

УДК 681.3.06.069

И.П. МАРЧЕНКО<sup>1</sup>, А.А. АНДРАШОВ<sup>2</sup>, Т.Ю. ПЕДЕ<sup>1</sup><sup>1</sup>Испытательно-сертификационный центр научно производственного предприятия «ХАРТРОН-АРКОС», Украина<sup>2</sup>Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

## ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

В статье представлен обзор процесса разработки автоматизированной системы сопровождения проведения квалификационных испытаний (АС СПИ) бортовой аппаратуры ракетно-космической техники, предназначенной для применения в составе программных средств ИСЦ НПП «ХАРТРОН-АРКОС». Рассмотрены требования к программному обеспечению АС СПИ. Проведен сравнительный анализ систем управления базами данных (СУБД) в контексте проектирования базы данных для АС СПИ. Представлена архитектура базы данных и структура отчетов АС СПИ, а так же алгоритм обработки результатов испытаний.

**Ключевые слова:** АС СПИ, квалификационные испытания, СУБД, MS SQL, Oracle.

### Введение

Современные тенденции в области информационных технологий обуславливают стремительный рост внедрения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) в различных областях промышленности. Использование АСУ ТП при проведении испытаний в области ракетно-космической техники является актуальным вопросом т.к. приходится производить обработку больших объемов специфической информации и предоставлять её в удобной для испытателей форме [1]. Проведение испытаний является дорогостоящей задачей, поэтому создание и внедрение автоматизированных систем сопровождения проведения квалификационных испытаний (АС СПИ) как АСУ ТП является важным фактором успешного функционирования испытательных центров [2].

Основные функции, выполняемые подобными системами, включают в себя контроль, управление и обмен данными, обработку, накопление и хранение информации о планировании, ходе и результатах испытаний. Ключевым свойством, определяющим эффективность АС СПИ, является способность надежно обслуживать (собирать, обрабатывать, отображать, накапливать, хранить) информационные потоки. Ядром такой системы является БД.

При анализ АС СПИ были рассмотрены системы, разработанные отделом автоматизации экспериментов МАИ [2], АС сбора и обработки информации с датчиков при полигонных испытаниях ЗАО

ПГ «МЕТРАН» [1], а также АС для проверки проводки воздушного судна в процессе ремонта, разработанная (ARSC) Elizabeth City, USA [3]. Все системы соответствуют общим требованиям ГОСТ 34.601-90 [4]. Использование указанных АС не является целесообразным, поскольку в них применяются устаревшие средства разработки и СУБД. Кроме того, их приобретение сопряжено с большими финансовыми затратами. Таким образом, разработка АС СПИ бортовой аппаратуры ракетно-космической техники является актуальной задачей. Целью данной статьи является обзор процессов проектирования и разработки автоматизированной системы сопровождения проведения квалификационных испытаний. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ существующих АС СПИ;
- обзор требований к программному обеспечению (ПО) АС СПИ;
- сравнительный анализ СУБД, для реализации базы данных АС СПИ;
- анализ исходных данных результатов испытаний для разработки структуры отчетов квалификационных испытаний;
- проектирование БД;
- разработка алгоритмов обработки результатов.

### 1. Анализ требований к АС СПИ

Формирование отчетных документов АС СПИ должно соответствовать требованиям стандарту

предприятия и системе управления качеством.

СТП 523.2-525.1 – 2009 «Порядок оформления и идентификации в ИСЦ» и И-13060.57 «Инструкция по работе с документами в электронном виде», применяемые при работе с программным обеспечением (ПО), разрабатываемом и применяемом в Испытательно-сертификационном центре Научно производственного предприятия (ИСЦ НПП) «ХАРТРОН-АРКОС».

В основной перечень требований входит:

– доступность (Accessibility) – данная система должна предоставлять широкий доступ внутри ИСЦ с наименьшими затратами времени на конфигурацию;

– безопасность (Security) – в разработанном программном обеспечении должна быть реализована система аутентификации на основе домена;

– масштабируемость (Scalability) – разрабатываемое ПО должно поддерживать размещение

сервера базы данных и Web сервера на несколько серверных станций;

– поддержка расширяемости (Extensibility) – должна быть реализована расширяемая архитектура системы;

– реализация оптимистической конкурентной модели доступа к данным;

– стабильность и высокая производительность при работе с большими объемами данных;

– обработка результатов должна соответствовать требованиям ГОСТ 16842-82 [7].

