

СЕКЦИЯ

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ И
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Руководитель – д.т.н., профессор КОФАНОВ Ю.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ХЛОКОПРЯДИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Забродин Д.А., Севостьянов П.А.

Московский государственный текстильный университет имени А.Н. Косыгина

В течение уже нескольких десятилетий в хлопкопрядильном производстве всех ведущих стран в области текстильной промышленности, в том числе и России, используются автоматизированные поточные линии, которые предусматривают связь нескольких машин нескольких переходов прядильного производства в единую поточную линию, управляемую автоматизированным центром, что позволяет повысить производительность и обеспечить более высокое качество продукции.

Один из вариантов схемы приведен на рисунке 1. В нее обычно входят несколько кипных питателей, осуществляющих отбор хлопкового волокна из кип, их рыхление и подачу на следующий переход. Затем стоят две-три машины, осуществляющие очистку. Это т. н. машины разрыхлительно-очистительного агрегата. Затем волокно попадает в смесовую машину, где осуществляется смешивание хлопка различных типов и подмешивание химического волокна, без которого, в настоящее время, ни одна смеска не обходится. После этого поток волокнистого материала распределяется посредством пневмопровода по бункерным питателям чесальных машин. На этих машинах осуществляется окончательная очистка, разъединение волокон и получение т.н. чесальной ленты, продукта готового к вытягиванию и производству пряжи.

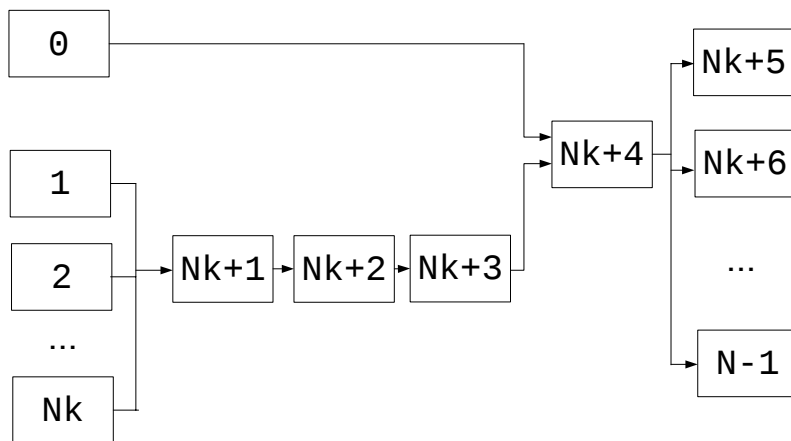


Рис. 1. Схема моделируемой поточной линии (0 – кипный питатель для химического волокна, 1 ÷ Nk – кипные питатели для хлопка, Nk+1 ÷ Nk+3 – очистители-рыхлители, Nk+4 – смесовая машина, Nk+5 ÷ N-1 – кардочесальные машины).

Поточная линия включает от 4 до 8 переходов, каждый из которых может включать одну или несколько параллельных задействованных машин технологического оборудования. Это связано с тем, что производительность этих машин различна и в настоящее время не может быть выровнена во избежание понижения качества обработки волокнистого материала и нарушения условий технологического процесса. Отсюда возникает задача, связанная с сопряженностью этих машин по производительности, что и приводит к парал-

лельно-последовательной схеме их включения. В некоторых случаях, когда обрабатываемая волокнистая масса содержит малый процент сорных примесей, из поточной линии может быть исключена часть разрыхлительно-очистительных машин, что позволяет сократить длину технологической цепочки. Или, наоборот, могут быть включены дополнительные машины очистки, что увеличивает число переходов. Кроме того, для улучшения качества обработки может быть снижена производительность отдельных машин на отдельных переходах и подключены параллельно работающие аналогичные машины для сохранения общей производительности поточной линии. Тем самым достигается качество обработки волокна, меньшая его повреждаемость с сохранением производительности.

Итак, рассматриваемая структура характеризуется параллельно-последовательной схемой большого числа машин, которая подвержена структурным изменениям. Автоматизация подобных линий дает большие преимущества и поэтому систем, работающих в неавтоматизированном режиме, сейчас практически не существует. В то же время согласованная работа большого числа машин создает новые проблемы, связанные с согласованностью их действий, и особенно актуальным является вопрос оценки производственной стабильности, т.е. постоянства производительности поточной линии, что гарантирует получение продукта, стабильного по своим свойствам, качеству на завершающих стадиях прядильного производства.

Поскольку аналитический расчет подобных систем является сложной задачей, которая допускает получение конечных решений лишь в отдельных случаях, был использован метод компьютерного моделирования для оценки этой производительности. В отличие от обычных задач исследования надежности производственных систем в этом случае целью исследования являлись не столько сбои в работе системы, сколько влияние этих сбоев и временных остановов оборудования на колебания производительности машин. При этом учитывалось, что при выходе из строя одной из параллельно включенных машин нужна компенсация ее временного выключения за счет повышения производительности других машин.

При моделировании предполагалось, что каждая из машин имеет т.н. номинальную производительность, которая использовалась при расчете общей производительности всей системы и обеспечении сопряженности машин по производительности. Кроме того, для каждой машины задавалась величина максимальной производительности. При оценке стабильности предполагалось, что машины могут выходить из строя вследствие поломок или нарушений технологического режима, и что интервалы времени между остановами распределены по некоторому закону распределения, который можно задавать перед началом моделирования. Аналогично и интервалы времени между восстановлениями подчинены некоторому закону распределения. Также было необходимо учитывать, что останов одной из машин, последовательно включенных в линию, может привести к останову всей линии, и тем самым вынужденно могут останавливаться и другие машины.

В качестве характеристик эффективности работы, с точки зрения поставленной задачи, были выбраны относительное отклонение реальной производительности ΔG , получаемой в течение заданного времени моделирования, от теоретической расчетной производительности при сопряженности оборудования. Этот показатель характеризует способность поточной линии достигнуть теоретически заданного уровня производительности. Второй показатель – коэффициент вариации C_v производительности относительно среднего уровня, который характеризует нестабильность производства.

Модель была построена с использованием среды Delphi 6. Пример работы модели приведен на рисунке 2, на котором изображены диаграммы изменения производительности всей линии и некоторых машин по схеме (рис. 1).

С построенной моделью проводились эксперименты с целью исследования влияния структуры системы на ее производственную стабильность. Моделирование проводилось при следующих условиях: закон распределения интервалов между остановами и интервалов между восстановлениями – показательный, числовые характеристики блоков приведены в табл. 1.

Таблица 1

Блок	G_i , кг/ч	t_i^f , ч	t_i^r , ч
Кипный питатель 0	200	200	12
Кипные питатели 1 ÷ Nk	100	100	3
Наклонный очиститель	600	220	10
Чиститель осевой	550	220	8
Горизонтальный рыхлитель	600	200	8
Смесовая машина	1200	300	24
Кардочесальные машины	200	75	2

Где G_i – номинальная производительность i -того блока, t_i^f – среднее время наработки на отказ i -того блока, t_i^r – среднее время восстановления i -того блока.

В эксперименте варьировалось число кипных питателей и чесальных машин. Моделирование осуществлялось при следующих значениях числа кипных питателей: 6; 12; 18; 24; 36, – и чесальных машин: 4; 10; 16.

Каждый опыт эксперимента для получения статистически стабильных результатов повторялся 10 раз. Имитировалась работа поточной линии в течение 4000 часов.

Результаты эксперимента представлены в табл. 2 (где $\bar{G}$ – средняя, $G_{\max}$ – максимальная, $G_{\min}$ – минимальная производительность), из которой можно сделать следующие выводы:

Из результатов экспериментов видно, что падение среднего уровня производительности могут достигать 10% в зависимости от числа кипных питателей. Коэффициент вариации практически не зависит от варьируемых факторов. Результаты эксперимента не показывают явно выраженной функциональной зависимости показателей стабильности работы системы от варьируемых факторов. Последнее обстоятельство подтверждает важность компьютерного моделирования системы для конкретных условий ее работы.

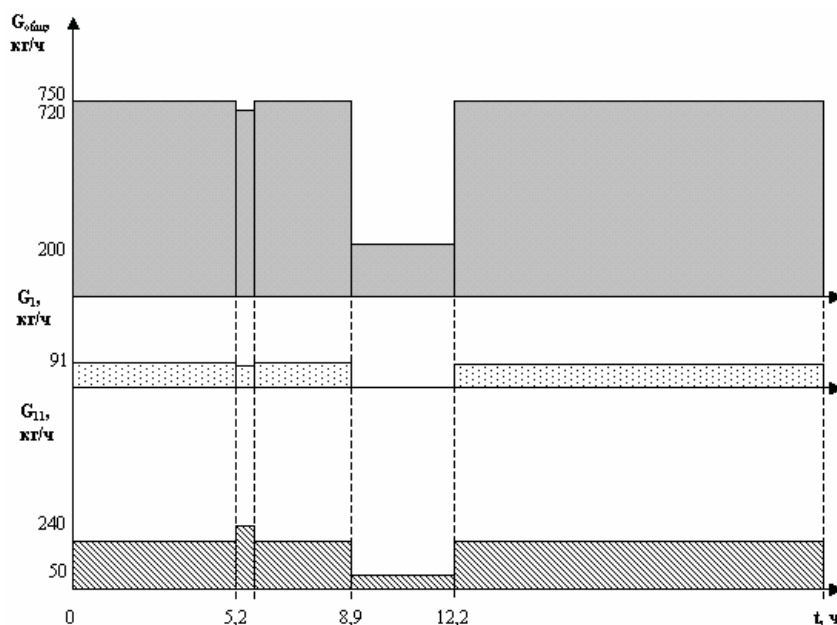


Рис. 2. Изменение производительности некоторых блоков и общей производительности поточной линии в течение 24 часов (один прогон модели).

Таблица 2

Число ЧМ	4					10					16				
Число КП	6	12	18	24	36	6	12	18	24	36	6	12	18	24	36
1	616	619	640	644	652	605	645	617	613	647	648	600	598	625	643
2	652	622	659	595	589	599	652	629	634	632	634	631	644	628	652
3	598	609	668	642	587	649	670	613	648	636	640	588	656	619	665
4	602	631	617	604	638	631	604	625	650	584	596	621	639	665	632
5	609	644	646	646	594	617	634	608	653	645	636	629	631	632	619
6	654	639	628	616	639	623	630	607	646	646	649	630	651	631	609
7	642	619	631	666	603	583	633	625	658	649	668	654	623	617	627
8	635	620	637	623	603	585	643	628	608	644	656	628	625	597	599
9	647	635	647	666	626	642	641	634	642	570	642	610	600	625	628
10	642	674	644	607	631	626	679	636	621	645	668	619	586	673	655
$\bar{G}$	630	631	642	631	616	616	643	622	637	630	644	621	625	631	633
$G_{\max}$	654	674	668	666	652	649	679	636	658	649	668	654	656	673	665
$G_{\min}$	598	609	617	595	587	583	604	607	608	570	596	588	586	597	599
$C_v, \%$	38,2	38,1	35,7	37,9	41,2	42,0	35,8	41,2	37,3	38,9	35,4	41,0	40,0	38,4	38,1
ΔG	0,16	0,16	0,14	0,16	0,18	0,16	0,16	0,14	0,16	0,18	0,16	0,16	0,14	0,16	0,18

Литература

1. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Моделирование технологических процессов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344с.
2. Будников В.И., Раков А.П., Терюшнов А.В. Прядение хлопка (часть первая). – М.: Ростехиздат, 1962. – 436с.
3. Будников В.И., Раков А.П., Терюшнов А.В. Прядение хлопка (часть вторая). – М.: Ростехиздат, 1963. – 396с.

Modern spinning systems consist of a large number of various machines. Such systems include up to fifteen transitions and from one to several tens of machines in each transition. Different quantity of textile machines in different transitions is caused by their different productivity. Such a variety of mechanisms complicates performance figure estimation and efficiency prediction. Problem of increasing stability of manufacture systems operation exists. Nowadays with developing computer technology it can be solved by using computer modeling. Applied method for simulation of spinning systems is the method of imitation modeling. It allows building a dynamic model of manufacture system considering probabilistic nature of machines' stop and their failures.



МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО РАЗРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Мачинская Г.Е.

