

УДК 519.711

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ (RFID) – ПРОБЛЕМНАЯ СИТУАЦИЯ

Бондаревский А.С., Золотов Р.В.

*ОАО «Ангстрем-М»,
Зеленоград, Россия*

Проблемную ситуацию в области проектирования систем RFID, прежде всего, следует адресовать к проектированию RFID-этикеток – в связи с их большой прибыльностью. Тогда заявленную проблемную ситуацию можно сформулировать, как неприемлемость (по причине чрезвычайно большой финансовой и временной затратности) имеющей место разработки RFID-этикеток случайным методом «тыка». Выход – в использовании для проектирования RFID-этикеток аналитического метода, основанного на математической модели RFID-этикеток.

Ключевые слова: радиочастотная идентификация, смарт-этикетка, смарт-карта.

Радиочастотная идентификация (radio frequency identification - RFID) - это технология автоматического бесконтактного дистанционного обнаружения, распознавания и оперативного сопровождения, неподвижных и подвижных пространственно распределённых объектов.

Здесь, - объектов неживой («вещей» - товаров, полуфабрикатов, готовых изделий и документации) и живой (людей, животных) природы.

В соответствии с означенной сущностью в процессе радиочастотной идентификации осуществляется:

- обнаружение, распознавание и оперативное сопровождение неподвижных и подвижных объектов неживой природы («вещей») на стадиях их жизненного цикла (производства, транспортирования, хранения, реализации),

- обнаружение, распознавание и оперативное сопровождение неподвижных и подвижных объектов живой природы (людей, животных).

- распознавание различных видов документации (паспортов, виз, квитанций, пропусков, авиа- и железнодорожных билетов) и отметок в ней.

В настоящее время системы RFID, состоящие из таких средств, как главные ЭВМ, приёмо-передающие RF-станции и «умные» («смарт») этикетки (ярлыки, инлеи, транспондеры, таги), – рис. 1, находят самое широкое применение в сферах бизнеса - производства, торговли, перевозок, а также, - в сферах контроля доступа, безопасности, культуры и других, самых разных, общественных отношений.

RFID-этикетками, наряду с объектами живой природы, маркируют самые разные артефакты - вещи, лекарства, культурные ценности. Маркируют – с целью отслеживания их по стадиям жизненного цикла - пунктам производственно-транспортно-сбытовой-пользовательской дислокации.

В свою очередь, отслеживая, - с целью обнаружения, инвентаризации-учёта и распределения-сортировки по категориям качества и привязки к необходимым средствам хранения-транспортировки-поставки.

Большое применение RFID - технологии находят также в области безопасности и контроля доступа. Так, уже сегодня в ряде стран (США, Великобритания, Таиланд, Австралия) на основе RFID разрабатываются электронные паспорта и

визы. В них встраиваются специальные - на основе смарт-этикеток, фрагменты, которые обеспечивают предотвращение

подделок. В перспективе такое встраивание станет возможным для самых разных ценных бумаг и денег в том числе.

