

50 1190 0101

Утвержден

РУСБ.10230-02-УД

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ  
«ASTRA LINUX SPECIAL EDITION»

Описание применения

РУСБ.10230-02 31 01

Листов 37

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дцфл.	Подп. и дата

2019

Литера О<sub>1</sub>

## **АННОТАЦИЯ**

Настоящий документ является описанием применения операционной системы специального назначения «Astra Linux Special Edition» РУСБ.10230-02 (далее по тексту — ОС).

В документе описаны назначение ОС, условия ее применения, описание задачи, приведены входные и выходные данные. Также приведены сведения по получению обновлений ОС.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Назначение программы . . . . .	5
1.1. Назначение . . . . .	5
1.2. Основные характеристики . . . . .	5
1.3. Возможности . . . . .	5
2. Условия применения . . . . .	6
2.1. Требования к техническим средствам . . . . .	6
2.2. Совместимость с оборудованием . . . . .	6
2.3. Порядок эксплуатации . . . . .	6
3. Порядок обновления ОС . . . . .	7
3.1. Очередное (плановое) обновление . . . . .	7
3.2. Внеочередное (оперативное) обновление . . . . .	8
4. Описание задачи . . . . .	10
4.1. Классы решаемых задач . . . . .	10
4.1.1. Обеспечение пользовательского интерфейса . . . . .	11
4.1.2. Идентификация и аутентификация . . . . .	12
4.1.3. Организация единого пространства пользователей . . . . .	13
4.1.4. Дискреционное управление доступом . . . . .	14
4.1.5. Мандатные управление доступом и контроль целостности . . . . .	14
4.1.6. Изоляция процессов . . . . .	17
4.1.7. Регистрация событий безопасности . . . . .	17
4.1.8. Очистка оперативной и внешней памяти . . . . .	18
4.1.9. Контроль целостности . . . . .	18
4.1.10. Ограничение программной среды . . . . .	19
4.1.10.1. Замкнутая программная среда . . . . .	19
4.1.10.2. Системные ограничения и блокировки . . . . .	19
4.1.11. Маркировка документов . . . . .	20
4.1.12. Обеспечение работы в отказоустойчивом режиме . . . . .	20
4.1.13. Обеспечение надежного функционирования . . . . .	20
4.1.14. Обеспечение доступа к БД . . . . .	21
4.1.14.1. Дискреционное управление доступом в защищенной СУБД . . . . .	21
4.1.14.2. Мандатное управление доступом в защищенной СУБД . . . . .	24

4.1.14.3. Регистрация событий в защищенной СУБД . . . . .	31
4.1.15. Гипертекстовая обработка данных . . . . .	32
4.1.16. Обмен сообщениями электронной почты . . . . .	33
5. Входные и выходные данные . . . . .	34
Перечень сокращений . . . . .	35

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

### 1.1. Назначение

ОС предназначена для построения автоматизированных систем в защищенном исполнении, обрабатывающих информацию, содержащую сведения, составляющие государственную тайну с грифом не выше «совершенно секретно».

### 1.2. Основные характеристики

В состав ОС входят следующие компоненты:

- ядро ОС;
- средства установки и настройки ОС;
- системные и сервисные утилиты;
- базовые сетевые службы;
- средства организации единого пространства пользователей (ЕПП);
- программы защищенной графической подсистемы;
- средства управления программными пакетами;
- средства резервного копирования и восстановления данных;
- защищенный комплекс программ печати и учета документов;
- защищенный комплекс программ гипертекстовой обработки данных;
- защищенная система управления базами данных;
- защищенный комплекс программ электронной почты;
- пакет офисных программ.

### 1.3. Возможности

ОС предоставляет следующие возможности:

- установку и функционирование на средствах вычислительной техники на базе процессорной архитектуры MIPS (КОМДИВ), а также поддержку периферийного оборудования;
- поддержку основных сетевых протоколов (TCP/IP, DHCP, DNS, FTP, TFTP, SMTP, IMAP, HTTP, NTP, SSH, NFS, SMB);
- организацию сетевого домена с централизованным хранением учетных записей;
- поддержку отказоустойчивого режима работы;
- работу с мультимедийными данными;
- работу с реляционными БД;
- работу с электронной почтой;
- работу с гипертекстовыми данными;
- обработку текстовых документов и электронных таблиц различных форматов.

