в редакцию статьи проходят обязательное рецензирование.

При наличии положительной рецензии статья рассматривается редакционной коллегией. Принятая в печать статья направляется автору для согласования редакторских правок. После согласования автор представляет в редакцию окончательный вариант текста статьи.

Процедуры согласования текста статьи могут осуществляться как непосредственно в редакции, так и по e-mail (80x@mail.ru).

При отклонении статьи редакция представляет автору мотивированное заключение и рецензию, при необходимости доработать статью — рецензию. Рукописи не возвращаются.

Редакция журнала напоминает, что ответственность за достоверность и точность рекламных материалов несут рекламодатели.