## 2. Анализ и разработка БД

Для хранения информации о проведениях квалификационных испытаний АС СПИ были проанализированы наиболее востребованные базы данных, в частности ORACLE и MS SQL [5, 6]. Сравнительный анализ предоставлен в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ СУБД

Критерии сравнения	MS SQL	Oracle
Характеристики СУБД	<p>* В mssql версии строк хранятся в tempdb где помимо временных таблиц и табличных переменных хранятся сортировки и курсоры что является узким местом в системе.</p> <p>* Ничто не ограничит рост tempdb, в результате одна «неудачная» транзакция может просто переполнить tempdb и остановить работу всех пользователей</p> <p>* хранит версии строк.</p>	<p>* Добавление версионного режима, который практически полностью копирует реализацию оракла</p> <p>* Версии строк хранятся в отдельной структуре сегментов отката.</p> <p>* Сегменты отката Oracle защищены от безразмерного роста, и место пространства отката используется циклически (размер и их кол-во может задаваться администратором).</p> <p>* При неправильном размере сегментов «откатится» лишь одна транзакция.</p>
Эскалация блокировок	<p>* Блокировки в mssql это структура в памяти которая не может превышать 40% от общей памяти доступной серверу. В некоторых ситуациях блокировка происходит не на уровне строк (с которыми идут операции), а всей таблицы. Такой подход плохо влияет на конкурентный доступ и повышает вероятность взаимоблокировок.</p>	<p>* Информация о блокировках хранится прямо в блоках данных и соответственно никаких ограничений на их кол-во не накладывает и в любом случае обеспечивается блокировка на уровне строк.</p>
Кластер	<p>* В MSSQL аналога этому способу нет.</p> <p>* Кластерная таблица в MSSQL является аналогом Index Organized Table (IOT) в Oracle.</p>	<p>* Кластер в Oracle - это способ хранения группы таблиц, имеющих один или несколько общих столбцов, в одних и тех же блоках базы данных, так что взаимосвязанные данные хранятся в одном блоке. Этот способ позволяет серьезно экономить ресурсы процессора.</p>
Временные таблицы	<p>* Создаются на лету в момент исполнения процедуры.</p> <p>* Нельзя использовать во view, у них нет триггеров, можно лишь создать индекс на PK и UQ.</p> <p>* Использование временных таблиц в mssql может губительно сказаться на масштабируемости системы:</p> <p>- в момент создания таблицы блокируются системные таблицы (syscolumns, sysindexes, syscomments)</p>	<p>* Создаются как обычные таблицы заранее.</p> <p>* Временные таблицы можно использовать во view, создавать любые индексы, вешать тиреры.</p>

Проанализировав предоставляемые БД, выбор был остановлен на СУБД ORACLE как наиболее гибкой в настройках и отвечающей всем требованиям к хранению информации.

Для проектирования структуры БД был осуществлен анализ отчётных документов ИСЦ НПП ХАРТРОН-АРКОС. Для этого произведен анализ по трём основным направлениям ведения протоколов:

- механика / климатика;

- ЭМС (электромагнитная совместимость);
- радиационная стойкость.

По результатам анализа отчётных документов ИСЦ НПП ХАРТРОН-АРКОС разработана структура БД, выделены основные (атомарные) структурные сущности для хранения информации и их взаимосвязь между собой. Концептуальная модель БД изображена на рис. 1.