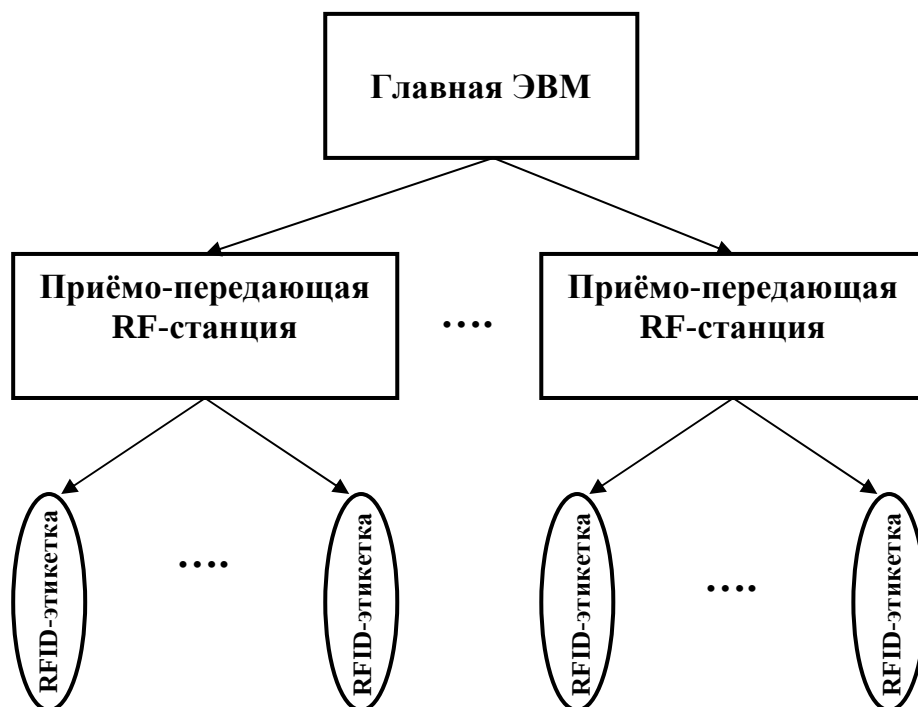


Рис. 1. Блок-схема системы RFID, где RFID-этикетки включают приёмо-передающие антенны и чипы, перерабатывающие принимаемую RF-информацию

С помощью RFID-технологий осуществляется также контроль доступа к различным режимным арт-объектам - ядерным реакторам, радиоэлектронным и компьютерным системам, биологическим контейнерам, а также - к помещениям ограниченного пользования - лабораториям, складам, сейфам, кабинетам.

А ещё может быть осуществлён RFID-учёт рабочего времени сотрудников компаний. А ещё с помощью RFID-технологий может быть осуществлено, например, взимание платы за проезды по дорогам и мостам (США): на лобовые стёкла автомобилей устанавливаются RFID-этикетки, а на дорогах размещаются мощные считыватели - приёмо-передающие RF-станции.

RFID-этикетки также значительно облегчают учет и каталогизацию книг в библиотеках, отслеживание и локализацию

А далее следует отметить, что необходимое количество систем RFID определяется их назначением - многочисленными сферами экономических и общественных отношений, в которых эти системы используются. Здесь, - сферами:

- производства,
- торговли,
- перевозок,
- контроля доступа,
- безопасности,
- культуры.

Этим же - назначением систем RFID, определяется и количественное соотношение устройств в составе этих систем.

Например, при достаточно ограниченном (например, потребностями одних только аэропортов и вокзалов) числе требуемых паспортных терминалов (приёмо-передающих RF-станций систем RFID) число обслуживаемых этими станциями

RFID-этикеток – соответственно использующих их электронных паспортов, в масштабе только одной средней страны составляет многие десятки миллионов.

Примерно то же можно сказать и о числе RFID-этикеток, требуемых для систем RFID, используемых в торговле, производстве и при перевозках (авто, морских и воздушных).

В связи с этим выделяемую ниже проблемную ситуацию в области проектирования средств RFID следует, в первую очередь, адресовать к RFID-этикеткам.

Адресовать к ним, тем более, что в составе устройств систем RFID (рис.1) RFID-этикетки, в силу их относительной (например, по сравнению штрих-код-этикетками) дороговизны и специфического (по сравнению с главной ЭВМ и приёмо-передающими RF-станциями) микроэлектронного аналога (антенна) - дискретного (чип) исполнения, являются наиболее схемно-конструктивно-технологично критичными. Критичными - к экономике их производства.

Здесь, - критичными к экономике в том смысле, что снижение, - например, в результате эффективного проектирования, затрат на изготовление одной только RFID-этикетки даже на доли цента (доли процента от её цены) приводит к многомиллионным долларовым прибылям фирм, производящих системы RFID [например, вытекает из того, что в среднем пассивная RFID-этикетка, работающая на средних частотах (13,56 МГц) стоит примерно \$1].