ОАО «НПО «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина»

Эффективность высокотехнологичного разрабатывающего предприятия и его конкурентоспособность во многом зависят от качества создаваемой им наукоемкой продукции, понимаемого как совокупность технико-экономических и потребительских свойств продукции, обуславливающих их способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

Обеспечение качества продукции, контроль за его соблюдением и реализацию мер, направленных на повышение качества продукции, призвана претворять в жизнь система качества. Применительно к высокотехнологичному разрабатывающему предприятию основу системы качества составляет жизненный цикл продукции (изделия). Схематическая модель подобной системы качества представлена на рис. 1. Согласно этой модели, система качества должна охватывать все стадии жизненного цикла продукции.

Система качества включает два вида контроля: контроль организации работ и контроль выпускаемой продукции [1,2].

Контроль организации работ включает проверку:

- организационной структуры;
- административных и рабочих процедур;
- людских и материальных ресурсов, оборудования;
- рабочих участков, операций и процессов;
- документации, отчетов, ведения данных.

Контроль продукции включает проверку:

- производимой продукции с целью определения степени соответствия техническим требованиям и стандартам;
- технологических операций и процессов изготовления продукции;
- соответствия достигаемых практических результатов при использовании продукции и её рекламируемых характеристик.

Результаты проведенных проверок документируются в виде протоколов, заключений и рекомендаций. На основе результатов проверки осуществляется оценка системы качества, которая включает:

- анализ структуры системы качества;
- оценку эффективности системы качества по результатам достижения целей, поставленных при формировании показателей качества;
- предложения по поддержанию в рабочем состоянии системы качества в соответствии с изменениями, вызванными новыми технологиями, концепции качества, рыночной стратегией, изменением производственной среды или социальными и окружающими условиями.

Анализ и оценка, включающие полученные результаты, выводы и рекомендации, служат основой для принятия решений по выпуску и модернизации продукции.

В методологии контроля качества, применяемой в нашей стране, ранее рассматривались четыре стадии жизненного цикла продукции: исследование и разработка, изготовление, реализация и эксплуатация.

При полном описании жизненного цикла используют международные стандарты ISO 9000-9004. В соответствии с этими стандартами, жизненный цикл продукции (в ISO 9000-9004 он называется «петля качества») разделён на большее число этапов:

- маркетинг, поиски и изучение рынка;
- проектирование и (или) разработка технических требований, разработка продукции;
- материально-техническое снабжение;
- подготовка и разработка производственных процессов;
- испытаний и обследований;
- упаковка и хранение;
- реализация и распределение продукции;
- монтаж и эксплуатация;
- техническая помощь и обслуживание;
- утилизация после использования.

Система управления качеством должна иметь сертификаты соответствия требованиям международного стандарта ISO 9001-2000 и российского ГОСТ Р ИСО 9001-96.

Каждый объект разработки имеет свою систему показателей качества.

Информация, как продукция и товар, имеет свои специфические, общие для любого типа информации показатели качества.

Таковыми *общими характеристиками качества информации* являются [1,2]:

Репрезентативность – свойство, связанное с правильностью отбора и формирования информации в целях адекватного отражения реальности или свойств объектов (важно для выборочных наблюдений или методов сбора данных).

Содержательность – определяется коэффициентом информативности, то есть отношением количества семантической информации к её общему объёму.

Прагматизм – определяется ценностью информации. Для её оценки используют целевую функцию информации в тех же единицах, в которых измеряется целевая функция (денежная форма, производительность обработки, скорость передачи данных, время принятия решений, число операций за единицу времени и т.д.).

Достаточность – характеризует необходимый набор данных для решения задач или принятия решений.

Точность – определяется степенью соответствия данных или параметров модели реальному состоянию процесса или объекта. Оценивается в числовых мерах.

Актуальность – характеризует временной аспект информации, т.е. её ценность на момент использования. С течением времени актуальность информации снижается, независимо от того, использовалась она или нет.

Устойчивость – определяется способностью информации реагировать на случайные или санкционированные изменения данных без нарушения процессов обработки или информационного обмена. Более широко известно понятие помехоустойчивость, связанное с передачей кодированной информации. Устойчивость обеспечивается избыточностью данных, применением помехоустойчивых методов кодирования данных, системами защиты информации.

Для разработки и реализации обоснованных конструкторско-технологических мероприятий по обеспечению качества изделия на этапах его жизненного цикла, необходимо иметь ежедневную исчерпывающую информацию по всем технологическим переделам.

Другой задачей, которую должна обеспечивать система управления качеством является анализ затрат на обеспечение качества продукции, включая потери от выпуска некачественной продукции. Положения стандарта качества ISO 9000 учитываются в системе управления функцией изменений в изделиях и хранения истории изменений в соответствии с требованиями названного стандарта.

Информационное обеспечение компьютерной системы управления качеством должно содержать:

- структурированные требования и рекомендации стандартов ИСО серии 9000 применительно к данному производству (предприятию);
- перечень нормативной документации, описывающей и поддерживающей виды деятельности, необходимые для эффективного функционирования системы качества;
- описание процессов разработки, применения и поддержания системы качества.

Система качества подлежит сертификации с целью получения свидетельства (сертификата), которое должно подтверждать умение предприятия стабильно производить качественную продукцию. Оперативное управление качеством на предприятии, работающем по моделям стандартов ISO 9000, должно осуществляться с использованием статистических методов, представленных в соответствующих международных и отечественных стандартах. Основными стандартами по реализации процедур анализа количественных данных являются стандарты серии ГОСТ Р 50779, ISO 2854:1976, ГОСТ Р 50.1.018-98. Внедрение на предприятии стандартов качества позволит сертифицировать производство по ГОСТ Р 40.004-96 «Порядок сертификации производств».

Литература

1. Вермишев Ю.Х. Информационные технологии управления разработками.//Информационные технологии в проектировании и производстве. 1998. Вып. 3.
2. Вермишев Ю.Х. Управление разработкой сложного изделия.//Информационные технологии в проектировании и производстве. 2004. Вып. 3.

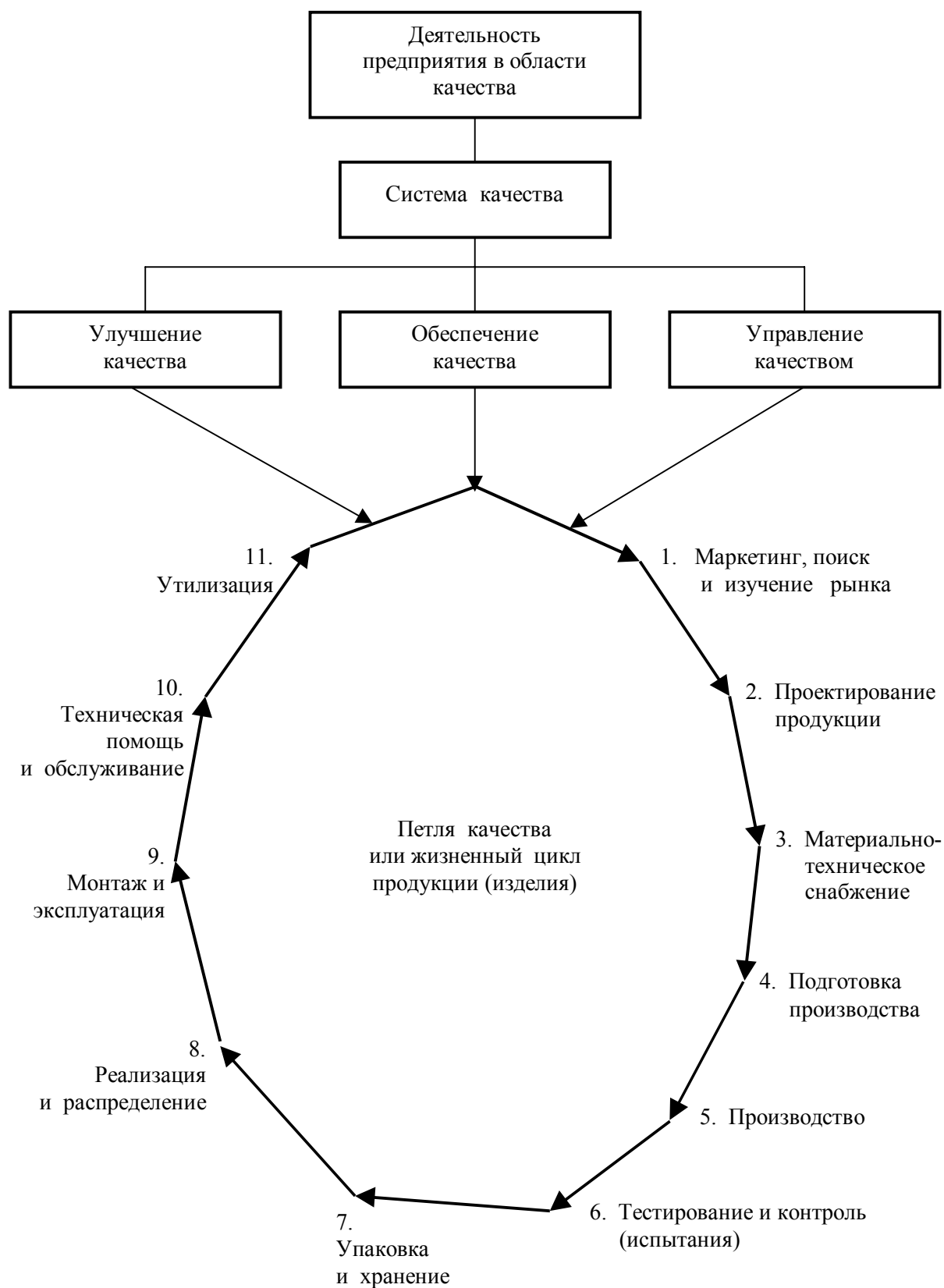


Рис. 1. Схема модели системы качества

MODEL OF A QUALITY SYSTEM OF A HIGH-TECH DESIGN ENTERPRISE

The effectiveness and competitiveness of a high-tech enterprise in many respects depends on quality of designing by it science intensive products. Providing of the products quality is appealed to put into practice by the quality system. The proposed model of such quality system comprehends all stages of the products life cycle. Domestic and international standards are put in basis of the model. Application of the model can allow the enterprise to produce stably quality products.

СОЗДАНИЕ РЭС КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ

Кофанов Ю.Н., Гончаренко О.К., Воронежцев С.А., Коваленко И.А.

Московский Государственный Институт Электроники и Математики (ТУ)

Современный процесс проектирования РЭС является инновационным наукоемким проектом. Для эффективного управления проектированием применяются современные методики, реализуемые системами управления проектами. Эти системы, как правило, либо содержат ограниченный набор функций и пригодны лишь для последовательного календарного планирования, либо являются большими профессиональными пакетами, однако не учитывают специфики инновационного наукоемкого проектирования. Цена систем последнего типа очень высока, функционал используется не в полной мере, а, зачастую, только на 30-40%. Так, например, методики расчетов рисков проектов не работают при проектировании средств РЭС ввиду наличия неопределенностей, обратных связей.

Специфика проектов по проектированию РЭС выражается в таких факторах [2], как:

- необходимость принятия решений об альтернативных путях развития проекта. Возможны два определенных ответа на разветвляющий вопрос: да, нет, а так же неопределенность. Примером может служить работа по анализу результатов моделирования тепловых режимов РЭС. Здесь же трудность описания существующими средствами ситуаций альтернативного развития проекта и, как следствие, при этом эти ситуации непредсказуемо воспринимаются встроенными в программные продукты системами анализа и распределения ресурсов;
- наличие обратных связей (при расчете или моделировании может быть принято решение об изменении схемы или элементной базы, идет возврат к предыдущим работам, с изменениями), из-за этого возникает трудность оценки степени завершенности отдельных работ и проекта по созданию РЭС в целом;
- сложность оценки всех зависимостей одной работы от тесно связанных других работ из-за большого их количества;
- сложность и большое количество работ, а так же большое количество участников проекта делают сложным оперативное отслеживание хода проекта;
- различное вкладывание смысла разными специалистами в термины, входящими в названия и описания (атрибуты) работ;
- сложность осуществления формирования коллектива проекта ввиду ограниченности числа квалифицированных специалистов в специальных областях проектирования РЭС и отсутствия методики формирования научных коллективов проектов;
- сложность контроля над результатом работ и их качеством из-за отсутствия оперативной регистрации и документирования, а, следовательно, и невозможность своевременного принятия решений по управлению и корректирующим мероприятиям на стадии проектирования.

Планируется снизить сложность проекта за счет декомпозиции работ и построения многоуровневой функциональной модели проекта. При этом более сложные работы будут включать в себя более простые, а ресурсы и параметры работ будут агрегироваться. Описать обратные связи можно с помощью блоков принятия решений и гибридных информационно-материальных связей, это позволит формализовать модели проектов с альтернативными путями развития (например, по результатам моделирования физических процессов или расчета надежности). Так же реализуется механизм синхронизации функциональной и календарной модели проекта для большей управляемости проекта с точки зрения его длительности и многое другое.