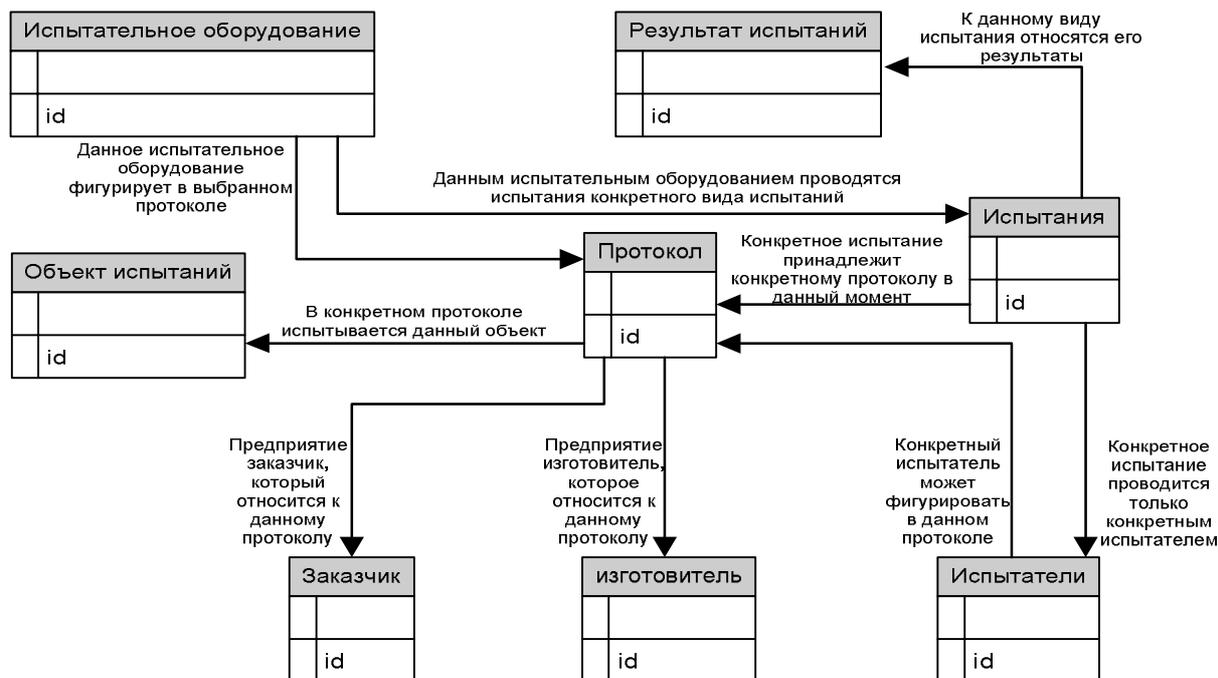


Рис. 1. Концептуальная структура модели данных

Фрагмент графической области АС СПИ для создания испытания и внесения дополнительных характеристик по выбранному виду испытания представлен на рис. 2.

Измерение уровней напряжения радиопомех, создаваемых при функционировании	Эквивалент сети NNB-101 Селективный микровольтметр SMV-11	3.3. ГОСТ 29216	5.9.15 НП 306.5.02/3.035	<input type="button" value="Добавить результаты"/> <input type="button" value="Добавить результаты ЭМС"/> <input type="button" value="Показать результаты"/> <input type="button" value="Редактировать"/> <input type="button" value="Удалить"/>
<b>Выберите вид испытания</b>				
Измерение уровней напряжения радиопомех, создаваемых при функци...				
<b>Выберите нормативный документ (в части требований/методики испытаний)</b>				
3.3. ГОСТ 29216				
Введите дополнительное НД			Введите пункты НД	
<input type="text"/> <input type="text"/>			<input type="text"/> <input type="text"/>	

Рис. 2. Фрагмент графической области АС СПИ

### 3. Алгоритм обработки результатов испытаний

Алгоритм обработки результатов по виду испытания «Проверка уровней ИРП, создаваемых прибором при функционировании» изображен на рис. 3, где  $A$  – статистическое значение радиопомех;  $\bar{O}$  – выборочное среднее значение результатов измерений;  $S$  – среднее квадратическое отклонение;  $m$  – количество показаний на данной частоте;  $x_{ic}$  – снятые показатели;  $K_k$  – коэффициент затухания кабе-

ля;  $X$  – конечные результаты измерений;  $n$  – число испытанных устройств;  $K_t$  – коэффициент усиления антенны;  $\Psi_{\max}$  – частота, на которой наблюдается максимальное превышение.