## 2. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

### 2.1. Требования к техническим средствам

Для функционирования ОС необходима следующая минимальная конфигурация оборудования:

- аппаратная платформа — микропроцессор 1890BM8Я;
- оперативная память — не менее 1 ГБ;
- объем свободного дискового пространства — не менее 10 ГБ;
- устройство чтения DVD-дисков;
- стандартный монитор SVGA.

### 2.2. Совместимость с оборудованием

Штатное, предусмотренное документацией, функционирование ОС обеспечивается только на рекомендованном изготовителем ОС совместимом оборудовании. Перечень рекомендуемого к применению оборудования, а также регламент сертификации на совместимость опубликованы на сайте [astralinux.ru](http://astralinux.ru).

### 2.3. Порядок эксплуатации

Порядок установки, настройки и эксплуатации ОС осуществляется в соответствии с эксплуатационной документацией согласно РУСБ.10230-02 20 01 «Операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition». Ведомость эксплуатационных документов».

Дополнительная информация о порядке эксплуатации, а также варианты реализации отдельных решений с использованием ОС приведены в руководствах `man`, электронной справке из состава ОС и на официальном сайте [wiki.astralinux.ru](http://wiki.astralinux.ru).

### 3. ПОРЯДОК ОБНОВЛЕНИЯ ОС

В целях реализации функций безопасности по управлению обновлениями функций СЗИ для ОС предусмотрен выпуск очередных (плановых) обновлений (новых версий) и выпуск внеочередных (оперативных) обновлений.

#### 3.1. Очередное (плановое) обновление

Очередное (плановое) обновление ОС представляет собой новую версию ОС и решает следующий комплекс задач:

- обеспечение поддержки современного оборудования;
- реализация новых функциональных возможностей программных средств (компонент) из состава ОС;
- устранение ошибок и повышение уровня защищенности;
- повышение удобства использования и управления компонентами ОС.

Лицензиаты (потребители) оповещаются о возможности и порядке получения очередного обновления ОС как с использованием контактной информации, указанной в заключенных ранее лицензионных договорах (дополнениях к лицензионным договорам), так и путем размещения соответствующей информации на сайте разработчика `astralinux.ru`.

Получение очередного обновления ОС осуществляется установленным порядком при заключении соответствующего лицензионного договора (дополнения к имеющемуся лицензионному договору).

Контроль целостности потребителями очередного обновления ОС (входной контроль) осуществляется посредством подсчета контрольных сумм DVD-дисков. Значения контрольных сумм и порядок их вычисления определены в документе РУСБ.10230-02 30 01 «Операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition». Формуляр».

Дополнительный контроль целостности файлов, входящих в состав очередного обновления ОС, осуществляется:

- регламентно — средствами контроля целостности путем вычисления и сравнения контрольных сумм файлов ОС с эталонными значениями, указанными в файле `gostsums.txt`, размещенном на установочном диске ОС, в соответствии с описанием, приведенном в документе РУСБ.10230-02 97 01-1 «Операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition». Руководство по КСЗ. Часть 1»;
- автоматически — средствами ограничения программной среды в соответствии с описанием, приведенным в документе РУСБ.10230-02 97 01-1.

Доведение очередного обновления ОС до автоматизированных систем в защищенном исполнении Министерства обороны Российской Федерации осуществляется через Главный вычислительный центр Министерства обороны Российской Федерации.

### 3.2. Внеочередное (оперативное) обновление

При получении сведений о наличии в компоненте ОС уязвимости, которая может быть использована для нарушения установленных правил разграничения доступа к информации, разработчик ОС выпускает внеочередное обновление ОС.

Внеочередное обновление ОС может быть доступно в виде:

- 1) отдельных инструкций, содержащих сведения об обязательных к проведению при эксплуатации ОС организационно-технических мероприятиях;
- 2) отдельных файлов программ, инструкций по их установке и настройке, а также информации, содержащей сведения о контрольных суммах всех файлов внеочередного обновления ОС;
- 3) пакетов программ, инструкций по их установке и настройке, а также информации, содержащей сведения о контрольных суммах всех файлов внеочередного обновления ОС;
- 4) методических указаний по настройке и особенностям эксплуатации ОС с установленным внеочередным обновлением ОС.

Лицензиаты (потребители) оповещаются о возможности и порядке получения внеочередного обновления ОС как с использованием контактной информации, указанной в заключенных ранее лицензионных договорах (дополнениях к лицензионным договорам), так и путем размещения соответствующей информации на сайте разработчика `astralinux.ru`.

