

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.398

Сидюк
Сергей Геннадьевич

Алгоритм оценки технических характеристик радиолокационных станций

Автореферат

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-39 80 02 «Радиотехника, в том числе системы и
устройства радионавигации, радиолокации и телевидения»

Научный руководитель
Гринкевич Антон Витальевич
Кандидат технических наук, доцент

Минск 2020

ВВЕДЕНИЕ

Радиолокационная станция (РЛС) называют систему для обнаружения воздушных, морских и наземных объектов, а также определения их дальности, скорости и геометрических параметров путем использования метода радиолокации, основанного на излучении радиоволн и регистрации их отражений от объектов. В настоящее время РЛС представляют собой сложные системы, характеризующиеся множеством показателей, к которым относятся показатели назначения, точности, разрешающей способности, дальности действия, помехоустойчивости, диапазону частот, электромагнитной совместимости, устойчивости, надежности, скрытности и т.д. [1].

В Республике Беларусь сохранилась и продолжает активно развиваться производственная база по проектированию и производству РЛС. Обеспечение и повышение качества выпускаемых РЛС – одна из главных задач производства. В решении этой задачи важная роль отводится контролю качества на всех этапах производства с целью проверки соответствия показателей качества установленным требованиям. При этом качество РЛС представляет меру конструктивного и эксплуатационного совершенства, проявляющуюся в полезных свойствах, совокупность и значение которых отражают возможность удовлетворения требований, сложившихся на данном этапе к РЛС.

Процесс развития радиотехнических систем в Республики Беларусь находится в тесной взаимосвязи с развитием этих систем в иностранных государствах. Новые образцы РЛС, появляющиеся в зарубежных странах, обладающие более высокими возможностями, снижают относительную эффективность существующих отечественных образцов. Таким образом, предопределяется необходимость проведения сравнительного анализа отечественной и зарубежной систем в целом и их отдельных элементов (образцов РЛС).

Целью сравнительной оценки отечественной и зарубежной РЛС является выявление различий в направлениях развития и техническом уровне аналогичного назначения, выявление технических проблем, подлежащих решению в интересах развития эффективности, анализа последствий принятия управляющих решений. Результаты сравнительной оценки образцов РЛС используются в качестве исходных данных для выработки обоснованных решений по планированию развития РЛС. Проведение сравнительной оценки РЛС и определение степени соответствия характеристик стоящим перед ними задачам осуществляется путем количественной оценки качества [2].

Область деятельности, связанная с количественной оценкой качества продукции называется квалиметрией (от латинского *quails* – какой по качеству и греческого *metrio* – измеряю) [3]. В связи с большой сферой применения квалиметрии ее считают дисциплиной, изучающей проблему оценки качества любых объектов – предметов и процессов, к которым применимо понятие «качество» [4]. Наибольший вклад в развитие данной науки внесли А.В. Гличев, Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман, Д.Н. Хамханова, В.И. Кириллов, К. Исикава, Т. Саати и т.д.

В соответствии с ГОСТ 15467-79 "Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения" и ИСО 8402-84 основными понятиями квалиметрии являются:

Качество продукции – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности [5].

Качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [6].

Свойство продукции – объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении.

Уровень качества продукции – это относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей качества

оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей.

Единичный показатель качества продукции – это показатель качества продукции, характеризующий одно из ее свойств.

Технический уровень (ТУ) продукции – относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей.

Техническое совершенство продукции – совокупность наиболее существенных свойств продукции, определяющих ее качество и характеризующих научно-технические достижения в развитии данного вида продукции.

Оценка уровня качества продукции – совокупность операций, включающая выбор, номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми.

Оценка технического уровня продукции – совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми.

Из приведенных формулировок следует, что качество образца РЛС можно оценить через количественное измерение реальных свойств и количественную оценку тех потребностей, которым эти свойства должны удовлетворять, при этом качество характеризует эффективность функционирования образца РЛС при идеальном способе его применения (так называемую потенциальную эффективность). Понятие «технический уровень» образца РЛС характеризует «уровень качества», но применяемое к техническим изделиям. Оценка технического уровня образца РЛС – это подробная количественная оценка его качества [3]. При определении численного значения технического уровня учитывают совокупность

технических, технологических, эксплуатационных, экономических, экологических и других показателей качества, выражающих степень совершенства образца РЛС и его соответствие требованиям потребителей (потребностям). Технический уровень образца РЛС является комплексной динамической характеристикой, которая позволяет учитывать тенденции развития техники в перспективе.