В дополнение к этому готовится инструмент для создания базы данных специалистов и методика формирования научных коллективов инновационных проектов.

В лаборатории Надежности и Качества Московского Государственного Института Электроники и Математики (ТУ) разрабатывается подсистема планирования и управления проектами «АСОНИКА-У» (см. Рис.1.), призванная интегрировать все эти наработки в удобный инструмент автоматизации управления жизненным циклом проекта и облегчить влияние негативных факторов на управляемость инновационных

научекомких проектов. Она будет входить в программный комплекс «АСОНИКА», наряду с другими подсистемами комплексного моделирования физических процессов при проектировании РЭС.

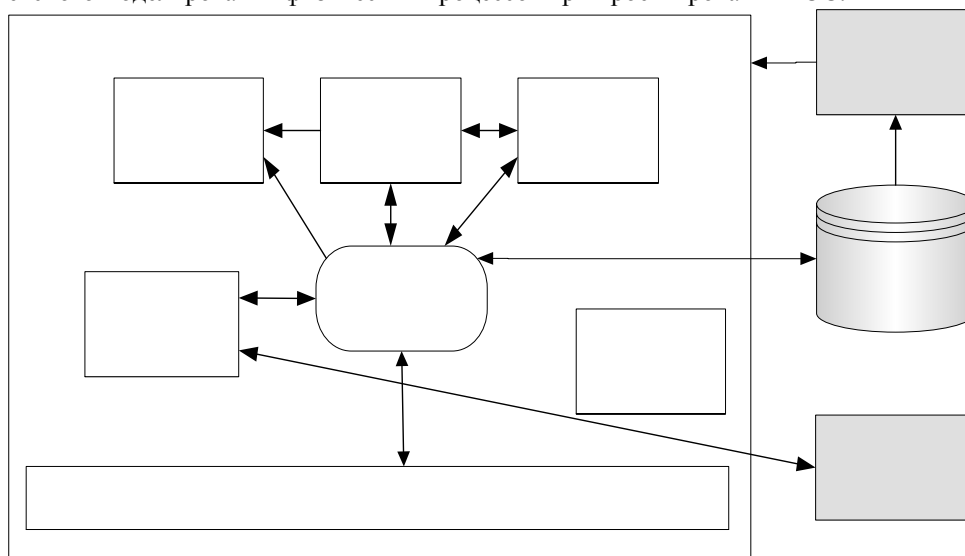


Рис.1. Структурная схема АСОНИКИ-У

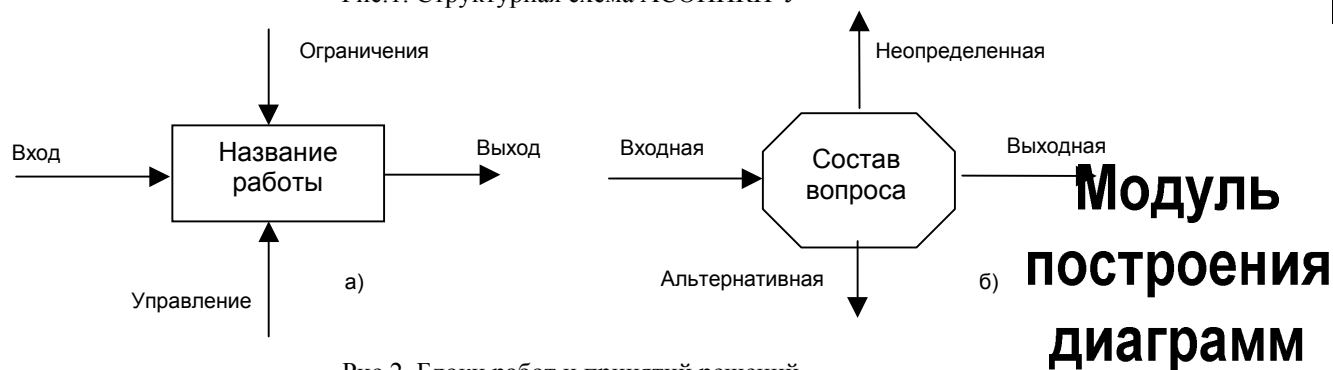


Рис.2. Блоки работ и принятий решений

Подсистема АСОНИКА-У будет обладать следующими качествами:

- поддерживать двойную синхронную модель описания проектных работ и связей между ними, основанную на календарной модели (диаграмма Ганта) и функционально-логической (нотация, похожая на IDEF0, но с элементами, обеспечивающими возможность описание сложных связей и композиции работ в инновационном наукоёмком проекте) [1] (см. Рис.2.);
- обеспечивать сетевой режим работы коллектива проекта, вовлеченного в процесс проектирования РЭС, повышение эффективности взаимодействия, объединения изменений и механизмы разрешения конфликтов;
- отвечать специфическим требованиям по управлению инновационными наукоёмкими проектами (методы управления проектом, ресурсами, методики формирования проектной команды);
- генерировать необходимые отчеты (утилизация ресурсов, загрузка и доступность персонала и т.п.);
- обеспечивать возможность доступа к данным о проекте для мобильных и удаленных участников проекта через Интернет (см. Рис.3.).

Реализованные модели и алгоритмы, а также новые аспекты управления проектами разработки РЭС дают возможность многократно повысить эффективность проектирования и добиться качества создаваемых РЭС. На этапе планирования и расчета потребности в ресурсах блок Инноватика подсистемы поможет в поиске специалистов необходимой квалификации. Интеграция с базой данных АСОНИКА-У позволяет формализовать поиск новых специалистов для выполнения работ проекта, требующих редкой квалификации, знаний и опыта.

Для организации многопользовательского режима доступа планируется использование понятия «портал» и современных веб-технологий. Этот подход позволяет облегчить администрирование и использование подсистемы, отчеты могут быть опубликованы в публичной сети Интернет для большей связи с заказчиком, участниками проекта с разрезным характером работы и специалистов виртуальных научных коллективов.

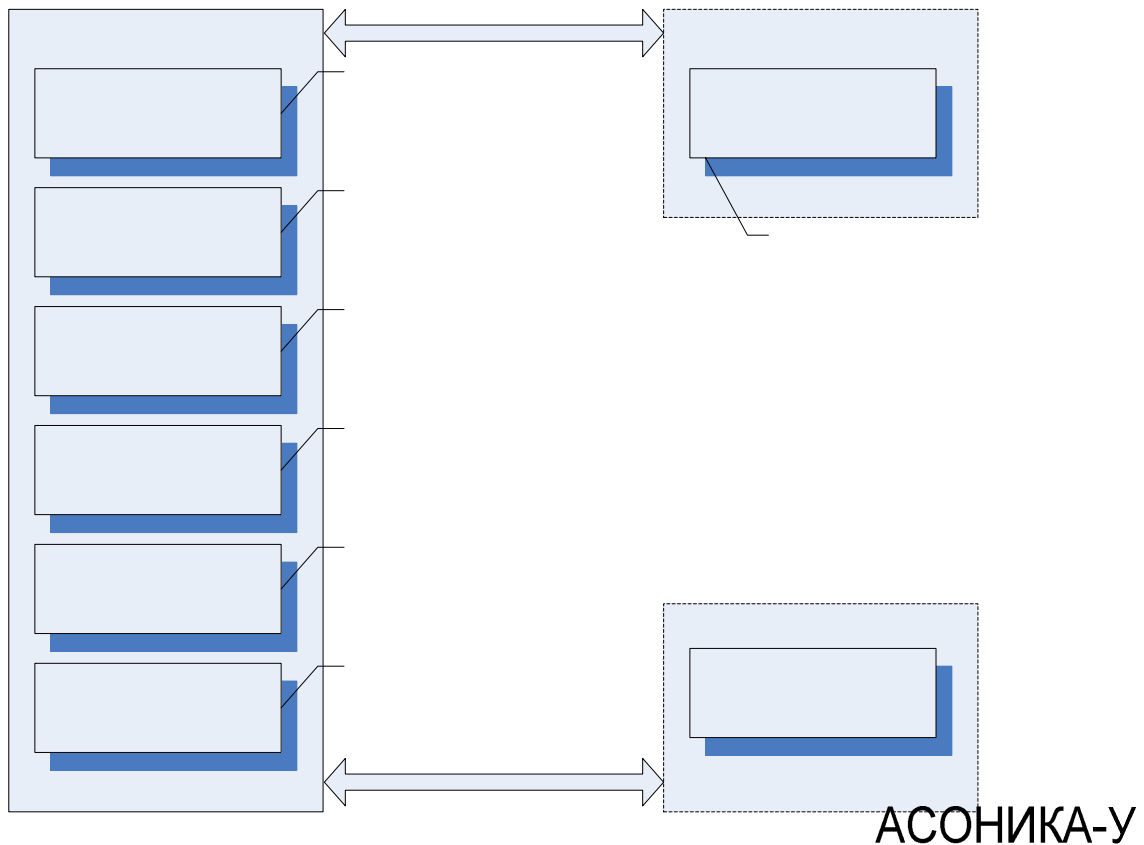


Рис.3. Структурная схема «АСОНИКИ-У»

Литература

1. Управление проектами. Практическое руководство. Клиффорд Грей, Эрик Ларсон, - М: Дело и Сервис, 2002 г. - 528 стр.
2. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР. Мироненко И.Г., - М: Высшая школа, 2002 г. - 391 стр.
3. Отличия файл-серверной архитектуры построения информационных систем от архитектуры «клиент/сервер», порталный подход, <http://www.iape.ru/showinfo.php?uptr=41&rasdid=41&uid=187>

RADIO ELECTRONIC DEVICE DESIGN AS PROJECT OF INNOVATION

Kofanov Y., Gontcharenko O., Voronejtsev S., Kovachenko I.

Moscow State Institute of Electronics and Mathematics (TU)

Today's radio electronic device design project is innovative one. In such projects many specialists are needed with specific knowledge and skills not only in electronics, but in temperature mode modeling, mechanics, base case design, reliability and quality control. Additionally to provide project supporting and controlling we have to involve professionals from economy and project management. All this add complexity on planning and execution stages and makes project lasts long time and project status assessment becomes hard to implement. Here can be effective way to apply to design process project planning and management system ASONIKI-U that was developed specifically for the needs of radio electronics. It can help to decrease time of finding proper human resources for specific works in project that demand high skilled and experienced specialists. It provides a network multi-user tool for functional and calendar project model creation, using new notation (that can define complex schemas like callback links), project completion status and resources utilization reporting.

ФРАГМЕНТАРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ УСТРОЙСТВ РАДИОТЕХНИКИ

Бесшейнов А.В., Долматов А.В., Увайсов Р.И., Увайсов С.У.

Московский институт электроники и математики

Одной из важнейших задач управления качеством радиотехнических устройств (РТУ) является задача анализа и обеспечения тепловых режимов элементов конструкций РТУ. Традиционно эта задача решалась методом макетирования. Сложность современных устройств, повышение плотности монтажа, снижение массогабаритных показателей зачастую делает невозможным макетирование. Развитие вычислительной техники и появление мощных программных средств позволяет все шире использовать методы расчета тепловых режимов на основе математического моделирования.

Однако на практике не всегда удается получить приемлемую точность моделирования, даже если адекватность модели доказана. Одной из причин этого является высокая неопределенность в задании исходных данных. Уточнение данных можно осуществить через их идентификацию, что опять же предполагает использование «полноразмерного» макета. Кроме очевидного недостатка такой подход на практике трудно реализовать ввиду большой размерности задачи. Поэтому предлагается метод повышения точности расчета тепловых режимов конструкций печатных узлов (ПУ) РТУ, суть которого заключается в следующем (рис. 1).