Контроль целостности внеочередных обновлений ОС осуществляется с помощью контрольных сумм, рассчитанных с использованием программ подсчета контрольных сумм `gostsum` (для файлов) и `gostsum_from_deb` (для deb-пакетов) из состава ОС, а также утилиты `vimdiff` из состава ОС.

Дополнительный контроль целостности файлов, входящих в состав внеочередного обновления ОС, осуществляется:

- регламентно — средствами контроля целостности путем вычисления и сравнения контрольных сумм файлов ОС с эталонными значениями, указанными в файле `gostsums.txt`, входящем в состав внеочередного обновления ОС, в соответствии с описанием, приведенном в документе РУСБ.10230-02 97 01-1;
- автоматически — средствами ограничения программной среды в соответствии с описанием, приведенным в документе РУСБ.10230-02 97 01-1.

Источником внеочередного обновления ОС для информационных (автоматизированных) систем, находящихся в компетенции ФСТЭК России, является соответствующий раздел на официальном сайте разработчика ОС (`astralinux.ru/update`).

Доведение внеочередного обновления ОС до автоматизированных систем в защи-



щенном исполнении Министерства обороны Российской Федерации осуществляется через Главный вычислительный центр Министерства обороны Российской Федерации.

## 4. ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

Основная задача, решаемая ОС в процессе своего функционирования, — обеспечение интерфейса для доступа ПО к устройствам вычислительной системы посредством управления устройствами и вычислительными процессами и эффективного распределения вычислительных ресурсов между вычислительными процессами в соответствии с требованиями руководящих документов по обеспечению защиты информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну с грифом не выше «совершенно секретно».

### 4.1. Классы решаемых задач

Для решения основной задачи функционирования ОС она декомпозируется на следующие классы задач:

- загрузка программ в ОП и управление их выполнением;
- обеспечение многозадачного режима функционирования (одновременного выполнения множества процессов);
- распределение ресурсов вычислительной системы между процессами;
- управление распределением ОП между процессами и организация виртуальной памяти;
- обеспечение доступа к данным на энергонезависимых носителях (НЖМД, оптические диски и пр.), организованным в виде некоторой ФС;
- выполнение по запросу программ низкоуровневых операций (ввод-вывод данных, выделение и освобождение памяти, запуск и завершение программ и т. д.);
- предоставление стандартизованного доступа программ к периферийным устройствам (устройствам ввода-вывода);
- поддержка стеков сетевых протоколов;
- обеспечение многопользовательского режима работы;
- обеспечение пользовательского интерфейса (4.1.1);
- идентификация и аутентификация (4.1.2);
- организация единого пространства пользователей (ЕПП) (4.1.3);
- дискреционное управление доступом(4.1.4);
- мандатное управление доступом(4.1.5);
- организация надежных вычислений (изоляция процессов) (4.1.6);
- обеспечение взаимодействия между процессами (4.1.6);
- регистрация событий безопасности (протоколирование) (4.1.7);
- очистка оперативной и внешней памяти (4.1.8);
- контроль целостности (4.1.9);
- ограничение программной среды (4.1.10);

- маркировка документов (4.1.11);
- обеспечение работы в отказоустойчивом режиме (4.1.12);
- обеспечение надежного функционирования (4.1.13);
- обеспечение доступа к БД в соответствии с требованиями для разграничения доступа к информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну с грифом не выше «совершенно секретно» (4.1.14);
- обеспечение доступа к информации через сервер гипертекстовой обработки данных в соответствии с требованиями для разграничения доступа к информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну с грифом не выше «совершенно секретно» (4.1.15);
- обеспечение обмена сообщениями электронной почты в соответствии с требованиями для разграничения доступа к информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну с грифом не выше «совершенно секретно» (4.1.16).

#### **4.1.1. Обеспечение пользовательского интерфейса**

Решение задачи обеспечения графического пользовательского интерфейса основано на использовании системы X Window, которая имеет архитектуру «клиент-сервер». X-сервер отвечает за взаимодействие с дисплеем и устройствами ввода. Клиенты соединяются с X-сервером локально (с использованием сокетов) или удаленно (TCP/IP).