Обработка результатов испытаний в соответствии с ГОСТ 16842-82 [4] производилось при условии, что закон распределения случайных погрешностей – нормальный. В результате выполнения алгоритма получают статистические значения радиопомех и проводится автоматическое сравнение полученного результата с нормированным значением.

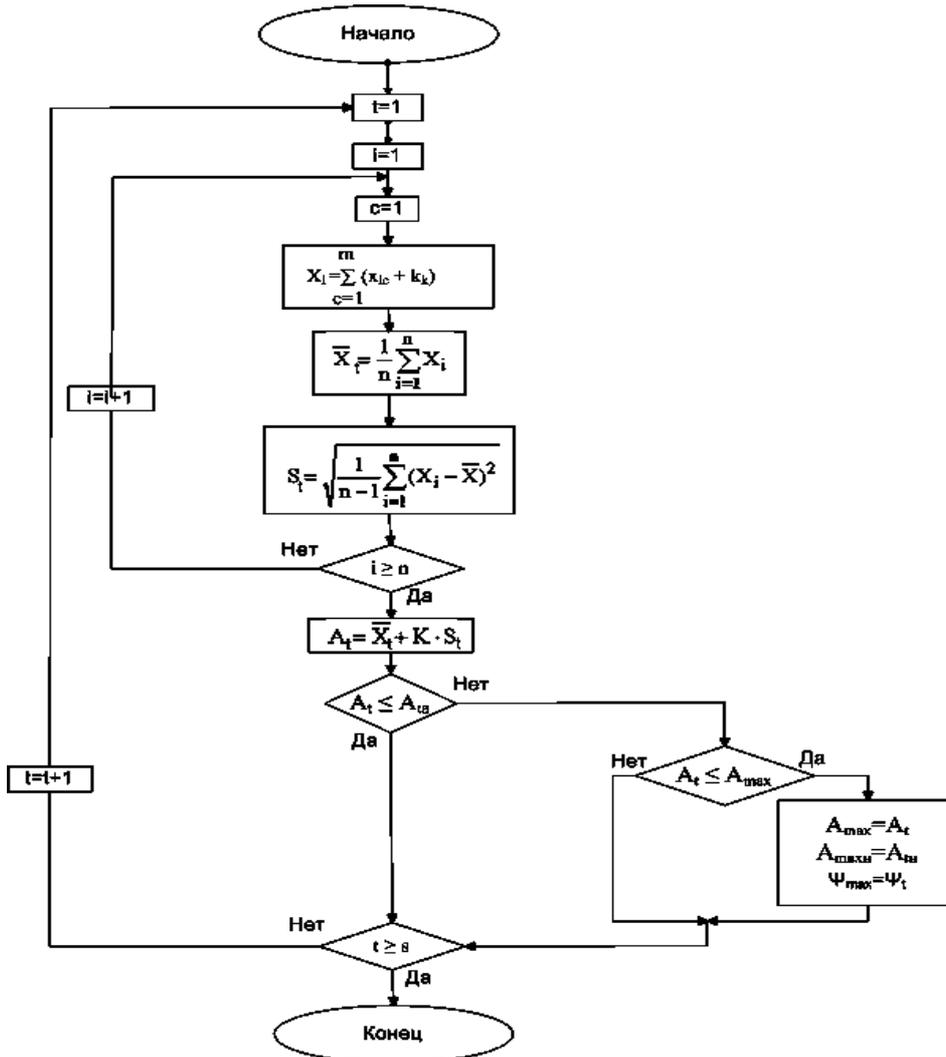


Рис. 3. Алгоритм обработки результатов испытаний

### Заключение

В статье рассмотрены особенности информационного обеспечения автоматизированной системы сопровождения проведения квалификационных испытаний бортовой аппаратуры.

Анализ существующих решений позволил определить их «узкие места» и сделать выводы о необходимости разработки собственной системы для

нужд ИСЦ НПП ХАРТРОН-АРКОС.

В процессе разработки проведен анализ СУДБ, а также структуры протоколов испытаний. Разработаны база данных и графический интерфейс АС СПИ.