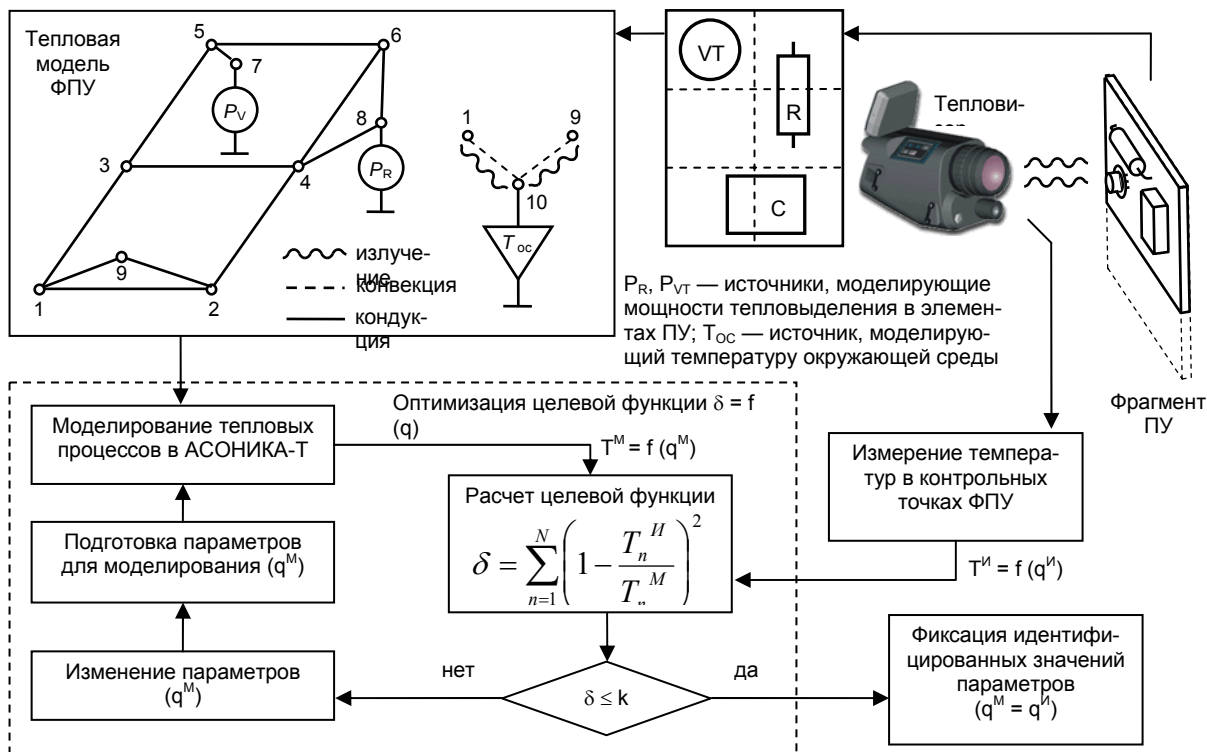


Рис. 1. Структура метода повышения точности расчета тепловых режимов конструкций ПУ

Изготавливается макет фрагмента проектируемого печатного узла. Под фрагментом печатного узла (ФПУ) в данном случае понимается фрагмент печатной платы, изготовленный из того же материала, что и плата проектируемого ПУ, с размещенными на ней элементами. При этом из всех элементов проектируемого ПУ нужно взять по одному элементу каждого типа. С помощью тепловизора, пирометра или термопары измеряются температуры в выбранных контрольных точках ФПУ. Затем составляется тепловая модель ФПУ, и рассчитываются температуры в тех же контрольных точках. На рис.1 в модели тепловых процессов ФПУ узлы 1-6 моделируют участки печатной платы, полученные при разбиении ее сеткой, узел 7 – корпус

транзистора VT, узел 8 – корпус резистора R, узел 9 – корпус конденсатора C, узел 15 – окружающую печатный узел средю.

При построении тепловой модели принимаем следующие допущения:

- корпуса элементов считаем изотермичными;
- пренебрегаем теплоотдачей с торцевых поверхностей платы;
- пренебрегаем теплопередачей через разъемы печатного узла;
- пренебрегаем излучением с печатного узла на испытательный стенд и другие ПУ.

Далее производится расчет и оптимизация целевой функции, которая зависит от измеренных и рассчитанных температур, путем изменения геометрических и теплофизических параметров (ГТФП) модели в пределах их допусков. При этом задача идентификации параметров является оптимизационной задачей. Значения параметров оптимизируются таким образом, чтобы максимально приблизить смоделированные значения температур к измеренным.

Для реализации метода разработан соответствующий программный комплекс. В качестве ядра используется подсистема АСОНИКА-Т, в основу которой положен метод конечных разностей (МКР). МКР, в отличие от метода конечных элементов, позволяет промоделировать печатный узел с множеством мелких элементов с достаточной точностью, при этом размерность модели получается меньше. Это очень важный критерий, так как на каждом шаге оптимизации происходит перерасчет теплового режима модели с новыми параметрами.

В качестве критерия оптимизации (целевой функции) используется критерий минимума δ среднеквадратической ошибки:

$$\delta = \sum_{n=1}^N \left(1 - \frac{T_n^H}{T_n^M} \right)^2,$$

где $T^H = f(q^H)$ – вектор измеренных значений температур; $T^M = f(q^M)$ – вектор расчетных значений температур; q^H – вектор фактических ГТФП конструкции ПУ; q^M – вектор идентифицируемых ГТФП конструкции ПУ; N – число элементов. Значения параметров q рассчитываются методом Давидона-Флетчера-Пауэлла (ДФП), который основан на формуле:

$$q_{i+1} = q_i - \lambda_i \cdot P(q_i) \cdot g(q_i),$$

где i – номер итерации процесса оптимизации; λ – параметр шага оптимизации; $P(q_i)$ – матрица, рекуррентно пересчитываемая по значениям градиента в текущих точках; $g(q_i)$ – градиент целевой функции.

Метод ДФП, в отличие от других методов оптимизации, сходится для любого начального приближения и не требует расчета и обращения на каждой итерации матрицы Гесса.

Суть этого метода в следующем. Поиск минимума целевой функции $\delta = f(q)$ начинается из начальной точки q_0 (обычно номинальные значения диагностируемых параметров), при этом в качестве начальной берется единичная матрица H_0 .

Итерационную процедуру можно представить следующим образом:

1. На шаге i имеются точка q_i и положительно определенная симметрическая матрица H_i .
 2. В качестве направления поиска принять направление $d_i = -H_i g_i$.
 3. Чтобы найти функцию λ_i , минимизирующую функцию $f(q_i + \lambda_i d_i)$, произвести одномерный поиск вдоль прямой $q_i + \lambda d_i$.
 4. Вычислить приращения параметров $v_i = \lambda_i d_i$.
 5. Вычислить новые значения параметров $q_{i+1} = q_i + v_i$.
 6. Вычислить новые значения целевой функции $f(q_{i+1})$ и ее градиента g_{i+1} для значений параметров q_{i+1} .
- Если величины $|g_{i+1}|$ или $|v_i|$ достаточно малы, то завершить оптимизацию, в противном случае продолжить.
7. Вычислить приращение градиента $u_i = g_{i+1} - g_i$.
 8. Вычислить матрицу A_i :

$$A_i = v_i \cdot v_i^T / (v_i^T \cdot u_i),$$

где v_i – вектор приращений значений параметров, v_i^T – транспонированный вектор приращений значений параметров, u_i – вектор приращений градиента целевой функции.

9. Вычислить матрицу B_i :

$$B_i = -H_i \cdot u_i \cdot u_i^T \cdot H_i / (u_i^T \cdot H_i u_i),$$

где H_i – матрица H на i -й итерации, u_i – вектор приращений градиента, u_i^T – транспонированный вектор приращений градиента.

10. Обновить матрицу H следующим образом $H_{i+1} = H_i + A_i + B_i$,

где H_{i+1} – матрица H на i -й итерации, H_i – матрица H на i -й итерации, A_i – матрица A на i -й итерации, B_i – матрица B на i -й итерации.

11. Увеличить i на единицу и вернуться на шаг 2.

Метод ДФП является градиентным методом оптимизации и кроме значения целевой функции требует расчета ее градиента. Градиент является вектором и выражается через функции чувствительности целевой функции к изменению значений параметров.

Так как в процессе оптимизации значений параметров q проводится многократный расчет значений температур $T(q)$ и при этом приращения значений параметров Δq величины достаточно малые, целесообразным является для расчета функций параметрической чувствительности температур использовать метод приращений. Т.е. функция чувствительности температуры T_n n -го элемента к изменению j -го параметра q_j рассчитывается по формуле:

$$A_{q_j}^T = \lim_{\Delta q_j \rightarrow 0} \frac{\Delta T_n}{\Delta q_j} = \frac{T_n(q_j + \Delta q_j) - T_n(q_j)}{\Delta q_j},$$

где $T_n(q_j)$ и $T_n(q_j + \Delta q_j)$ – значения температуры n -го элемента при старом и новом значении j -го параметра соответственно, Δq_j – приращение j -го параметра.

В процессе оптимизации на рассчитываемые параметры приходится накладывать ограничения, а метод ДФП является методом безусловной оптимизации, поэтому целесообразно применить метод преобразованных параметров. Преобразованные варьируемые параметры q' связаны с исходными q таким образом, что при любом значении $q_j' \in [-\infty, \infty]$ значение q_j не выходит за заданные ограничения. Это позволяет проводить безусловную оптимизацию в пространстве параметров q' , не нарушая ограничений на q .

Полученные при идентификации геометрические и теплофизические параметры устройства используются далее как уточненные исходные данные для полноразмерного моделирования тепловых режимов РТУ. Таким образом, предложенный метод позволяет повысить точность оценки температур элементов РТУ на стадии проектирования за счет введения промежуточного этапа фрагментарного макетирования.

Литература

1. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1984.
2. Роткоп Л.Л., Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Советское радио, 1976.
3. Исследование тепловых характеристик РЭС методами математического моделирования. Монография / под ред. А.В. Сарафанова. – М.: Радио и связь, 2003.
4. Кофанов Ю.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств. Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1991.
5. Кофанов Ю.Н., Манохин А.И., Увайсов С.У. Моделирование тепловых процессов при проектировании, испытаниях и контроле качества РЭС. – М.: МГИЭМ, 1998.
6. Шалумов А.С., Орлов А.В. Математические модели и методы анализа тепловых процессов. Учебное пособие. – Ковров: КГТА, 2003.
7. Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Конечно-разностные методы решения задач тепло- и массообмена. – Л.: НГТУ, 1987.
8. Формалев В.Ф. Метод конечных элементов в задачах теплообмена. – М.: , 1991.
9. Глебов Н.И., Кочетов Ю.А., Плясунов А.В. Методы оптимизации. Учебное пособие. – Новосибирск: НГУ, 2000.
10. Моисеев Н.Н., Иванилов Ю.П., Столярова Е.М. Методы оптимизации. – М.: Наука, 1978.
11. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс. – М.: Радио и связь, 1988.

FRAGMENTARY MODELING AS A METHOD OF THERMAL CONDITIONS CALCULATION ACCURACY INCREASING IN RADIO DEVICES

In the present article the method of increasing the accuracy in calculation of temperatures on a radio device's construction units is introduced. The key point of the given method is to implement an intermediary stage of prototyping the construction fragment of a radio device and thus specifying the initial data for the consequent modeling of the entire device.



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА В ДИАГНОСТИКЕ АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ

Иджеллиден С.Б., Алкадарский А.-Э.М.

Московский институт электроники и математики

На стадии производства и в процессе эксплуатации радиотехнического устройства (РТУ) появление дефектов в электрорадиоэлементах (ЭРЭ) влияет на работоспособность устройства в целом. Анализ распределения дефектов ЭРЭ показал, что наиболее часто встречается дефект в виде выхода действительных значений параметров ЭРЭ за пределы установленных на них допусков. На практике задача диагностирования аналоговых радиотехнических устройств оказывается довольно сложной. Это обусловлено особенностями этих устройств, в частности, изменением компонентами номиналов в широких пределах; высокой чувствительностью выходных характеристик к вариациям внутренних и внешних параметров аналоговой схемы и пр.

При практическом применении методов обнаружения неисправностей представляет интерес целый ряд их характеристик. Основные из них: требования к оперативным вычислениям, требования к автономным вычислениям, тестовые точки, типы неисправностей, типы схем, модели схем, глубина диагностики, робастность и возможность проверки в рабочем режиме.

В оптимальном методе объем оперативных вычислений должен быть минимальным. Это означает, что процесс моделирования после проверки должен осуществляться быстро, а необходимые вычисления должны быть простыми, что непосредственно определяет размеры затрат на проверку и скорость проверки.

Поскольку автономные вычисления выполняются перед проведением фактической проверки, в оптимальном методе объем таких вычислений может быть умеренным, так как основная задача заключается в максимально возможном сокращении объема оперативных вычислений.

С методом справочников неисправностей связана та трудность, что из-за необходимости рассмотрения большого числа возможных вариантов неисправностей объем автономных вычислений может оказаться чрезмерным. Объем автономных вычислений сокращается тремя способами: путем формирования справочников с использованием методов декомпозиции схем; на основе эффективных процедур моделирования до проверки (например, с помощью метода дополнительных опорных элементов) и с помощью таких моделей неисправностей, которые, будучи достаточно точными, не приводят к необходимости решения некорректных задач на стадии предпроверочного моделирования.