Библиотека БГУИР

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель магистерской диссертации является разработка алгоритма оценки технических характеристик РЛС.

В ходе работы решались следующие задачи: произвести обзор по теме исследования; разработать алгоритма и модель оценки технических характеристик РЛС; написать программу, реализующую разработанную модель.

Актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью создания программно-аппаратного комплекса оценки технических характеристик РЛС. Практическое использование, которого позволит:

- на стадии эксплуатации или потребления оценивать технический уровень существующей РЛС и по результатам ее эксплуатации принимать управляющие решения, направленные на сохранение или повышение технического уровня РЛС;

- на стадии разработки или производства определять фактические значения характеристик РЛС по результатам контроля и испытаний, оценивать технический уровень изготовления РЛС и принимать соответствующие управленческие решения.

Получены следующие новые научные результаты:

- алгоритма оценки технических характеристик РЛС позволяющий оценить технический уровень (ТУ) РЛС. Новизна предложенного подхода заключается в проведении многократной оценки ТУ разными средними взвешенными и статистической обработкой результатов оценивания. В результате преимущество описанного подхода по сравнению с известными заключается в более точной оценке полученного результата (оценке ТУ РЛС);

- программа оценки ТУ РЛС, реализующая разработанную методику, позволяющая получать численные оценки ТУ РЛС, как по отдельным показателям, так и в целом.

Разработанный алгоритма оценки технических характеристик РЛС был использована НИИ ВС РФ в ходе проведения научно-исследовательских работ по обоснованию основных направлений развития РЛС.

Результаты, полученные в ходе исследования, были представлены и опубликованы в сборниках научно-технических конференций:

- 56-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. Секция «Информационные радиотехнологии» (Минск 2020 г.).

Библиотека БГУИР

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе произведен обзор литературы и поставлены задачи для исследования. Произведен анализ существующих способов оценки качества (технического уровня) образцов РЛС:

- 1) Дифференциальный способ оценки технического уровня образцов РЛС;
- 2) Комплексный способ оценки технического уровня образцов РЛС;
- 3) Смешанный способ оценки технического уровня образцов РЛС.

Так же изучены этапы оценки технического уровня образцов РЛС, а именно:

- 1) Составление иерархической структуры свойств образца РЛС;
- 2) Определение исходных значений единичных показателей технического уровня образца РЛС;
- 3) Определение важности и приоритетности (весовых коэффициентов) показателей качества образца РЛС;
- 4) Расчет $K_{\text{тв}}$ оцениваемого образца РЛС.

Во второй главе производится разработка модели способа оценки технического уровня РЛС. Эта глава разбита на 3 раздела:

- 1) Алгоритм оценки технического уровня РЛС;
- 2) Способы нормирования исходных значений показателей технического уровня;
- 3) Расчет оценки технического уровня средним взвешенным и определение ее погрешности.

В третьей главе представлена разработка программного обеспечения способа оценки технического уровня РЛС. Разработан алгоритм работы программы и само описание приложения в среде C++ Builder XE.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный методический подход оценки качества РЛС позволяет получить количественную оценку качества (ТУ) РЛС. Новизна предложенного подхода заключается в проведении многократной оценки ТУ различными средними взвешенными и статистической обработкой результатов оценивания. В результате преимущество описанного подхода по сравнению с известными заключается в более точной оценке полученного результата (оценке ТУ РЛС).

Оценка уровня качества представляет собой совокупность операций, включающих выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой РЛС, определение значений этих показателей, сравнение их с базовыми значениями или с установленными требованиями и определение степени их соответствия. В зависимости от цели оценки можно сделать выводы:

- качество оцениваемой продукции выше или ниже, или на уровне базового образца;
- качество продукции соответствует или не соответствует установленным требованиям (нормам).

На стадии разработки определяется уровень качества разрабатываемой РЛС, в результате чего устанавливаются требования к будущей РЛС и производится нормирование показателей качества в нормативных документах.

На стадии производства определяются фактические значения показателей качества РЛС по результатам контроля и испытаний, оценивается уровень качества изготовления РЛС и принимаются соответствующие решения при управлении качеством.

На стадии эксплуатации или потребления оценивается уровень качества изготовленной РЛС и по результатам ее эксплуатации принимаются управляющие решения, направленные на сохранение или повышение уровня качества РЛС.

Неопределенность значений единичных показателей РЛС, а так же субъективный характер выбора вида среднего взвешенного приводит к значительной случайной и систематической погрешностям оценки ТУ. Возникновение случайной погрешности обуславливается вероятностным характером значений единичных показателей. Появление систематической погрешности вызвано способом оценивания ТУ (средние величины обладают свойством мажорантности или смещенности).