Для предотвращения реализации угроз нарушения конфиденциальности и целостности информации в обход мандатного управления доступом (4.1.5), в т. ч. с использованием механизмов «копирования-вставки» и «буксировки» (copy-paste и drag-and-drop), для переноса информации из секретного документа (окна) в несекретный в графической системе ОС реализован подход на основе полного разделения в соответствии с мандатным контекстом (сочетанием уровня и категорий). Подобный подход означает, что для каждого мандатного контекста запускается собственный X-сервер и, соответственно, графический сеанс. При графическом входе в систему пользователю предлагается в специальном диалоге выбрать мандатный контекст из доступных пользователю уровней и/или категорий. Далее графическая сессия будет выполняться в выбранном мандатном контексте. Одновременно пользователем может быть выполнено несколько входов с разными мандатными контекстами. Сессии изолированы, и передача информации между ними невозможна.

Графическая подсистема ОС все же позволяет внутри графической сессии, выполняемой в определенном мандатном контексте, запускать приложения с иным мандатным контекстом. При этом для предотвращения реализации угроз нарушения конфиденциальности и целостности информации в обход мандатного управления доступом используется специальный модуль-расширение X-сервера — XPARSEС. В модуле используется набор «перехватчиков» («hooks»), предоставляемый встроенным расширением X-сервера — XАСЕ.

При получении запросов от клиента «перехватчики» XACE передают управление и параметры в XPARSEC, который анализирует аргументы запросов и в соответствии с установленными правилами разграничения доступа разрешает или запрещает выполнение запросов клиента. В ОС мандатный контекст считывается при каждом запросе клиента.

Для обеспечения возможности работы привилегированного клиента (менеджера окон), которому необходимо выполнять некоторые запросы к X-серверу, независимо от мандатного контекста своей метки в специальном файле (`/etc/X11/trusted`) размещается информация с указанием полного пути запуска. При локальном соединении X-сервер получает PID (идентификатор процесса) клиента, определяет путь запуска и привилегии клиента. Менеджер окон может получать метки окон и на основе реализованного в ОС специального расширения X-протокола выполнять привилегированные операции.

В состав графической подсистемы ОС входит рабочий стол пользователя Fly, интегрированный с внедренными в X-сервер механизмами защиты информации и обеспечивающий отображение:

- мандатного контекста сессии в системном лотке (трей);
- мандатного уровня каждого окна;
- мандатного уровня во всех приложениях рабочего стола;
- запуска приложения с разными мандатными контекстами;
- уровня доверенности окна для локальных и удаленных приложений (в удаленном режиме будут цветная рамка, соответствующая мандатной метке, и пунктирная).

Графическая подсистема ОС готова к работе с соблюдением мандатного разграничения доступа непосредственно после установки ОС без проведения дополнительных настроек.

#### **4.1.2. Идентификация и аутентификация**

Решение задачи идентификации и аутентификации пользователей в ОС основывается на использовании механизма PAM, который представляет собой набор разделяемых библиотек (модулей), с помощью которых администратор может организовать процедуру аутентификации (подтверждение подлинности) пользователей прикладными программами. Каждый модуль реализует собственный механизм аутентификации. Изменяя набор и порядок следования модулей, можно построить сценарий аутентификации. Подобный подход позволяет изменять процедуру аутентификации без изменения исходного кода и повторного компилирования PAM. Сценарии аутентификации описываются в конфигурационных файлах.

Если ОС не настроена для работы в ЕПП (4.1.3), то аутентификация осуществляется с помощью локальной БД пользователей. При использовании ЕПП аутентификация пользователей осуществляется централизованно по протоколу Kerberos.

В ОС реализована возможность хранения аутентификационной информации пользователей, полученной с использованием хэш-функции по ГОСТ Р 34.11-94 и по ГОСТ Р 34.11-2012.

#### **4.1.3. Организация единого пространства пользователей**

Решение задачи организации ЕПП (создание домена) обеспечивает:

- сквозную аутентификацию в сети;
- централизацию хранения информации об окружении пользователей;
- централизацию хранения настроек системы защиты информации на сервере;
- интеграцию в домен защищенных серверов СУБД (4.1.14), электронной почты (4.1.16), гипертекстовой обработки данных (4.1.15) и печати (4.1.11);
- централизованную настройку правил регистрации событий безопасности в рамках домена;
- централизованный учет подключаемых устройств.

Сетевая аутентификация и централизация хранения информации об окружении пользователя подразумевает использование двух основных механизмов: поддержки кросс-платформенных серверных приложений для обеспечения безопасности NSS и PAM (см. 4.1.2).