В тестовой диагностике хорошо зарекомендовал себя метод справочников неисправностей, для реализации которого решается следующий ряд задач: выбор контролируемых параметров, генерация входных тестовых воздействий, определение узлов для измерения и анализ выходных характеристик в контрольных точках схемы. Для определения технического состояния устройства (исправно оно или нет) необходимо сравнить выходные характеристики диагностируемого устройства с соответствующими данными эталонного (исправного) устройства для каждого набора входных воздействий. Аналоговая схема будет считаться неисправной, если параметр хотя бы одного внутреннего элемента выходит за пределы допустимого значения. Поскольку параметры ЭРЭ всегда имеют допуск, то исправная схема характеризуется множеством значений выходных реакций. Множество значений, измеренных в контрольных точках, представляет собой статистику, обработку и анализ которой можно проводить методами стохастической теории и, в частности, методом регрессионного анализа.

Диагностическая задача ставится следующим образом: следует построить регрессионные модели для случаев исправного и неисправного состояния диагностируемого устройства, проверить адекватность данных моделей, а также разработать алгоритм проверки гипотезы о наличии неисправности в реальном устройстве на основе теории сравнения регрессионных моделей.

При построении стохастической модели диагностируемого устройства подразумевается, что выходные характеристики распределены по нормальному закону – такое предположение обосновывается практикой решения диагностических задач.

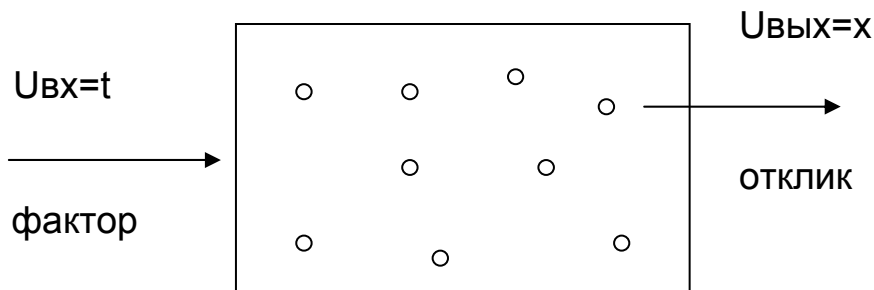


Рис. 1. Однофакторная регрессионная модель с множеством откликов.

Таким образом, выходная характеристика может быть представлена в виде:

$$x = \beta_2 t + \beta_1 + \varepsilon, x = \varphi(t), \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \quad (1)$$

$$x \sim N(\beta_2 t + \beta_1, \sigma^2) \quad (2)$$

Для подборки параметров регрессионной модели (1) применим метод наименьших квадратов:

$$S(\beta_1, \beta_2) = \sum_{i=1}^n (x_i - (\beta_2 t_i + \beta_1))^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

$$\text{Модель: } x \sim N(\beta_2 t + \beta_1, \sigma^2) \quad (4)$$

В данном случае справочник неисправностей представляет собой совокупность регрессионных моделей исправной и потенциально неисправной схем, полученных в результате компьютерного моделирования работы устройства в нормальном режиме и с учетом присутствия в нем различных неисправностей. Измерения выполняются в избираемых (по определенному алгоритму) контрольных точках при различных входных тестовых воздействиях. В силу того, что на практике число узлов, доступных измерению и проверке, обычно крайне ограничено, число выбираемых тестовых узлов следует по возможности минимизировать. Некоторые исследователи полагают, что верхним его пределом является $\sqrt{N}$, где N — число элементов в схеме. При использовании методов контроля неисправностей обычно достигается компромисс между числом тестовых узлов, временем проверки и степенью диагностируемости. Например, в рамках метода декомпозиции схем, опирающегося на выбор крайне ограниченного числа тестовых узлов, схема может быть разбита на небольшое число крупных подсхем, связанных между собой этими тестовыми узлами. Выделение неисправной подсхемы проводится достаточно быстро, однако процесс поиска источников неисправности в пределах неисправной подсхемы оказывается относительно медленным.

Стоит отметить, что компьютерная модель диагностируемого объекта не является точной, т.е. точно имитирующей поведение и реакции реального объекта на подаваемые входные реакции, что в большей мере связано с отклонением действительных значений ЭРЭ от своих номиналов (как правило, задаваемых в имитационной модели). Таким образом, адаптация компьютерной модели к реальному диагностируемому устройству, т.е. минимизация отклонения расчетных параметров элементов от действительных значений, является одной из актуальных задач, требующих решения при диагностике на основе компьютерного моделирования.

Проверка адекватности построенных регрессионных моделей выполняется по алгоритму, представленному на рис. 2. При проверке адекватности регрессионной модели основное внимание уделяется на недопущение модели с меньшим числом коэффициентов регрессии, чем требуется.

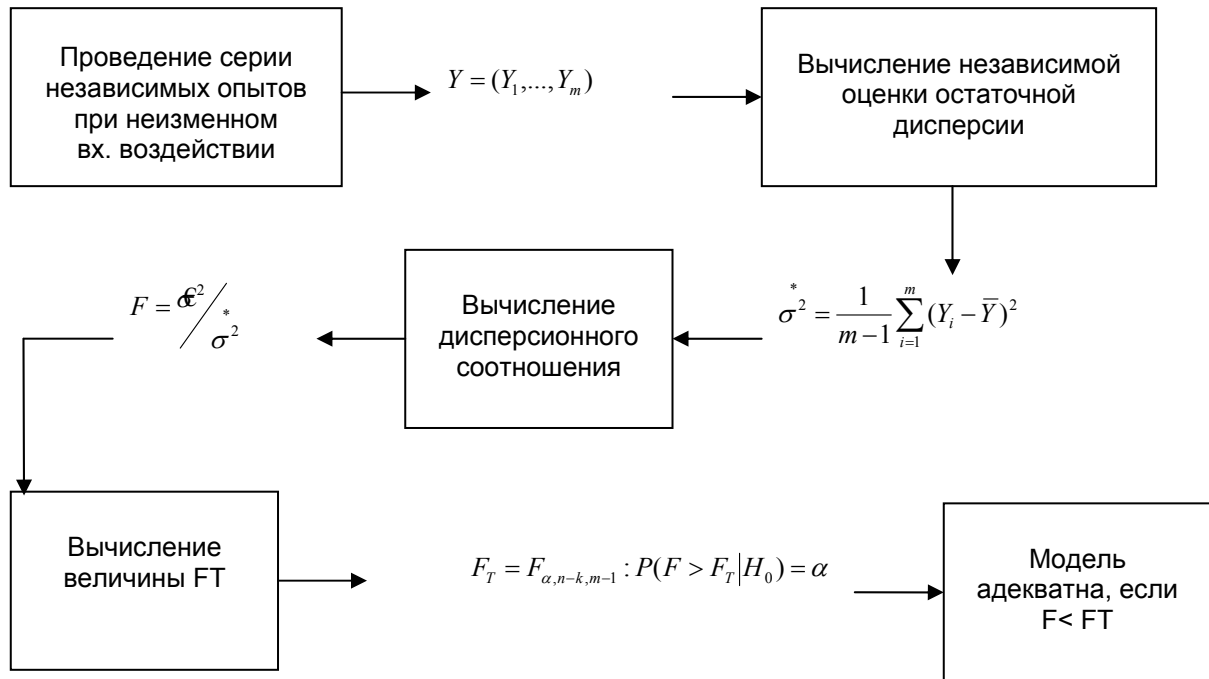


Рис. 2. Алгоритм проверки адекватности регрессионной модели.

Генерация моделей исправного и неисправного состояний диагностируемого устройства проводится с применением пакетов программ PSPICE, разработанного в 70-е годы в Калифорнийском университете. Достоинства данного комплекса:

- в умении моделировать аналоговые, смешанные и цифровые радиоустройства;
- разработаны более 8000 математических моделей электрорадиоэлементов;
- наличие встроенных средств оптимизации параметров элементов позволяет проводить «настройки» моделей методами параметрической оптимизации;
- гибкие возможности интеграции с другими программными комплексами.

Литература

1. Земельман М.А. Автоматическая коррекция погрешностей измерительных устройств. М.: Изд-во Стандартов, 1972.
2. Кофанов Ю.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радио-электронных средств. Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1991.
3. Глебов Н.И., Кочетов Ю.А., Плясунов А.В. Методы оптимизации. Учебное пособие. – Новосибирск: НГУ, 2000.
4. Моисеев Н.Н., Иванилов Ю.П., Столярова Е.М. Методы оптимизации. – М.: Наука, 1978.
5. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс. – М.: Радио и связь, 1988.
6. Браверман Э.М., Мучник И.Б. Структурные методы обработки эмпирических данных. – М.: Наука, 1983.
7. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1999.
8. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. – М.: Финансы и статистика, 1998.
9. Надежность и эффективность в технике: Справочник в десяти томах. Т.6. Экспериментальная отработка и испытания. – М.: Машиностроение, 1989.

REGRESSION ANALYSIS APPLICATION IN DIAGNOSTICS OF RADIO DEVICES

A method to estimate the variation of radio device's parameters is introduced. The key point is to draw a statistical estimate for real and theoretical distribution of parameters of a radio device and to determine the rate of their diversion.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПРОЦЕССЕ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лёгкий Н.М.

Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики
(технический университет)

Качество выпускаемой серийной радиоэлектронной аппаратуры во многом зависит от степени автоматизации технологических процедур контроля в процессе производства.

В качестве примера рассмотрим серийное производство транспортных идентификационных датчиков. При мощности производства до 50 000 датчиков в месяц задачам уменьшения влияния человеческого фактора в технологических процессах уделено большое значение.

Несколько слов о самом микроволновом датчике. Герметичный пассивный одноплатный датчик, используемый в системах радиочастотной автоматической идентификации (RFID) транспортных средств, в частности подвижного состава Российских железных дорог [1]. Сам датчик состоит из заказной микросхемы, производства «Ангстрем» [2] и высокочастотной части девятисот мегагерцового диапазона. Не смотря на кажущуюся простоту датчика, к его техническим характеристикам предъявляются высокие требования, как по достоверности записанной, уникальной для каждого датчика, идентификационной информации, так и по высокочастотным параметрам. Кроме того, стояла задача создания базы данных по параметрам выпускаемых изделий на предмет контроля «ухода» параметров за время эксплуатации.

В процессе производства стоимость диагностики одного модуля на один-два порядка ниже стоимости диагностики того же модуля в условиях эксплуатации. Особенно актуальным является задача выпуска качественной продукции типа датчиков системы идентификации транспортных средств, так как стоимость замены отказавшего датчика, установленного на ж/д вагон и который может находиться в любой точке России, достаточно высока.

Поэтому стояла задача при организации серийного производства создать общецеховую автоматизированную систему контроля качества и диагностики неисправностей.

Структура автоматизированной системы определяется технологическим маршрутом производства датчиком.

При производстве используются следующие виды автоматизированного контроля (рис.1):

1. Контроль плат.

После изготовления печатных плат перед монтажом проводится их контроль на наличие обрывов и коротких замыканий между проводниками.

2. Параметрический контроль.

Осуществляется после поверхностного монтажа. При параметрическом (внутрисхемном) контроле проверяются следующие характеристики модуля:

- ориентация активных элементов, таких как диоды, транзисторы, ИМС;
- номиналы пассивных элементов, таких как резисторы и конденсаторы;
- статический и динамический токи потребления модуля;
- токи утечки ИМС;
- частоту внутреннего генератора.

На операции монтажа кроме распайки всех элементов осуществляется маркировка индивидуальным номером каждого модуля в виде штрих кода, по которому осуществляется дальнейшая привязка в базе данных.

3. Функциональный контроль.

К особенностям контроля модулей или плат, содержащих как низкочастотную, так и высокочастотную части, относится наличие двух процедур функционального контроля.

3.1. Для контроля низкочастотной части и результатов программирования используется подключенный к ПЭВМ специализированный программатор. Перед установкой модуля на программатор, штрих код считывается сканером. Результаты записи и считывания тестового кода поступают через внутреннюю цеховую сеть в единую БД и привязываются к номеру модуля. Если по каким-то причинам появляется брак, в базе данных данному модулю присваивается код ошибки и модуль поступает на участок исправления брака.

