

УДК 621.39

## Организация управления радиотехническим оборудованием с использованием СУБД Линтер-ВС в ОС MSVS

В. М. Ватутин<sup>1</sup>, С. А. Донцов<sup>2</sup>, Ю. В. Ефремов

<sup>1</sup>д. т. н., проф., <sup>2</sup>к. т. н., АО «Российские космические системы»  
e-mail: vladmvat@mail.ru, sad\_rks@mail.ru, jorgiy@bk.ru

**Аннотация.** В связи с качественным изменением современных компьютеров в сторону роста быстродействия, объемов оперативной памяти и памяти дисковых накопителей объективной становится применение СУБД для решения задач управления в сложных системах.

В данном случае рассматривается управление радиотехническим комплексом, имеющим в своем составе, например, антенную систему, систему управления облучателем, приемное устройство и т. д. Организовано управление с использованием таблиц базы данных под управлением СУБД Линтер-ВС, установленной в операционной системе ОС MSVS.

Каждое устройство, входящее в состав радиотехнического комплекса, а также внешние устройства, осуществляющие выдачу заданий и прием информации, представляются некими «сущностями». Такая сущность представима в базе данных в виде нескольких таблиц. При этом обязательно присутствие таблицы «команд» и таблицы «состояний».

Кроме этих обязательных таблиц, могут существовать вспомогательные таблицы, также относящиеся к определенной сущности. Предполагается, что управление некоторой сущностью, например антенной системой, производится некоторым контроллером, расположенным на стороне управляемого устройства.

Связь контроллера с базой данных осуществляется с помощью программы-посредника. Программа-посредник, с одной стороны, обслуживает приборный интерфейс связи с контроллером (например — RS485), с другой — организует запросы к таблицам базы данных. Запросы к таблицам «команд» дешифрируются в команды контроллера и передаются в него через приборный интерфейс. Через него же получаются ответы, которые, в свою очередь, пройдя дешифрацию, отправляются модифицирующим запросом в таблицу «состояний».

Благодаря такой организации движения команд и данных, число управляемых сущностей практически не ограничено. Не ограничено также и число управляющих сущностей. Они могут быть как локальными, так и удаленными. Количество сущностей, принимающих участие в процессе управления, определяется настройками сервера СУБД.

Кроме поддержки организации управления, СУБД осуществляет контроль за фактами регистрации в БД зарегистрированных пользователей. Это позволяет при необходимости выяснить, кто и когда осуществлял определенные действия по управлению аппаратурой радиотехнического комплекса. Незарегистрированных пользователей СУБД не обслуживает.

**Ключевые слова:** автоматизация, радиотехника, комплексы, СУБД, АСУ, GNU/Linux, RS-485, линейные алгоритмы

## Radio Engineering Equipment Control Using a Database Linter-VS in OS MSVS

V. M. Vatutin<sup>1</sup>, S. A. Dontsov<sup>2</sup>, Yu. V. Efremov

<sup>1</sup>doctor of engineering science, professor, <sup>2</sup>candidate of engineering science  
Joint Stock Company “Russian Space Systems”  
e-mail: vladmvat@mail.ru, sad\_rks@mail.ru, jorgiy@bk.ru

**Abstract.** According to the growth of modern computers performance, increase of random access memory and memory of disk drives, it is possible to use database management systems (DBMS) for solving the control tasks in complex systems.

The article describes the control of radio engineering complex including, for example, an antenna system, an irradiator control system, a receiver, etc. A control with the use of database tables under Linter-VS DBMS installed in OS MSVS is organized.

Each device included into the radio engineering complex and also peripheral devices are certain “entities”. This entity can be represented in the database in the form of several tables. A table “commands” and table “states” must be present.

Auxiliary tables related to a particular entity can be present. It is expected that the controller, located on the side of the controllable device, controls the entity, for example — the antenna system.

It is shown that the controller communicates with a database by means of a proxy. The proxy connects a device interface with the controller and makes queries to database tables. The queries to the “commands” table are decoded into controller’s commands and transmitted through the device interface. Responses are made through it, which after decoding are transferred into the “states” table.

Due to such commands and data transfer, the number of controllable and control entities is practically unlimited. They can be both local and remote.

It is stressed that DBMS controls the registration of registered users in the database. Unregistered users are not served by DBMS.