Для реализации удаленной аутентификации используется служба каталогов LDAP в качестве источника данных для базовых системных служб на основе механизмов NSS и PAM. В результате вся служебная информация пользователей сети может располагаться на выделенном сервере в распределенной гетерогенной сетевой среде. Добавление новых сетевых пользователей в этом случае производится централизованно на сервере службы каталогов. Сетевые службы, поддерживающие возможность аутентификации пользователей, могут вместо локальных учетных записей использовать каталог LDAP. Администратор может централизованно управлять конфигурацией сети, включая разграничение доступа к сетевым службам.

Благодаря предоставлению информации LDAP в иерархической древовидной форме разграничение доступа в рамках службы каталогов LDAP может быть основано на введении доменов. В качестве домена в данном случае будет выступать поддерево службы каталогов LDAP. Служба каталогов LDAP позволяет разграничивать доступ пользователей к разным поддеревьям каталога, хотя по умолчанию в ОС реализуется схема одного домена.

Сквозная доверенная аутентификация реализуется технологией Kerberos.

Централизация хранения информации об окружении пользователей подразумевает также и централизованное хранение домашних каталогов пользователей. Для этого используется сетевая защищенная ФС CIFS.

В среде ОС пользователю поставлен в соответствие ряд атрибутов, характеризую-

щих его мандатные права. Концепция ЕПП подразумевает хранение системной информации о пользователе (включая доступные мандатные уровни и категории) централизованно. В данном случае вся информация хранится в службе каталогов LDAP.

Информация о мандатных атрибутах пользователей (4.1.5) хранится локально в соответствующих конфигурационных файлах. При изменении конфигурации системы для использования в сетевом контексте мандатные права пользователей должны переместиться вслед за окружением пользователя (идентификаторы пользователей, групп, домашние каталоги и пр.) в службу каталогов LDAP. Доступ к мандатным атрибутам пользователей осуществляется с использованием программного интерфейса подсистемы безопасности PARSEC. Данный интерфейс позволяет получить из соответствующего конфигурационного файла информацию об источнике данных для мандатных СЗИ системы. По умолчанию используются локальные текстовые файлы. При работе ОС в сетевом контексте в качестве источника данных выступает служба каталогов LDAP. Переключение контекста производится путем правки соответствующего конфигурационного файла.

Для управления ЕПП в ОС включены службы ALD и FreeIPA, которые отличаются уровнями развертывания и масштабирования. Они базируются на технологиях LDAP, Kerberos и Samba, предоставляют графические интерфейсы управления и администрирования и автоматизированную настройку всех необходимых файлов конфигурации входящих в них служб.

#### **4.1.4. Дискреционное управление доступом**

В ОС механизм дискреционного управления доступом обеспечивает проверку дискреционных ПРД, формируемых в виде базовых ПРД ОС семейства Linux, формируемых в виде идентификаторов субъектов (идентификатор пользователя (UID) и идентификатор группы (GID), имеющих доступ к объекту (чтение, запись, исполнение). Кроме того, для формирования дискреционных ПРД в ОС используются списки контроля доступа (ACL) и механизм системных привилегий ОС семейства Linux.

В состав ОС входят защищенные комплексы программ: СУБД, электронной почты и гипертекстовой обработки данных.

В защищенных комплексах программ электронной почты и гипертекстовой обработки данных защищаемыми объектами являются объекты ФС. Таким образом, дискреционное управление доступом к ним обеспечивается так же, как и к прочим объектам ФС.

#### **4.1.5. Мандатные управление доступом и контроль целостности**

Решение задач мандатного управления доступом процессов к ресурсам и мандатного контроля целостности основано на реализации соответствующих механизмов в ядре ОС.

Принятие решения о запрете или разрешении доступа субъекта к объекту принимает-

ся на основе типа операции (чтение/запись/исполнение), мандатного контекста безопасности субъекта и мандатной метки объекта.

Механизм мандатного управления доступом затрагивает следующие подсистемы:

- механизмы IPC;
- стек TCP/IP (IPv4);
- ФС Ext2/Ext3/Ext4;
- сетевые ФС CIFS;
- ФС proc, tmpfs.

Мандатная метка состоит из классификационной меткой (определяется уровнем и категориями) и уровня целостности (категорий целостности). Описание применения метки приведено в РУСБ.10230-02 97 01-1.

ОС позволяет использовать 256 значений для иерархических уровней конфиденциальности (целые числа от 0 до 255) и 64 различных неиерархических категорий (представленных в виде разрядов битовой маски).