Рассмотрен алгоритм обработки результатов испытаний бортовой аппаратуры в части проверки уровня радиопомех. Разработанная система внедрена в ИСЦ НПП ХАРТРОН-АРКОС.

Дальнейшая работа может быть направлена на:

- расширение номенклатуры испытаний;
- расширение множества алгоритмов обработки результатов испытаний.

### Литература

1. Автоматизированная система сбора и обработки информации с датчиков при полигонных испытаниях на ЗАО ПГ «МЕТРАН» / А.В. Шнаров А.П. Латин, А.В. Фетисов, И.Н. Алексеевских. - Известия челябинского научного центра. - 2007. - Вып. 4 (38). – С. 40-44.

2. Мир компьютерной автоматизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mka.ru/?p=40879>.

3. *Technology Industry* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_hb4797/is\\_6\\_45/ai\\_n29271949](http://findarticles.com/p/articles/mi_hb4797/is_6_45/ai_n29271949).

4. Автоматизированные системы. Стадии создания. ГОСТ 34.601-90 *Industry* [Электронный ресурс] – Режим доступа [http://www.rugost.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=95&Itemid=53](http://www.rugost.com/index.php?option=com_content&task=view&id=95&Itemid=53).

5. *Urman S. Oracle9i/ PL/SQL Programming / S. Urman.* - McGraw-Hill/Osborne, 2002.

6. *Teach Yourself SQL in 21 Days / R. Stephens, R. Plew, B. Morgan, J. Perkins.* - Sams Publishing, 2002. – 310 p.

7. ГОСТ 16842-82. Радиопомехи промышленные. Методы испытаний источников промышленных радиопомех.

Поступила в редакцию 12.01.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., зав. каф. В.С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

## ОСОБЛИВОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ СУПРОВОДЖЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ БОРТОВОЇ АПАРАТУРИ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

*І.П. Марченко, А.О. Андрашов, Т.Ю. Педе*

У статті наведений огляд процесу розробки автоматизованої системи супроводження проведення кваліфікаційних випробувань (АС СПВ) бортової апаратури ракетно-космічної техніки, призначеної для використання у складі програмних засобів ВСЦ НВП «ХАРТРОН-АРКОС». Розглянуті вимоги до програмного забезпечення АС СПВ. Проведено порівняльний аналіз систем управління базами даних (СУБД) у контексті проектування бази даних для АС СПВ. Наведена архітектура бази даних, структура звітів АС СПВ, та алгоритм обробки результатів випробувань.

**Ключові слова:** АС СПВ, кваліфікаційні випробування, СУБД, MS SQL, Oracle.

## THE FEATURES OF INFORMATION SUPPORT FOR AUTOMATED SYSTEMS FOR AEROSPACE EQUIPMENT QUALIFICATION TESTING

*I.P. Marchenko, A.A. Andrashov, T.Yu. Pede*

The review of development process for automated system supporting qualification testing of embedded aerospace equipment for RSC SPE « HARTRON-ARKOS » is presented. Requirements for software of AS QTS are considered. The critical review of data base management systems (DBMS) in the context of DB development is conducted. The architecture of data base, testing reports structure and algorithm for testing reports processing are presented.

**Key words:** AS QTS, qualification testing, DBMS, MS SQL, Oracle.

**Марченко Иван Петрович** – студент кафедри «Компьютерных систем и сетей» Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина; инженер испытательно-сертификационного центра НПП «ХАРТРОН-АРКОС», e-mail: [ivanmarchenko86@mail.ru](mailto:ivanmarchenko86@mail.ru).

**Андрашов Антон Александрович** – ассистент кафедри «Компьютерных систем и сетей» Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: [anton1a@rambler.ru](mailto:anton1a@rambler.ru).

**Педе Татьяна Юрьевна** - студентка факультета систем управления летательных аппаратов и комплексов Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина; инженер Испытательно-сертификационного центра НПП «ХАРТРОН-АРКОС», e-mail: [dunkel\\_zorn@rambler.ru](mailto:dunkel_zorn@rambler.ru).