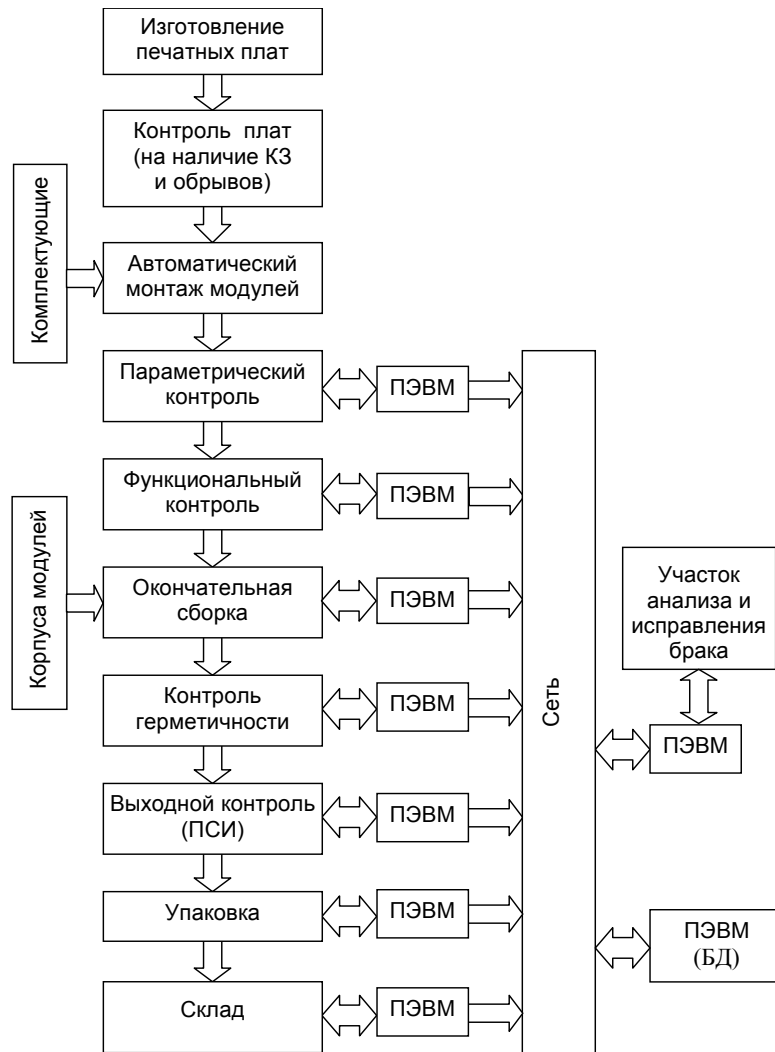


Рис.1 Структурная схема автоматизированной системы контроля качества и диагностики неисправностей.

3.2. Контроль ВЧ части проверяется в безэховой камере по требованиям технических условий. На данном участке проверяется работоспособность датчиков в условиях, приближенных к реальным [3]. Основное меню, используемой программы «kbd_reader» показано на рис.2.

При отклонении параметров от заданных, датчик бракуется и поступает на участок анализа и исправления брака. При соответствии параметров техническим условиям вся техническая информация сохраняется в базе данных.

На каждом рабочем месте, включая упаковку и склад, для ввода данных находятся считыватели штрих-кода. Все оборудование, предназначенное для проведения различных видов контроля, представляет собой нестандартное аппаратно-программное технологическое оборудование, специально разработанное на базе стандартной ПЭВМ с подключением через USB или RS-232.

Для контроля параметров измеряемого сигнала используем метод на основе нечеткой логики [4]. Данный метод позволяет ускорить процесс контроля параметров и уменьшить общее время диагностики неисправностей.

К особенностям производства датчиков можно отнести такую процедуру, как контроль на наличие сбоя чтения идентификационной информации. Данный дефект проявляется в условиях эксплуатации при низких уровнях СВЧ накачки. Для диагностики сбоев было специально разработано программно-аппаратное решение на базе критических напряжений, позволяющее на стадии функционального контроля отбраковывать датчики, predisposed к сбоям.

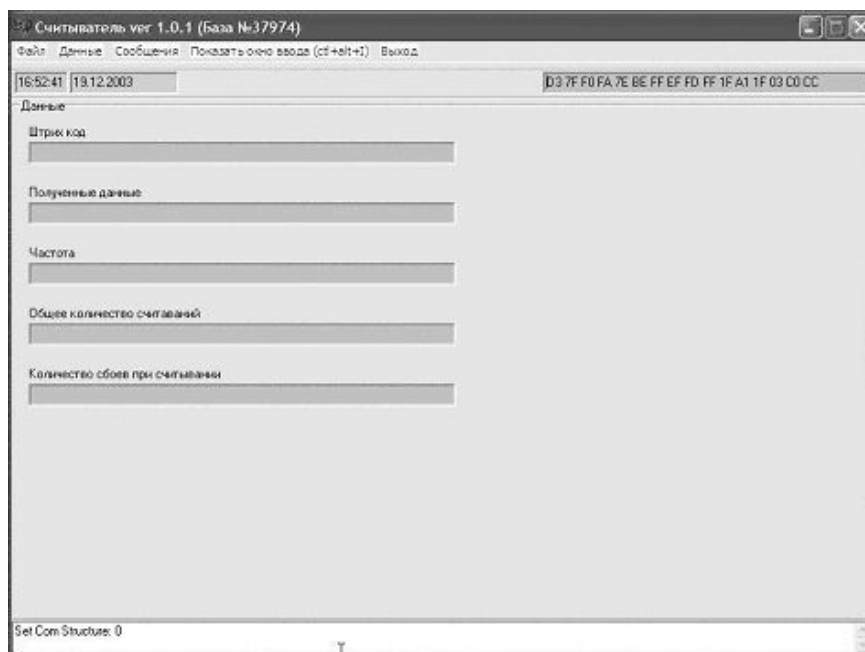


Рис.2. Основное меню оборудования высокочастотного контроля.

Программное обеспечение автоматизированной системы включает в себя операционную среду, состоящую из операционной системы Windows (95 и выше), набора прикладных программ для каждого рабочего места и глобальную базу данных. Прикладные программы предназначены для обеспечения взаимодействия аппаратуры контроля с ПЭВМ, организации управления вводом-выводом, подготовки и отладки ПО, локальных базы данных и базы знаний, управления аппаратурой контроля и обработки данных.

Глобальная (общецеховая) база данных содержит информацию, поступающую с всех рабочих мест производства, такую как:

- номер датчика;
- номер платы;
- дата изготовления;
- дата проведения и результаты приемо-сдаточных испытаний;
- данные результатов программирования ИМС;
- внутренняя частота ИМС;
- данные результатов высокочастотного контроля;
- другая технологическая информация.

Литература

1. «Пальма» — система автоматической идентификации транспортных средств / В. В. Белов, В. А. Буянов, М. Д. Рабинович, В. Ф. Дудкин, Б. В. Мильготин, Н. М. Легкий, Д. С. Котлецов // Железнодорожный транспорт. 2002. № 8. с. 54-59.

2. Микросхема 563PT1. Технические условия АДБК.431210.806 ТУ. ОАО «Ангстрем», 2001.

3. Патент на полезную модель № 32285 (Россия) Кл. G 01 R 29/00, Комплекс для контроля параметров кодовых бортовых датчиков в безэховых камерах./Легкий Н.М., Горшков Б.Г., Криштопов А.В., опубл. 10.09.2003, №25.

4. Н.М. Легкий. Использование нечетких алгоритмов в системах контроля и диагностики РЭА. /Труды VII всероссийской конференции «Нейрокомпьютеры и их применение», 14-16 февраля 2001г., Москва, стр.674-676.

In the report it is considered features of a batch production of radio-frequency gauges of system of automatic identification of vehicles. The structure of the automated monitoring system of the quality covering all production cycle is resulted. The basic kinds and the equipment of the control of various technological sites, to the device created on the basis of a technological route are described. The structure общецеховой databases is shown. Are considered diagnostics of failures as an element of uniform system of industrial inspection.

ПАРАМЕТРЫ МАКРОМОДЕЛЕЙ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Жаднов В.В.¹, Лазарев Д.В.²¹Московский государственный институт электроники и математики²Научно-исследовательский институт Импульсной техники

1. Предложена математическая модель эксплуатационной интенсивности отказов составных частей (СЧ), которые входят в состав РЭА физических измерений, аппаратурных и приборных комплексов, позволяющая, в отличие от известных, получать характеристики надёжности СЧ с учётом условий применения (класса аппаратуры, температуры окружающей среды и уровня электрической нагрузки) и методика идентификации параметров математических моделей, основанная на применении программного комплекса АСОНИКА-К. Использование модели позволяет заменить существующие модели надёжности СЧ на более точные, что позволяет провести всестороннее исследование надёжности на заданном пространстве условий применения, что, в свою очередь, позволит обеспечить требуемый уровень надёжности изделий, в состав которых они входят.

Объектом исследований являлись электронные модули (СЧ), которые входят в состав современных РЭА физических измерений, аппаратурных и приборных комплексов. Эти изделия характеризуются высокими показателями унификации и стандартизации типоразмеров их составных частей. К унифицированным (в т.ч. покупным) устройствам и модулям в этих изделиях относятся универсальные регистраторы, устройства преобразования информации, высоковольтные блоки питания, многоканальные цифровые осциллографы и др.

Для разработки макромоделей был использован метод упрощения структуры полной математической модели надёжности СЧ. Применение этого метода позволяет упростить структуру СРН СЧ до минимума (структура СРН содержит всего один элемент, параметром которого является эксплуатационная интенсивность отказов λ_{Σ}).

2. Окончательная структура макромоделей имеет вид:

$$\lambda_{\Sigma,j} = \lambda_{j0} \cdot K_{\Sigma,i} \cdot (a_1 + a_2 \cdot k_n) \cdot e^{(a_3 + a_4 \cdot k_n) \cdot T},$$

где:

$\lambda_{\Sigma,i}$ – эксплуатационная интенсивность отказов СЧ j -того типоразмера;

λ_{j0} – базовая интенсивность отказов СЧ j -того типоразмера (при нормальных условиях (НУ) и номинальной нагрузке);

$K_{\Sigma,i}$ – вектор значений коэффициента эксплуатации СЧ j -того типоразмера (учитывающий жесткость условий эксплуатации);

K_n – значения коэффициента нагрузки СЧ j -того типоразмера;

T – температура среды, окружающей СЧ.

Использование макромоделей позволяет существенно снизить объем численных значений, хранящихся в БД (с 2000 до 42 для всех 38 подгрупп по ГОСТ Р В 20.39.301-98). Точность макромоделей определяется шагом дискретизации коэффициента нагрузки, температуры и погрешностью аппроксимирующей функции. Однако очевидно, что применение таких макромоделей в расчётах надёжности РЭА в итоге дает значительно меньшую погрешность, чем в случае, когда используется общепринятое допущение о том, что для СЧ одного типоразмера $\lambda_{\Sigma} \approx const$ (не зависит ни от условий применения, ни от нагрузки).

The mathematical model of operational failure rate of components which are part of the radio-electronic equipment of physical measurements, the hardware and instrument complexes, allowing, as against known is offered, to receive characteristics of reliability of components in view of conditions of application (a class of the equipment, an ambient temperature and a level of electric loading) and a technique of identification of parameters of the mathematical models, based on application of program complex АСОНИКА-К.

СТРУКТУРНО-РЕЗЕРВИРОВАННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

Жаднов В.В.¹, Лазарев Д.В.²¹Московский государственный институт электроники и математики

²Научно-исследовательский институт Импульсной техники

В программный комплекс АСОНИКА-К входит система расчёта показателей надёжности изделий. Она позволяет получить значения показателей безотказности – вероятность безотказной работы и среднее время наработки на отказ и комплексные показатели, такие как коэффициент готовности и коэффициент оперативной готовности, рассчитанные для сложных систем, как восстанавливаемых так невосстанавливаемых, схемы расчета надежности которых могут представлять собой сложные древовидные иерархические структуры. Система позволяет рассчитывать одиннадцать типов резервных групп, а так же четыре вида полноты контроля, который может быть различным для каждой группы.

Данная работа в первую очередь касается структурного резервирования технических систем.

Данная работа в первую очередь касается структурного резервирования технических систем.

Практика повышения надежности технических систем предполагает широкое использование резервирования. При этом используются системы с различными видами структурного и других видов резервирования: нагруженный (включенный) резерв; облегченный (выключенный) резерв; скользящее (с условием) резервирование; различные мажоритарные соединения; резервирование с управляющей заменой; резервирование с устройством управления и многие другие.