В ОС используется решетка уровней целостности (аналог решетки неиерархических категорий) в диапазоне значений от 0 до 255. Этот диапазон содержит набор несравнимых между собой уровней целостности (например, 1=0b00000001, 2=0b00000010, 4=0b00000100, 8=0b00001000, 16=0b00010000, 32=0b00100000, 64=0b01000000, 128=0b10000000), которые могут быть задействованы для системных сервисов (например, уровень целостности 8 зарезервирован для графического сервера Xorg). При установке ОС по умолчанию предлагается максимальный уровень целостности 63 (в двоичной системе 0b00111111), минимальный уровень всегда 0. Максимальными уровнями целостности в системе могут быть числа, у которых битовая маска включает битовые маски всех остальных используемых уровней целостности в системе (например, 63=0b00111111, 127=0b01111111, 191=0b10111111 и 255=0b11111111).

Система Linux-привилегий ОС, предназначенная для передачи отдельным пользователям прав выполнения определенных административных действий, расширена PARSEC-привилегиями. Данные привилегии относятся к системе PARSEC и обеспечивают работу с механизмом мандатного управление доступом.

PARSEC-привилегии наследуются процессами от своих «родителей». Процессы, запущенные от имени суперпользователя, независимо от наличия у них привилегий, имеют возможность осуществлять все перечисленные привилегированные действия. Перечень и описание PARSEC-привилегий приведены в РУСБ.10230-02 97 01-1.

В качестве основной сетевой ФС используется CIFS, которая является расширением SMB и поддерживает атрибуты ФС UNIX и имеет ограниченную поддержку расширенных атрибутов. Данная ФС широко распространена и работает в гетерогенных сетях (поддерживается многими ОС), а также поддерживает аутентификацию средствами PAM и Kerberos

(см. 4.1.2).

Взаимодействие при помощи сетевого протокола IPv4 осуществляется через программный интерфейс объектов доступа, являющихся элементами межпроцессного и сетевого взаимодействия (например, сетевых сокетов), которые обеспечивают обмен данными между процессами в рамках одной или нескольких ОС, объединенных в локальную вычислительную сеть.

Для поддержки мандатного контроля доступа в сетевые пакеты протокола IPv4 внедряются классификационные метки. Порядок присвоения классификационных меток и их формат соответствует национальному стандарту ГОСТ Р «Защита информации. Управление потоками информации в информационной системе. Формат классификационных меток». Прием сетевых пакетов подчиняется мандатным ПРД. Следует отметить, что метка сокета может иметь тип, позволяющий создавать сетевые сервисы, принимающие соединения с любыми уровнями секретности.

При необходимости для обеспечения целостности заголовка IP-пакетов, содержащего классификационную метку, допускается применение программного средства OpenVPN. Описание использования OpenVPN приведено в документе РУСБ.10230-02 95 01-1 «Операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition». Руководство администратора. Часть 1».

Отсутствие метки на объекте доступа эквивалентно нулевой мандатной метке. Таким образом, ядро ОС, в которой все объекты и субъекты доступа имеют уровень секретности «несекретно», функционирует аналогично стандартному ядру ОС Linux.

Для ряда сетевых сервисов (сервера LDAP, DNS, Kerberos и т. д.) необходимо обеспечить возможность их работы с клиентами, имеющими разный мандатный контекст безопасности, без внесения изменений в исходные тексты сервиса.

Обеспечение мандатного управления доступом в защищенных комплексах программ гипертекстовой обработки данных (см. 4.1.15) и электронной почты (см. 4.1.16) реализовано на основе программного интерфейса библиотек подсистемы безопасности PARSEC. На серверах комплексов программ гипертекстовой обработки данных и электронной почты при обработке запросов на соединение выполняется получение мандатного контекста соединения, унаследованного от субъекта (процесса). Сокет сервера, ожидающий входящих запросов на соединение, работает в контексте процесса, имеющего привилегию для приема соединений с любыми уровнями секретности.

После установки соединения и успешного прохождения процедуры идентификации и аутентификации пользователя процесс сервера, обрабатывающий запросы пользователя, переключается в контекст безопасности пользователя, сбрасывает привилегии, обрабатывает запросы пользователя и завершается.



В комплексе программ гипертекстовой обработки данных пользователь получает доступ к ресурсам, являющимся объектами ФС. Комплекс программ электронной почты использует технологию maildir, обеспечивающую хранение почтовых сообщений в виде отдельных объектов ФС. Создаваемые файлы почтовых сообщений маркируются мандатными метками, унаследованными от процесса-создателя. Таким образом, в обоих комплексах программ ресурсы, к которым осуществляется доступ от имени серверных процессов, обрабатывающих запросы пользователей, являются объектами ФС. Следовательно, доступ к защищаемым ресурсам при приеме и обработке запросов пользователей в процессе функционирования серверов комплексов программ гипертекстовой обработки данных и электронной почты подчиняется мандатным ПРД.