В настоящее время изготовление RFID-этикеток сопряжено с множеством самых разных - схемных, конструктивных и технологических, проблем.

Например, какие этикетки – пассивные, полуактивные или активные [1], надо использовать в системах RFID? Или же - как правильно выбрать материал, размеры и расположение антенны в этикетке? Или имеет место проблема соединения антенны с чипом, а следовательно и опре-

деляемые этим соединением помехоустойчивость и частотный диапазон передачи при RFID. Или до сих пор не обоснованы способ и режим (температура, продолжительность, давление) соединения антенны с чипом – нанесение клея, гравировка, травление, печать и т.д.

Очевидно, что, в силу многочисленности и сложности этих проблем, принятое в настоящее время стихийное - эмпирическое случайное, их решение в процессе проектирования (метод «тыка») является неэффективным – материально- и временно затратным, трудоёмким и, соответственно, дорогим.

При этом, как правило, не следует рассчитывать и на, подчас, спасительную эвристику - она даётся не каждому.

Тогда в результате остаётся три приемлемых, - как **системных**, метода решения означенных проблем – три метода проектирования средств RFID. Здесь, - проектирования RFID-этикеток:

1) Эмпирическое случайно-детерминированное (случайно-поисковое) проектирование, которое отличается от такового эмпирического случайного методом верификации результатов:

а) у реализованного объекта проектирования - RFID-этикетки, целевая функция проектирования не, как это имеет место при эмпирическом случайном методе, контролируется, а **измеряется**,

б) значения характеристик объекта проектирования - схемно - конструктивно-технологические, задаются не, как это имеет место при эмпирическом случайном методе, случайным образом, а - по результатам измерения п. а) в процессе **случайного поиска** [например, - задаются по алгоритмам Л. Растригина (непрерывному, дискретно-шаговому, с самообучением [2]).

2) Эмпирическое детерминированное (детерминированно-поисковое) проектирование, которое отличается от такового эмпирического случайного методом верификации результатов:

а) у реализованного объекта проектирования, целевая функция проектирования не, как это имеет место при эмпирическом случайном методе, контролируется, а *измеряется*,

б) значения характеристик объекта проектирования - схемно - конструктивно-технологические, задаются не, как это имеет место при эмпирическом случайном методе, случайным образом, а - по результатам измерения п.а) в процессе *детерминированного поиска* [например, по алгоритмам Бокса-Уилсона (градиентному, Гаусса-Зайделя, наискорейшего спуска [3]].

3) Аналитическое проектирование. Заключается в выполнении следующих блоков процедур:

а) Разработка и верификация математической модели объекта проектирования - RFID-этикетки.

б) Определение - на математической модели п. а), оптимальных – по избранной целевой функции проектирования, значений характеристик проектирования – аналитически обоснованных характеристик RFID-этикетки.

в) Разработка - под оптимальные значения характеристик п. б), проектной документации на объект проектирования - RFID-этикетку.

А далее следует обратить внимание на *предпочтительный характер использования при проектировании RFID-этикеток именно аналитического метода*.

Причина. В отличие от случайно-поискового и детерминированно-поискового методов проектирования, хотя и вполне системных, но чрезвычайно затратных как материально, так и во времени (они являются тем же эмпиризмом, но только не случайно- «ползучим» - «тыком», а всего лишь таковым направленным) аналитическое проектирование является свободным от этих недостатков.

Являясь свободным от недостатков случайно-поискового и детерминированно-поискового методов проектирова-

ния, таковое аналитическое является при том столь же *системным* - позволяющим совместно, а, следовательно, и с максимальной эффективностью решать имеющие место – в том числе и приведенные выше, схемные, конструктивные и технологические проблемы.

Плата за эту *системность* – трудности создания математической модели RFID-этикетки.