**Key words:** automation, radio engineering, complexes, database management system (DBMS), automated control system, GNU/Linux operating system, standard RS-485, linear algorithms

## 1. Сводные данные об ОС MCBC, Линтер-BC и интерфейсе RS-485

ОС MCBC, основанная на GNU/Linux, является многопользовательской многозадачной сетевой ОС. Она функционирует на аппаратных платформах Intel, SPARC («Эльбрус-90микро»), IBM S390 и MIPS (комплексы серии «Багет» производства компании «Корунд-М»), поддерживает многопроцессорные конфигурации (SMP). Содержит средства мандатного управления доступом, списки контроля доступа, ролевую модель.

СУБД Линтер-BC 7.0 предназначена для создания информационных и управляющих систем для работы с различной информацией, а также создания и поддержки баз данных, основанных на реляционной модели данных. Даная СУБД основана на архитектуре «клиент–сервер». Данная технология дает реальные преимущества пользователям и становится преобладающим способом обработки данных.

RS-485 (Recommended Standard 485 или EIA/TIA-485-A) — рекомендованный стандарт передачи данных по двухпроводному полудуплексному многоточечному последовательному симметричному каналу связи. Стандарт описывает только физические уровни передачи сигналов (т. е. только 1-й уровень модели взаимосвязи открытых систем OSI). Стандарт не описывает программную модель обмена и протоколы обмена. RS-485 создавался для расширения физических возможностей интерфейса RS232 по передаче двоичных данных.

## 2. Общая схема взаимодействия

Общая схема организации управления представлена на рис. 1.

Главным узлом в управлении оборудованием является сервер удаленной базы данных (БД). Там в таблицах БД находятся высокоуровневые команды управления оборудованием, такие как выставление оборудования на определенные режимы работы в определенное время. Команды представляют собой записи в БД, где содержатся столбцы с номером режима работы, временем его выполнения (время выхода на режим и время выхода из режима) и переменными данными (точные значения

частотных параметров, данных об азимуте и т. д.). Также на этом сервере находятся таблицы данных, принятых с каждого оборудования (включая телеметрию, оцифрованные сигналы с приемников и т. д.). Примерная таблица высокоуровневых команд приведена в табл. 1, а ответные данные представлены в табл. 2.

Таблица 1. Примерная таблица высокоуровневых команд

Номер режима [PK]	Начало исполнения	Окончание исполнения	Переменные данные
1	00:00	01:00	Null
2	08:45	09:45	188
...	...	...	...

Выдача указаний на режим работы в определенное время регулируется управляющей программой, установленной на сервере, которая, следуя своему алгоритму, выдает на сервер управления оборудованием конкретные строки с командами.

Однако сервер удаленной базы данных связан с сервером управления оборудованием не напрямую. Между ними присутствует сервер связи реального времени и автономного управления оборудованием, который может представлять собой технологическую ПЭВМ. Предназначение этого сервера состоит в синхронизации по времени работы оборудования и выдачи указаний ему. Через этот сервер возможно автономное управление оборудованием в случае отказа оборудования удаленного управления. Таким образом, порождаются две управляющие сущности: удаленный сервер управления и автономный сервер управления. Организация доступа до сервера управления оборудованием устроена так, что для него (сервера) нет разницы в командах, записанных с автономного или удаленного сервера управления: выборка управляющего узла производится в соответствии с командами диагностической программы, которая опрашивает работоспособность канала связи с удаленной базой данных.

На самом сервере управления оборудованием имеются множества сущностей — программ, представляющих собой оконечные автоматы, которые выдают команды контроллерам оборудования, тем самым осуществляя заключительную часть алгоритма управления.