#### **4.1.6. Изоляция процессов**

Решение задачи изоляции адресных пространств процессов основано на архитектуре ядра ОС, которое обеспечивает для каждого процесса в системе собственное изолированное адресное пространство. Данный механизм изоляции основан на страничном механизме защиты памяти, а также механизме трансляции виртуального адреса в физический, поддерживаемый модулем управления памятью. Одни и те же виртуальные адреса (с которыми и работает процессор) преобразуются в разные физические для разных адресных пространств. Процесс не может несанкционированным образом получить доступ к пространству другого процесса, т. к. непривилегированный пользовательский процесс лишен возможности работать с физической памятью напрямую.

Механизм разделяемой памяти является санкционированным способом получить нескольким процессам доступ к одному и тому же участку памяти и находиться под контролем дискреционных и мандатных ПРД (см. 4.1.4 и 4.1.5).

Адресное пространство ядра защищено от прямого воздействия пользовательских процессов с использованием механизма страничной защиты. Страницы пространства ядра являются привилегированными и доступ к ним из непривилегированного кода вызывает исключение процессора, которое обрабатывается корректным образом ядром ОС. Единственным санкционированным способом доступа к ядру ОС из пользовательской программы является механизм системных вызовов, который гарантирует возможность выполнения пользователем только санкционированных действий.

#### **4.1.7. Регистрация событий безопасности**

В ОС реализована расширенная подсистема протоколирования, осуществляющая регистрацию событий в двоичные файлы с использованием сервиса `parlogd`.

В библиотеках подсистемы безопасности PARSEC реализован программный интерфейс для протоколирования событий с использованием расширенной подсистемы протоко-

лирования. Данный программный интерфейс применен для регистрации событий в СУБД PostgreSQL (4.1.14.3).

#### **4.1.8. Очистка оперативной и внешней памяти**

Решение задачи очистки ОП основано на архитектуре ядра ОС, которое гарантирует, что обычный непривилегированный процесс не получит данные чужого процесса, если это явно не разрешено ПРД. Это означает, что средства взаимодействия между процессами контролируются с помощью ПРД, и процесс не может получить неочищенную память (как оперативную, так и дисковую).

Решение задачи очистки памяти на внешних носителях основано на реализации механизма, который очищает неиспользуемые блоки ФС непосредственно при их освобождении. Работа названного механизма снижает скорость выполнения операций удаления и усечения размера файла. Механизм является настраиваемым и позволяет обеспечить работу ФС ОС (Ext2/Ext3/Ext4) в одном из следующих режимов:

- данные любых удаляемых/урезаемых файлов в пределах заданной ФС предварительно очищаются маскирующей последовательностью;
- данные ФС освобождаются обычным образом (без предварительного маскирования).

Режим работы ФС может быть выбран администратором ОС и задан в виде параметра монтирования ФС.

Кроме того, в ОС реализован механизм включения очистки активных разделов страничного обмена.

#### **4.1.9. Контроль целостности**

Решение задач контроля целостности основано на использовании библиотеки `libgost`, в которой реализованы функции хэширования в соответствии с ГОСТ Р 34.11-94, ГОСТ Р 34.11-2012 с длиной хэш-кода 256 бит и ГОСТ Р 34.11-2012 с длиной хэш-кода 512 бит. Данная библиотека используется в средствах контроля целостности дистрибутива и средствах контроля целостности ФС.

Контроль целостности дистрибутива обеспечивается методом расчета его контрольной суммы и сравнения полученного значения с эталонным значением контрольной суммы.

Контроль целостности ОС, прикладного ПО и СЗИ обеспечивается набором программных средств, который предоставляет возможность периодического (с использованием системного планировщика заданий `cron`) вычисления контрольных сумм файлов и соответствующих им атрибутов с последующим сравнением вычисленных значений с эталонными. В указанном наборе программных средств реализовано использование библиотеки `libgost` и контроль целостности связанных с файлами атрибутов расширенной подсистемы.

мы безопасности PARSEC (мандатных атрибутов и атрибутов расширенной подсистемы протоколирования).