В целях повышения правильности и точности оценки ТУ РЛС (уменьшения систематической и случайной погрешностей) предлагается использовать статистический метод оценки неизвестного параметра (оценки ТУ) – метод максимального правдоподобия (ММП), основанный на максимизации функции правдоподобия. Для этого предлагается проводить многократную оценку ТУ различными средними взвешенными и статистическую обработку результатов оценивания. Основная идея метода состоит в том, что при оценке ТУ на основе полученных значений x_1, x_2, \dots, x_n в качестве обобщенной оценки ТУ необходимо выбрать такое значение $\hat{\theta}$, которое обеспечивает максимум многомерной плотности распределения вероятности случайного вектора \mathbf{X} .

Величина дисперсии оценки ТУ СПЗ всегда будет меньше величины дисперсии отдельной средней взвешенной оценки ТУ, что обеспечит повышение точности оценки ТУ РЛС. Правильность оценки ТУ РЛС повышается за счет уменьшения систематической погрешности при усреднении средневзвешенных оценок.

Таким образом, оценка ТУ образцов по предложенной методике позволит решать следующие задачи:

- осуществлять контроль качества и выбор наилучших образцов РЛС;
- обосновывать целесообразность снятия с производства РЛС;
- прогнозировать повышение требований к РЛС, их качеству и техническому уровню;
- стимулировать повышение качества и объемы производства РЛС;

- обосновывать появление новых видов РЛС, определять направления их развития;

- проводить сертификацию РЛС;

- проводить оценку научно-технического уровня разрабатываемых и действующих стандартов на РЛС.

Написанная программа позволяет легко использовать разработанный метод расчета технического уровня РЛС.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Чердынцев, В.А. Радиотехнические системы: учебное пособие для ВУЗов / В.А. Чердынцев – Минск: Высшая школа, 1988. 369с.: ил.
- [2] Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман.; под общ. ред. А.В. Гличева. – М.: Изд-во стандартов, 1973. 172с.: ил.
- [3] Варжапетян, А.Г. Квалиметрия: учебное пособие / А.Г. Варжапетян. СПб: СПбГУАП, 2005. 176с.: ил.
- [4] Фомин, В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация. Курс лекций / В.Н. Фомин – М.: Изд-во «ЭКМОС», 2000. – 320с.
- [5] Управление качеством и обеспечение качества – Словарь: ИСО 8402-94. – Введ. с 01.04.94 / Международная организация по стандартизации.
- [6] Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 15467-79. – Введ. с 01.07.79 до 01.05.09 / Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 26с.
- [7] Караульнов, В.Н. Управление качеством: учебное пособие / В.Н. Караульнов [и др.]; под общ. ред. В.Н. Караульнова. – Кемерово: КТИПП, 2005. 88с.
- [8] Калейчик, М.М. Квалиметрия: учебное пособие 5-е изд. / М.М. Калейчик – М.: МГИУ, 2007. 200с.: ил.
- [9] Ершова, И.Г. Методы оценки технического уровня машин: конспект лекций / И.Г. Ершова – Псков: Изд-во ППИ, 2010. 59с.
- [10] Studme [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://goo.gl/P9f4vr>.
- [11] Прохоров, Ю.К. Управление качеством: учебное пособие / Ю.К. Прохоров – СПб: СПбГУИТМО, 2007. 144с.
- [12] Модель оценивания эффективности АИС. А.Н. Полетайкин // Сб. науч. трудов НГТУ. – Новосибирск: НГТУ, 2009. – с.58-65.
- [13] Орлов, А.И. Теория измерений как часть методов анализа данных: размышления над переводом статьи П.Ф. Веллемана и Л.

Уилкинсона // Социология: методология, методы, математическое моделирование. № 35 – М.: ФОР, 2012. с.155-174.

[14] Авдеева, Е.В. Оценка уровня качества объектов городского озеленения методами прикладной квалиметрии / Е.В. Авдеева, В.Ф. Полетайкин, Е.А. Авдеева // Хвойные бореальной зоны. № 1-2 – Красноярск: СГТУ, 2008. – с.93-97.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1) Значение эффективной отражающей поверхности обнаружителя высокоскоростных воздушных целей/ Е.П. Пунчик, С.Г. Сидюк// 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР

2) Алгоритм оценки технического уровня РЛС / С.Г. Сидюк, Е.П. Пунчик// 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР

Библиотека БГУИР