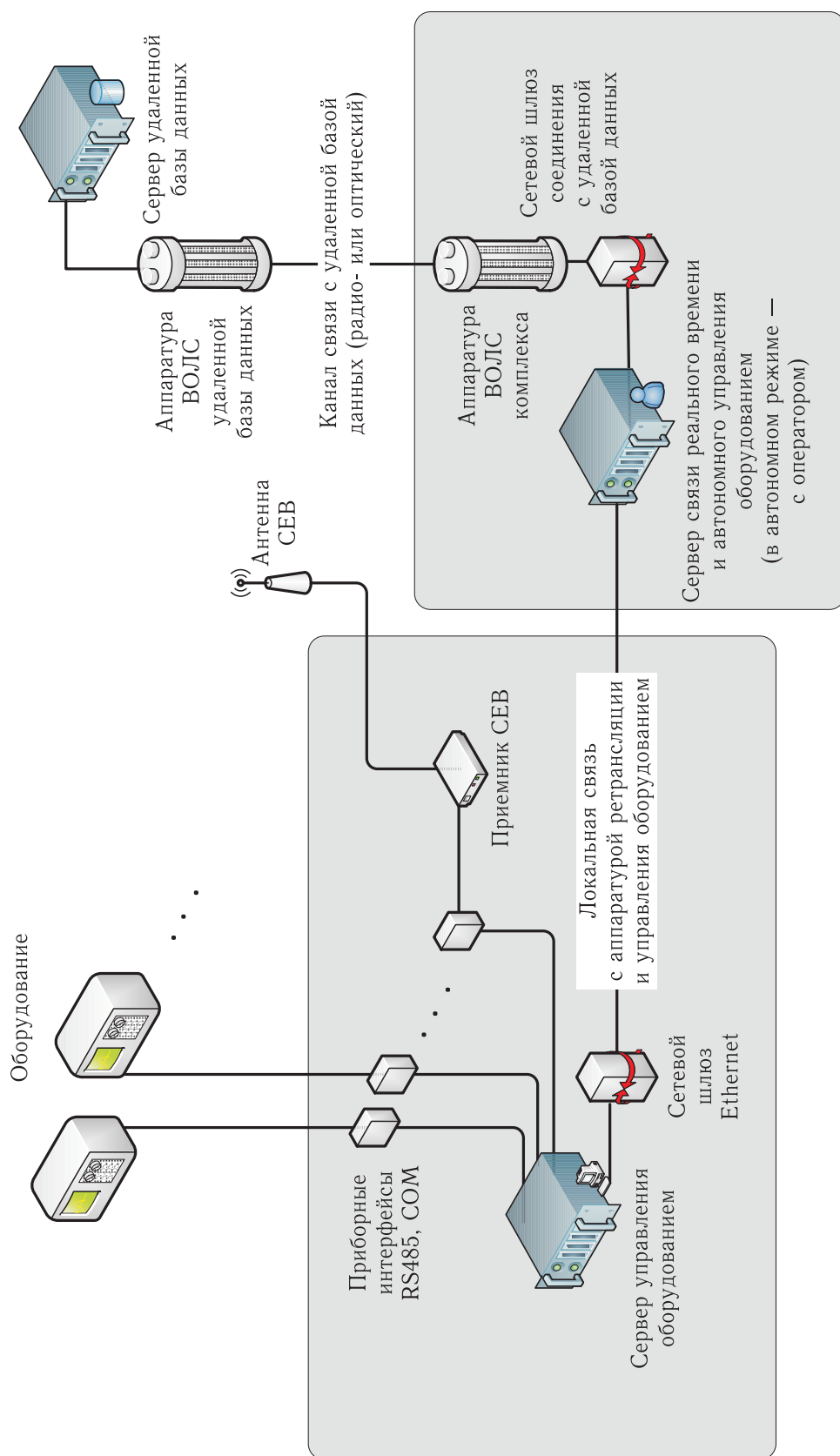


Рис. 1. Общая схема организации управления РТП

Таблица 2. Примерная таблица ответных данных

Номер режима [PK]	Исправность	Исправность 2	Результат 1	Результат 2	Результат 3	Выполнено
1	Да	Да	443	98	10	Нет
...	...	...	...	...	...	

На сервере управления оборудованием также есть БД, в которую дублируются значения таблицы высокоуровневых команд. Эти значения разбираются программой — конечным автоматом для определения выполнения самого режима и времени, в которое его надо выполнять.

Команды контроллерам содержатся в таблицах — «словарях» базы данных, находящейся на той же ПЭВМ (сервере управления оборудованием), которая и осуществляет управление. В таблице, содержащей команды контроллерам (низкоуровневые команды), содержатся также столбцы с числами, последовательность которых (от 1 до  $n$ ) представляет линейный алгоритм выполнения этих низкоуровневых команд контроллеру. Конечный автомат соотносит столбцы с номерами режимов с соответствующими строками из таблицы высокоуровневых команд. Установку переменных значений выполняет сама программа, изменяя по заданному алгоритму команды из таблиц низкоуровневых команд. Примеры низкоуровневых команд приведены в табл. 3.

Таблица 3. Таблицы низкоуровневых команд

Номер [PK]	Команда	Ответ команды	Режим 1	Режим 2	Режим ответа
1	009EA0	009EA1	null	2	1
2	100000	100001	1	1	null

В результате выполнения каждой высокоуровневой команды каждая сущность будет выдавать свою ответную информацию в виде таблицы БД (телеметрию, оцифрованные сигналы с приемников, признак выполнения/невыполнения и т. д.). Эти результаты могут сразу же передаваться в БД удаленного сервера (табл. 3).