Однако. В современных рыночных условиях в качестве целевой функции этой модели следует использовать прибыль, получаемую от замены «ручной» - антропогенной, идентификации AID на радиочастотную RFID. А это - использование такой целевой функции, даёт возможность построить *априори адекватную и по причине этой априорности не требующую верификации* математическую модель RFID-этикетки.

В данном случае, - математическую модель на уровне характеристик свойств RFID-этикетки:

- затратных (НИОКР, производство),
- потребительски-эксплуатационных [ресурс (долговечность) функционирования, подверженность сбоям, дальность действия, быстродействие и достоверность RFID].

Здесь следует отметить, что имеющая место адекватность такой модели является ещё одним достоинством избираемого метода аналитического проектирования. Достоинством этого метода - в отличие от таковых случайно-поискового и детерминированно-поискового, также использующих (хотя и неявно) модели RFID-этикеток, которые (эти модели), на этот раз, являются всего лишь приближениями (как правило, - линейными) модели аналитического проектирования.

На этой - аналитического проектирования, модели (как правило, нелинейной - по причине её адекватности) тем или иным методом оптимизации - в общем случае невыпуклой, определяются (по критерию избранной целевой функции), соответственно оптимальные значения

характеристик означенных выше затратных и потребительски - эксплуатационных свойств RFID-этикетки.

А далее эти значения могут быть использованы, например, как контрольные цифры для последующего, на этот раз, - уже эвристического, воспроизведения соответствующих им схемных, конструктивных и технологических свойств RFID-этикетки.

Выводы. 1. В составе систем RFID число входящих RFID-этикеток на многие-многие порядки превышает число других входящих средств - главных ЭВМ и приёмо-передающих RF-станций.

2. В результате получается, что если в результате эффективного проектирования затраты на изготовление лишь одной RFID-этикетки снизить хотя бы на доли цента (доли процента от цены), то это приведёт к многомиллионным долларовым прибылям фирм, производящих системы RFID.

3. В связи с этим выделяемую проблемную ситуацию в области проектирования средств RFID следует, в первую очередь, адресовать к RFID-этикеткам.

4. В настоящее время их изготовление сопряжено с множеством самых разных - схемных, конструктивных и технологических, проблем.

5. Тогда соответствующую *проблемную ситуацию* можно сформулировать, как неприемлемость (по причине чрезвычайно большой финансовой и временной затратности) имеющего место случайного

решения этих проблем - проектирования RFID-этикеток методом «тыка».

6. Выход - в использовании для проектирования RFID-этикеток аналитического метода, основанного на математической модели RFID-этикеток.

7. В условиях рыночной экономики в качестве целевой функции этой модели следует принять прибыль, получаемую от замены «ручной» - антропогенной, идентификации AID на радиочастотную RFID.

8. Как оказывается, принятие такой целевой функции обуславливает возможность построения априорно адекватной и по причине этой адекватности, не требующей верификации математической модели RFID-этикетки.

Здесь, - построения модели на уровне главных - определяющих, свойств RFID-этикетки:

- затратных
- потребительски-эксплуатационных.

9. Требуемая задача аналитического проектирования RFID-этикеток решается на математической модели п.8) тем или иным методом оптимизации (в общем случае - невыпуклой).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. K Finkenzeller. RFID Handbook, 2nd ed. - «Wiley», 2003
2. Растринин Л.А. Случайный поиск в задачах оптимизации многопараметрических систем. - Рига: Изд-во «Зинатне», 1965
3. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования эксперимента. - М.: Изд-во «Наука», 1965

DESIGNING OF RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) - PROBLEM SITUATION

Bondarevskij A.S., Zolotov R.V.
ОАО «Angstrem-M»,
Zelenograd, Russia

The problem in the field of designing RFID systems is related with the projection of the RFID labels due to their big profitableness. Then the declared problem can be formulated, as unacceptability (because of they extremely financial and time expenses) taking place working out the RFID labels by a casual testing method. The solution to design RFID labels is to use an analytical method based on a mathematical model of RFID-labels.

Key words: designing RFID, smart label, smartcard.