В программном комплексе расчета и анализа надежности радиоэлектронной аппаратуры АСОНИКА-К реализованы наиболее распространенные виды резерва, в том числе все перечисленные выше.

При оценке надежности сильноразветвленных с точки зрения структурности и функциональности технических систем применение автоматизированных систем расчета и анализа надежности становится важным вопросом.

В общем случае точное значение средней наработки до отказа всей резервной группы и/или простого соединения элементов можно вычислить в виде интеграла:

$$T = \int_0^{\infty} P(t) dt, \quad (1)$$

где $P(t)$ – вероятность безотказной работы всей резервной группы и/или простого соединения элементов за время t .

Для примера была рассмотрена система с нагруженным резервом из независимых элементов с простейшим потоком отказов, состоящая из двух резервных групп по два элемента в каждой резервной группе. В этой системе в каждой резервной группе вместе с основным элементом (модулем) включен и параллельно работает один резервный элемент.

Для сравнения был произведен расчет средней наработки до отказа данной схемы с помощью численных методов, заложенных в системы MathCad 2000 Pro. Погрешность составила не более 5%.

Многочисленные расчеты средней наработки до отказа различных схем расчета надежности, включающим разнообразные резервные группы, реализованные в программном комплексе расчета и анализа надежности АСОНИКА-К подтвердили не выход за допустимую инженерную погрешность расчетов.

Program complex АСОНИКА-К includes system of calculation of parameters of reliability of products. She allows to receive values of parameters of non-failure operation - probability of non-failure operation both average time of a time between failures and complex parameters, such as factor of readiness and factor of the operative readiness, designed for complex systems as restored so nonrestorable, schemes of which calculation of reliability can represent complex treelike hierarchical structures. The system allows to expect eleven types of reserve groups, and as four kinds of completeness of the control which can be various for each group.

КАЧЕСТВЕННЫЕ И НАДЕЖНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Жаднов В.В.¹, Лазарев Д.В.²

¹Московский государственный институт электроники и математики

²Научно-исследовательский институт Импульсной техники

В настоящее время все больше внимания уделяется качеству программному обеспечению (ПО) и программных средств (ПС), входящих в различные специализированные технические системы. Это обусловлено все большим влиянием автоматизированных процессов, вовлекаемых в решение технических задач самых различных направлений и отраслей науки и техники.

Выбор и формирование требований к ПС состоит в анализе необходимых свойств, характеризующих качество его функционирования и применения с учетом технологических и ресурсных возможностей разработчиков. При этом под качеством функционирования понимается множество свойств, обуславливающих пригодность ПС обеспечивать надежное и своевременное представление требуемой информации потребителю для ее дальнейшего использования по назначению. В соответствии с принципиальными особенностями, назначением и свойствами каждого ПС при проектировании должны выбираться номенклатура и значения характеристик качества, необходимых для эффективного применения пользователями, которые впоследствии отражаются в спецификациях требований и в технической документации на конечный продукт. Каждая характеристика качества может эффективно использоваться, если определена ее метрика, мера и шкала и может быть указан способ ее измерения или оценивания, а также сопоставления с требуемым значением. Они должны, прежде всего, отражать функциональную пригодность для применения с заданными целями.

Множество характеристик качества программных средств можно разделить на две принципиально различающихся группы: функциональные характеристики и конструктивные характеристики.

Номенклатура второй группы этих характеристик относительно не велика, и стандартами рекомендуется в составе: корректности, защищенности, надежности, ресурсной эффективности, практичности, сопровождаемости и мобильности.

Две группы характеристик качества ПС - Надежность и Эффективность в наибольшей степени доступны количественным измерениям. Для них представлены примеры возможных мер и шкал измерения основных количественных атрибутов субхарактеристик качества. Они могут служить ориентирами при выборе и установлении требуемых значений этих показателей качества в спецификациях ПС.

Оценивание надежности ПС включает измерение количественных субхарактеристик в использовании: завершенности, устойчивости к дефектам, восстанавливаемости и доступности-готовности. При этом предполагается, что в контракте, техническом задании или спецификации требований зафиксированы, и утверждены определенные значения атрибутов стандартизированных субхарактеристик. Прямые и непосредственные измерения этих показателей проводятся при функционировании готового программного продукта для сопоставления с заданными требованиями и для оценивания степени соответствия этим требованиям. Значения надежности коррелированы с субхарактеристикой корректность, однако можно достигать высокую надежность функционирования программ при относительно невысокой их корректности за счет сокращения времени восстановления при отказах.

В программном комплексе АСОНИКА-К одним из основных направлений дальнейшего развития является создание системы расчета надежности программного обеспечения в соответствии с международными и отечественными документами данного направления (ISO12207, ANSI/IEEE 983, MTL-498 и др.)

At present all more attention is spared quality to software and software programs, falling into different specialized technical systems. This is conditioned all big influence of the automatic processes, involved in decision of the problems of engineering of the most different directions and branches of the science and technology.



СОЗДАНИЕ МОДЕЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ОХЛАЖДЕНИЯ РЭА ДЛЯ ПОДСИСТЕМЫ «АСОНИКА-Т»

Зверобой Б.М., Горюнов В.Э., Кофанов Ю.Н., Кругликов П.Ф., Манохин А.И.

ГосНИИ приборостроения, МИЭМ

При использовании подсистемы АСОНИКА-Т для исследования тепловых режимов РЭА производится построение модели тепловых процессов (МТП), возникающих в процессе эксплуатации аппаратуры.

В ГосНИИП было проведено сравнение расчетных и экспериментальных температур, а также коррекция разработанной МТП одного варианта гибридно-интегрального блока (ГИБ). Создание и настройка МТП изделя ГИБ, проведенное в данной работе, позволило в дальнейшем при разработке аналогичных конструкций использовать ее в качестве шаблона. Это дало возможность ускорить процесс теплового моделирования, а так же исследовать влияние вносимых в конструкцию РЭА изменений на тепловой режим в ней.

Полученные расчетные значения температур элементов блоков позволяют формулировать рекомендации по усовершенствованию конструктивных решений РЭА, т.к. в результате применения подсистемы АСОНИКА-Т получаются температуры всех ЭРЭ и тепловые поля печатных плат, что позволяет провести сравнение рассчитанных температур и максимальных допустимых по ТУ и, в результате, выявить перегревшиеся ЭРЭ с точным значением коэффициентов тепловой нагрузки. Температурное поле печатных плат в дальнейшем используется для расчета механических режимов ЭРЭ, а температуры и ускорения вибраций на

ЭРЭ - для оценки надежности и качества ГИБ. Кроме этого, в случае применения принудительного воздушного охлаждения, тепловые поля используются для расчета аэродинамических процессов в конструкции.

Однако воздушное охлаждение не всегда является оптимальным по энергозатратам, по шуму, по габаритам и другим показателям.

Развитие РЭА, повышение удельной мощности тепловыделения и повышение требования к техническим характеристикам изделий повысило интерес разработчиков к специальным видам охлаждения аппаратуры. Для расширения спектра анализируемой с помощью подсистемы АСОНИКА-Т аппаратуры разработан комплекс моделей тепловых процессов (МТП) и методического обеспечения следующих специальных видов охлаждения с использованием тепловых труб, плавящихся веществ и термоэлектрических элементов.

В основе работы термоэлектрического охлаждающего модуля (ТЭМ) лежит эффект Пельтье, который заключается в том, что при протекании постоянного электрического тока в цепи, состоящей из разнородных проводников, в местах контактов (спаях) проводников поглощается или выделяется, в зависимости от направления тока, тепло, пропорциональное величине этого тока. МТП ТЭМ отработывалась при проектировании аппаратуры в составе базовой несущей конструкции третьего уровня, причем для охлаждения горячей стороны ТЭМа использовалось водяное охлаждение.

Тепловая трубка – это устройство, теплопроводность которого в сотни раз превышает теплопроводность меди. Устройство, представляет собой трубку, запаянную с двух концов. Внутри трубки небольшое количество жидкости. При подводе тепла к зоне испарения жидкость переходит в пар, давление насыщения паров в этой зоне резко повышается, пар движется в зону с меньшим давлением, отводя тепло. В другой части трубки пар конденсируется, выделяя при этом тепло, и стекает по стенкам вниз. В качестве примера было рассмотрено использование тепловых трубы для индивидуального охлаждения - теплонагруженных микросхем и сброса этой энергии на стенку прибора унифицированного модуля телевизионного контроля УМТК-2.

Для аппаратуры с малым временем функционирования или работающей в циклическом режиме с короткими интервалами цикла перспективно использовать системы охлаждения, с использованием фазовых переходов веществ первого рода, а именно, их перехода из твердого состояния в жидкое. При этом скачкообразно изменяются плотность, внутренняя энергия и другие термодинамические характеристики, а также выделяется или поглощается определенное количество теплоты. В качестве примера использования МТП рассмотрено обеспечения теплового режима транзистора на плоском радиаторе работающего в циклическом режиме.

Комплекс разработок позволяет проводить анализ тепловых режимов аппаратуры со специальными видами охлаждения в рамках системы АСОНИКА –Т.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ОТЧЕТОВ ДЛЯ НАУКОЕМКИХ ПРОЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СЛОИСТОЙ МОДЕЛИ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Кофанов Ю.Н., Воронежцев С.А., Коваленко И.А., Гончаренко О.К.

Московский государственный институт электроники и математики (технический университет)

В управлении наукоемкими проектами эффективное использование и экономное распределение ресурсов является важной задачей. Работа с ресурсами не заканчивается фазой распределения, в ходе выполнения проекта часто требуются дополнительные ресурсы, которые вынужденно изыскивают за счет перераспределения ресурсов. Своевременность таких действий может уберечь проект от последствий просчетов планирования. Для этого необходим тщательный контроль за изменениями в потреблении ресурсов в проекте. К сожалению, компьютер на сегодняшний день не в состоянии заменить человека, а может помочь лишь ему со сбором, классификацией и анализом имеющейся разрозненной информации. Для этой цели в современных системах управления проектами используются разнообразные отчеты и диаграммы.

Но применение существующих систем управления проектами для управления наукоемкими проектами затруднительно из-за ряда следующих недостатков:

- в этих системах используется календарная модель представления проекта, построение которой с учетом возможности параллельного выполнения работ для наукоемких проектов затруднительно из-за наличия большого количества работ и большого количества связей между работами;
- существует трудность описания ситуаций альтернативного развития проекта и, как следствие, при этом эти ситуации непредсказуемо воспринимаются встроенными в программные продукты системами анализа и распределения ресурсов;
- обычно учитывается лишь два вида ресурсов (финансы и персонал), что сокращает область анализа;
- структура ресурсов не иерархична и тем самым сложна для восприятия человеком;

- для контроля над проектами предусмотрено слишком много видов отчетов, в которых отображается статическая информация о проекте и мало аналитических отчетов, которые хочет видеть пользователь;
- возможность построения пользовательских отчетов либо отсутствует, либо нетривиальна.

На кафедре РТУиС в лаборатории «Надежности и качества» для устранения указанных недостатков разработана подсистема управления наукоемкими проектами "АСОНИКА-У", в которой для представления проекта используется двойная синхронная модель (функциональная и календарная), а для отслеживания изменений ресурсов во времени используются отчеты и диаграммы. Для построения отчетов обычно используется сложно формализуемая логика, при этом у каждого отчета свой алгоритм, а построение достоверных комплексных аналитических отчетов является непростой задачей.

Актуальной задачей является упрощение анализа и формализация алгоритма построения отчетов, что позволит сделать слоистая модель ресурсов.

Слоистая модель ресурсов проекта – описание ресурсов, используемых в проекте с учетом их иерархической структурированности в соответствии со структурой проекта и разложенной по дискретным моментам времени. $M_R = f(n, t)$, n – вершина (работа проекта), t – момент времени, на котором зафиксирован данный слой. Количество слоев в модели равно количеству зафиксированных моментов времени. Таким образом, слоистая модель прослеживает динамику ресурсов проекта во времени.

Каждый объект слоя – это совокупность ресурсов (оборудование, материалы, персонал, финансы, сроки), входящих в соответствующую работу. Каждый ресурс является субобъектом. Объекты могут отвечать на определенные запросы. Листовые вершины в этом слое соответствуют реальности, остальные – это абстракции разных уровней. Для слоев ресурсов разрабатывается набор операций, применение которых позволит построить различные по сложности отчеты.

Бинарные операции:

Операция вычитание $S_{t_2} - S_{t_1}$ описывает изменение в ресурсной модели между моментами времени t_2 и t_1 .