Само оконечное управление будет осуществляться управляющей машиной (сервером управления оборудованием) через интерфейсы RS-485

в полудуплексном режиме. Контроль режима приема-передачи осуществляется автоматически UART контроллером устройства, которое являет собой физический порт RS-485.

### 3. Структура отношений сущностей к базе данных сервера управления оборудованием

Доступ к данным, содержащимся и появляющимся в базе данных сервера управления, осуществляется через авторизированное подключение сущности по уникальному логину и паролю (так называемой глобальной роли). Однако авторизация представляет собой набор достаточно жестких прав, поэтому для более тонкого варьирования ими (например, одна сущность может только читать данные конкретной таблицы, другая сущность может читать, писать и удалять их) существуют групповые роли, в каждую такую групповую роль включена одна соответствующая глобальная роль. Разграничение прав показано на рис. 2.

### 4. Достоинства и недостатки данного способа управления оборудованием

Достоинства:

1. Использование ОС МСВС решает проблему несанкционированного управления данными за счет организации мандатного доступа как на конкретной машине, так и на комплексе в целом. Этот момент является ключевым для радиотехнических комплексов, так как при заведомо неправильном управлении аппаратурой возможна вероятность ее отказа.

2. Использование СУБД Линтер-ВС 7.0 дополняет систему защиты от несанкционированного доступа, так как имеет метод авторизации `rap`.

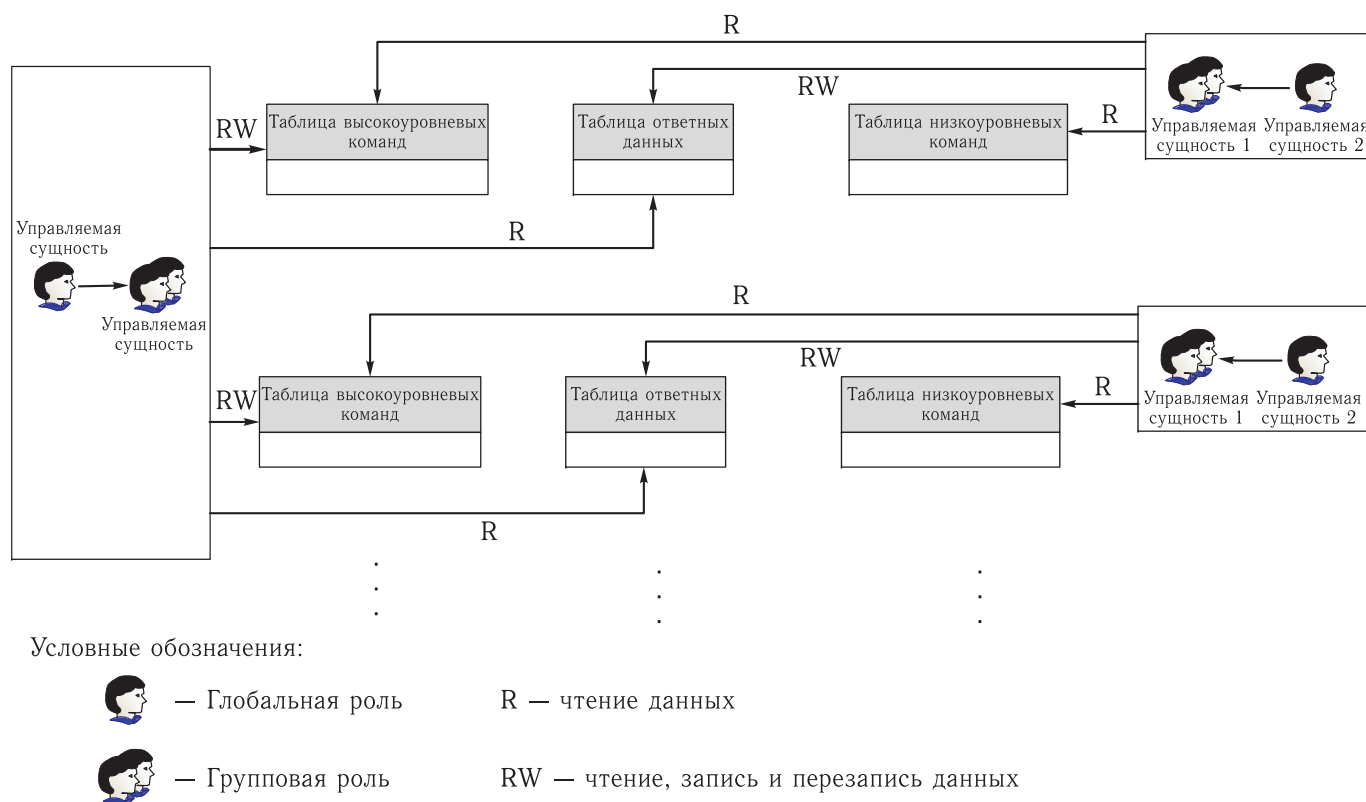


Рис. 2. Разграничение прав базы данных сервера управления оборудованием

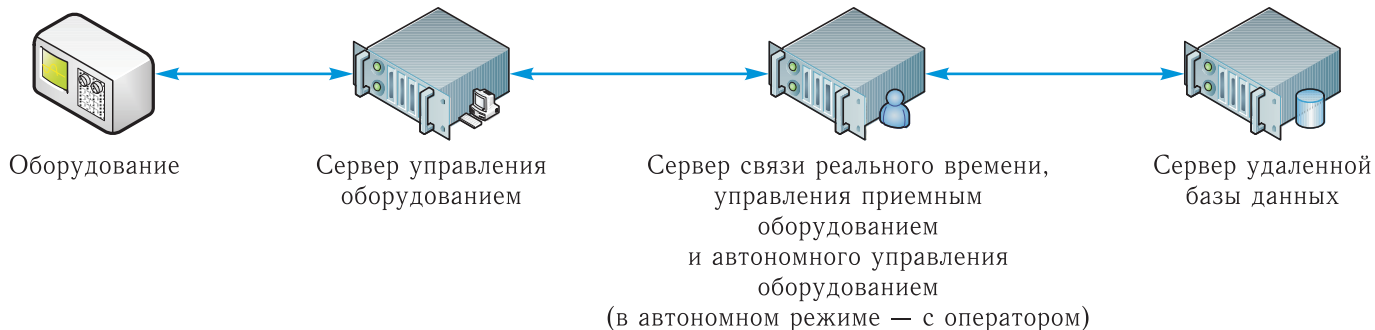


Рис. 3. Путь прохождения каждой команды

Этот метод авторизует пользователя СУБД только в том случае, если данный пользователь зарегистрирован в системе на той же машине.

3. Одним из способов организации обмена данными через устройства ввода-вывода, который реализован в системах архитектуры GNU/Linux (коей является ОС МСВС), является так называемый телетайп (TTY). Телетайп есть терминал, представляющий собой файл для стандартного ввода. Это существенно упрощает передачу

и прием данных от любых устройств на низком уровне (как раз на уровне управления контроллерами).

4. Интерфейс обмена RS-485 позволяет обмениваться данными на расстоянии до 1200 м, что является существенным плюсом, если оборудование удалено от места управления им (высокие пандусы, удаление оборудование по топологическим причинам, крупногабаритные антенны и т. д.). Кроме того, данный протокол поддерживает малые ско-

рости обмена (например, 9600 бод), что способствует передаче информации с минимальными потерями. Скорость 9600 бод является достаточной для управления аппаратурой, так как низкоуровневые команды, как правило, имеют размер не более 100 байт (как и ответные части, содержащие смысловую нагрузку).

Недостатки:

– путь прохождения каждой команды представляет собой 4 звена: Оборудование–Сервер управления оборудованием–Сервер автономного управления оборудованием–Сервер удаленной базы данных (рис. 3);

– вполне вероятно, что такое количество звеньев снижает надежность системы от сбоев. Однако проблема не является столь существенной, так как сами способы и алгоритмы управления мало загружают современные средства вычислительной техники, на которой строится система автоматизированного управления.

## 5. Заключение

Данная архитектура автоматизированных систем управления радиотехническим оборудованием (а также сложными радиотехническими комплексами) является универсальной, так как не имеет жесткой привязки к определенным типам оборудования и разнообразием стоящих перед комплексом задач. По сути, система является системой конечных автоматов и легко может быть доработана до уровня вентиляционных матриц (вместо целой ПЭВМ), что минимизирует габариты систем, а также увеличивает их надежность.

## Список литературы

1. Уорсли Дж., Дрейк Дж. PostgreSQL. Для профессионалов. СПб.: Питер, 2003. 496 с.
2. Бартунов О., Сигаев Ф. Написание расширений для PostgreSQL с использованием GiST.  
<http://www.sai.msu.su/~megega/>