Операция пересечение $S_{t_2} \wedge S_{t_1}$ позволяет получить ресурсы, которые не изменились с момента времени t_1 по t_2 .

Операция сложение $(S_{t_2} - S_{t_1}) + (S_{t_4} - S_{t_3})$ позволяет получить суммарные изменения в интервалах времени t_2 и t_1 и t_4 и t_3 .

Унарные операции:

Операция получения шаблона $T(S_i)$ позволяет получить слой типов ресурсов без численных значений.

Операция фильтрации $F_X(S_i)$ позволяет получить слой, содержащий ресурсы из подмножества типов X .

Операция $f_{wr}(S, W^*)$ позволяет получить множество ресурсов для работы W^* .

Операция $f_{rw}(S, R^*)$ позволяет получить множество работ, которые используют ресурс R^* .

В качестве примера рассмотрим выражения для построения двух отчетов:

- какие ресурсы и насколько отклонились от плановых показателей. Допустим текущее время t^* , тогда слой результата будет: $S = (S_{t^*} - S_{t_0}) \wedge T(S_{t_0})$ – получаем разницу между текущим слоем (время t^*) и плановым слоем (время t_0) с учетом числовых значений ресурсов, а потом получаем общую часть со плановым слоем, взятым в качестве шаблона;

- отчет о закупках материалов. Допустим текущее время t^* , тогда слой результата будет: $S = F_M(S_{t^*} - S_{t_0}) + F_D(S_{t_0})$ – получаем разницу между текущим слоем (время t^*) и плановым слоем (время t_0) и берем только материалы. Объединяем результат со слоем, состоящим из временных ресурсов текущего слоя для получения сроков, до которых должна быть сделана закупка.

Слоистая модель ресурсов будет применена в подсистеме управления наукоемкими проектами «АСОНИКА-У» для разработки модуля формирования отчетов.

Разрабатывается следующий алгоритм работы со слоистой моделью. От пользователя поступает запрос в виде выражения с применением описанных выше операций и функций. Этот запрос передается на транслятор, который обрабатывает его и передает в слоистую модель ресурсов. Слоистая модель ресурсов получает из базы данных слоев необходимые слои и обрабатывает запрос пользователя. Результат запроса выдается в виде XML-документа, который может отправляться в базу данных, а может через XSLT-преобразование выдаваться пользователю.

Применение разрабатываемой слоистой модели ресурсов в подсистеме управления наукоемкими проектами «АСОНИКА-У» позволит строить достоверные отчеты любой сложности и сократить количество операций, затрачиваемых на их построение за счет упрощения построения отчетов на этапе анализа. Это позволит оперировать не заранее подготовленными отчетами, а специально построенными для конкретной ситуации, что несомненно повышает эффект анализа ситуации.

Литература

1. Марка Д.А., МакГоуэн К.Л. Методология структурного анализа и проектирования: пер.с англ.- М.:1993.
2. Г.Н. Калянов CASE. Структурный системный анализ. М. Лори, 1996.

3. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами: Научно- практическое издание. - М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997.
4. Алексеева М.М. Планирование деятельности фирмы: Учебно-методическое пособие. - М.: Финансы и статистика, 1999.



КОМПЛЕКСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В CALS-ТЕХНОЛОГИИ РЭА ДЛЯ МОРСКОЙ НАВИГАЦИИ И ЛОКАЦИИ

Малютин Н.И., Кофанов Ю.Н., Коломейцев С.С.

КБ информатики, гидроакустики и связи,
Московский государственный институт электроники и математики (технический университет)

До сих пор существующие программы математического моделирования РЭА для морской навигации и локации допускают лишь раздельное моделирование каждого из физических процессов: электрического в схемах, теплового, гидравлического (аэродинамического), механического в конструкциях. Указанные физические процессы взаимно связаны и влияют друг на друга. Так, тепловыделения в радиоэлементах при работе электрических схем следует учитывать при анализе тепловых процессов. И наоборот, температуры радиоэлементов должны быть учтены в виде температурных изменений параметров электрической схемы, а температуры материалов несущих конструкций должны быть учтены при анализе механических и гидравлических (аэродинамических) процессов. Учитывая данный факт, необходимо проводить комплексное моделирование одновременно с помощью нескольких программ.

Проведенные в рамках работы исследования показали, что для реализации комплексного математического моделирования РЭА необходимо предусмотреть в моделях влияющие на технические показатели РЭА связи между протекающими физическими процессами. Из обзора существующих программных средств видно, что систем, кроме системы АСОНИКА, способных комплексно учитывать влияние указанных выше физических процессов друг на друга, не существует.

Улучшение процесса проектирования может быть достигнуто за счет разработки и использования методов комплексного математического моделирования электрических, тепловых, аэродинамических и механических процессов.

Актуальность разработки метода связана с тем, что перечисленные процессы тесно взаимосвязаны между собой, что может приводить к появлению так называемых системных (многофакторных) отказов, возникающих в условиях одновременного воздействия нескольких факторов и не проявляющихся, если эти же факторы действуют на ЭВС по отдельности в разные моменты времени. Кроме того, раздельное моделирование иногда дает значительное расхождение между результатами моделирования и экспериментом, что неоднократно фиксировалось предприятиями, эксплуатирующими отдельные программы моделирования.

Согласно разработанному методу указанные выше подсистемы системы АСОНИКА вместе с дополнительными программами PCAD, Autocad и др. размещаются в определенном порядке. А именно, выделяется отдельный компьютер для концептуального моделирования и моделирования электрических процессов в электрических схемах. Далее выделяются компьютеры для предварительного создания чертежей конструкции, моделирование физических процессов в шкафах и блоках. Затем моделирование физических процессов в печатных узлах. После этого проводится расчет показателей надежности и автоматизированное заполнение карт рабочих режимов. Всеми данными в процессе комплексного моделирования управляет PDM-система. И подсистема АСОНИКА-У управляет всеми этими работами.

Входными данными для теплового моделирования блока являются значения тепловых мощностей, рассеиваемых элементами схемы разрабатываемого ЭВС, полученные из результата анализа электрических процессов в схеме, а также значения скоростей воздуха у стенок блока и у поверхностей ЭРЭ. В результате анализа получаются температуры стенок блока, печатных узлов и окружающего воздуха, которые передаются в аэродинамическое моделирование блока.

Далее в конструкции выявляются аэродинамические каналы и строится полная аэродинамическая модель исследуемой конструкции с помощью подсистемы АСОНИКА-А. При описании аэродинамических сопротивлений в каналах необходимо задать температуру воздуха на входе в канал и температуру стенок канала. Эти температуры, полученные при тепловом моделировании блока, с помощью конвертора данных из АСОНИКА-Т автоматически добавляются в аэродинамическую модель.

В результате аэродинамического моделирования получаются значения скоростей воздуха у стенок блока и у поверхностей ЭРЭ. Полученные значения скоростей передаются тепловым ветвям модели тепловых процессов ПУ (*вынужденной конвекции и массопереноса*) для проведения повторного теплового расчета.

Одновременно с гидродинамическим (теплоаэродинамическим) моделированием проводится механическое моделирование РЭА.

Входными данными для подсистемы АСОНИКА-М являются чертежи конструкций, а также данные технического задания на разработку изделия. Выходными данными подсистемы являются поля ускорений, деформации блока, а также графики зависимостей ускорений от времени и частоты.

Следующим этапом является моделирование печатных узлов на тепловые и механические процессы с граничными условиями, полученными из предыдущего моделирования шкафов и блоков.

Процесс создания нового файла в подсистеме АСОНИКА-Т с данными для моделирования может быть осуществлен с помощью конвертора позволяющего считывать данные о геометрических характеристиках платы и установленных на ней компонентах.

При моделировании на механические воздействия печатных узлов основным параметром зависящем от температуры является жесткость материалов – это параметр, от которого зависят собственные частоты, амплитуды механических колебаний и другие характеристики механических режимов. На слайде показаны результаты механического моделирования печатного узла.

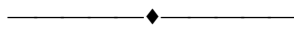
Согласно предложенного метода комплексного моделирования физических процессов в ЭВС и разработанного план-графика, далее проводится расчет показателей надежности каждого печатного узла, входящего в состав блока и расчет надежности всего блока в целом с помощью подсистемы АСОНИКА-К. А после этого следует заполнение карт рабочих режимов с помощью подсистемы АСОНИКА-Р.

Если при заполнении карт рабочих режимов выявлены системные отказы ЭРИ, то необходимо вернуться к тому этапу комплексного моделирования, результаты которого не удовлетворили требования НТД, и выработать рекомендации по изменению конструкции или схемы.

После окончательного анализа электрических, температурных, механических режимов работы ЭРИ и рассчитанных показателей надежности эти данные в виде численных значений параметров, характеризующих фактические и требуемые по НТД на ЭРИ, заносятся в подсистему автоматизированного заполнения карт рабочих режимов АСОНИКА-Р.

Как известно, без эффективного управления данными, разграничения прав доступа к ним, распределенного хранения и архивации информации невозможно эффективно наладить процесс обмена информации между различными проектировочными задачами. В данной работе для этого предлагается использовать PDM-систему SQL_PDM, которая позволяет реализовать перечисленные возможности.

В перспективе планируется организовать взаимосвязь всей системы АСОНИКА с данной PDM-системой, что позволит встроить созданные конвертеры в интерфейс PDM-системы.



ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Юнусов С.К.

Дагестанский государственный технический университет

Процесс проектирования радиоэлектронной аппаратуры включает уровни функционально-схемотехнического, конструкторского и технологического проектирования, взаимосвязь между которыми носит системный характер.

Системный подход предполагает системную оптимизацию проектных решений, которые на своем уровне могут быть и не оптимальными. Поэтому при переходе с функционально-схемотехнического на другие уровни проектирования происходит дальнейшая оптимизация проектных решений, пусть даже оптимальных для предыдущего уровня.

Качество изделия, кроме соответствия его параметров техническим требованиям после проведения всех вышеуказанных этапов проектирования, также определяется по степени его пригодности на таком этапе жизни изделия, как эксплуатация. В процессе эксплуатации изделие подвергается воздействию внешних факторов и необратимым процессам старения, в результате чего параметры изделия будут изменяться во времени. Учет данного явления при проектировании необходим, поэтому проектировщики должны иметь математическую модель изделия с учетом временных факторов эксплуатации.

В результате критерий оптимизации приобретает новое качество и будет характеризовать собой уже условную вероятность работоспособности изделия $P_{ур}$.

В технических требованиях технического задания на изделие аналогом данного параметра является вероятность безотказной работы $P(t)$. Таким образом, заложенное в техническом задании количественное значение вероятности безотказной работы является исходной информацией для оптимизации проектных решений по критерию условной вероятности работоспособности.

Зная время эксплуатации, можно определить условную вероятность работоспособности при заданных функционально-схемотехнических, конструкторских, технологических решениях и времени эксплуатации. Решение задачи анализа позволяет перейти к задаче синтеза, т.е. определению таких параметров изделия, при которых обеспечиваются оптимальные проектные решения по критерию условной вероятности работоспособности.

Однако заложенное в техническом задании количественное значение вероятности безотказной работы является лишь исходной информацией для оптимизации проектных решений по критерию условной вероятности работоспособности, что объясняется следующим.

При традиционных методах проектирования заданный техническим заданием критерий вероятности безотказной работы $P(t)$ позволяет определить время безотказной работы T . Если время безотказной работы T отвечает техническим требованиям технического задания, то принято говорить об оптимально спроектированном изделии, отвечающем вышеприведенному критерию. Однако при системном подходе оптимизация проектных решений должна проходить только с учетом следующего по времени этапа жизни изделия – этапа эксплуатации. Поэтому вероятность безотказной работы $P(t)$, не учитывающая временных изменений в изделии за время его эксплуатации, не может служить критерием оптимизации на этапе проектирования. Она будет критерием оценки работоспособности изделия только на этапе эксплуатации.

Результаты системной оптимизации по критерию условной вероятности работоспособности послужат в дальнейшем исходной информацией для функционально-схематической и конструкторско-технологической оптимизации. При анализе и синтезе схем, разработке конструкций, выборе технологических процессов неизбежны ситуации, когда при выбранных управляемых параметрах оптимизации полученные проектные решения не отвечают условиям работоспособности. В этом случае проектирование возвращается на уровень системной оптимизации и реализуется при новом массиве исходных данных.

The report is concerned with the correction of the magnitude of the probability of reliable work found in a technical task. To achieve it it's necessary to have a systemic model of the projected report taking into account the phase of service. It will give an opportunity to find an optimum magnitude of the probability of reliable work to be used in projection.