#### **4.1.10. Ограничение программной среды**

##### **4.1.10.1. Замкнутая программная среда**

Инструменты замкнутой программной среды (ЗПС) предоставляют возможность внедрения цифровой подписи в исполняемые файлы формата ELF, входящие в состав устанавливаемого СПО, и в расширенные атрибуты файловой системы.

Механизм контроля целостности исполняемых файлов и разделяемых библиотек формата ELF при запуске программы на выполнение реализован в модуле ядра ОС `digsig_verif`, который является не выгружаемым модулем ядра Linux и может функционировать в одном из следующих режимов:

- 1) исполняемым файлам и разделяемым библиотекам с неверной ЭЦП, а также без ЭЦП загрузка на исполнение запрещается (штатный режим функционирования);
- 2) исполняемым файлам и разделяемым библиотекам с неверной ЭЦП, а также без ЭЦП загрузка на исполнение разрешается, при этом выдается сообщение об ошибке проверки ЭЦП (режим для проверки ЭЦП в СПО);
- 3) ЭЦП при загрузке исполняемых файлов и разделяемых библиотек не проверяется (отладочный режим для тестирования СПО).

Механизм контроля целостности файлов при их открытии на основе ЭЦП в расширенных атрибутах файловой системы также реализован в модуле ядра ОС `digsig_verif` и может функционировать в одном из следующих режимов:

- 1) запрещается открытие файлов, поставленных на контроль, с неверной ЭЦП или без ЭЦП;
- 2) открытие файлов, поставленных на контроль, с неверной ЭЦП или без ЭЦП разрешается, при этом выдается сообщение об ошибке проверки ЭЦП (режим для проверки ЭЦП в расширенных атрибутах файловой системы);
- 3) ЭЦП при открытии файлов не проверяется.

##### **4.1.10.2. Системные ограничения и блокировки**

Дополнительно в ОС реализованы механизмы, позволяющие устанавливать следующие ограничения и блокировки:

- 1) системные ограничений, заданные в файле `/etc/security/limits.conf`;
- 2) запрет установки бита исполнения;
- 3) блокировка консоли для пользователей;
- 4) блокировка интерпретаторов;
- 5) блокировка макросов;
- 6) блокировка трассировки `ptrace`;

7) блокировка клавиш SysRq.

Описание управления системными ограничениями и блокировками приведено в РУСБ.10230-02 95 01-1

#### **4.1.11. Маркировка документов**

Решение задачи маркировки документов при выводе на печать основано на использовании в ОС защищенного сервера печати CUPS, который обеспечивает маркировку выводимых на печать документов. Мандатные атрибуты автоматически связываются с заданием для печати на основе мандатного контекста получаемого сетевого соединения. Вывод на печать документов без маркировки субъектами доступа, работающими в ненулевом мандатном контексте, невозможен.

Для разрешения серверу CUPS обрабатывать задания печати, формируемые в ненулевом мандатном контексте, необходимо от имени администратора выполнить определенные действия, определяющие возможный мандатный контекст, в котором могут формироваться задания для печати на конкретном принтере.

Маркировка документов осуществляется на основе следующих модифицируемых файлов шаблонов:

- файл шаблона, содержащий информацию об атрибутах маркировки и их положении на странице при печати документа;
- файл шаблона, содержащий информацию об атрибутах маркировки оборота последнего листа документа и их положении на странице при печати пяти и менее экземпляров документа;
- файл шаблона, содержащий информацию об атрибутах маркировки оборота последнего листа документа и их положении на странице при печати более пяти экземпляров документа.

#### **4.1.12. Обеспечение работы в отказоустойчивом режиме**

Функционал ОС поддерживает создание кластерной файловой системы с обеспечением ее отказоустойчивости (отказоустойчивый кластер). Для создания отказоустойчивого кластера используются пакеты Pacemaker, Corosync и Keepalived. В отказоустойчивом кластере и отказоустойчивой распределенной файловой системе при выходе из строя одного из серверов сохраняется доступность сервисов и информации.

Более подробная информация приведена в документе РУСБ.10230-02 95 01-1.

#### **4.1.13. Обеспечение надежного функционирования**

Для решения задачи обеспечения надежного функционирования в ОС реализованы средства резервного копирования и восстановления после сбоев и отказов оборудования.

Средства обеспечения надежного функционирования предоставляют следующие

ВОЗМОЖНОСТИ:

- автоматическое выполнение в процессе перезагрузки после сбоя программы проверки и восстановления ФС;
- резервное копирование и восстановление ОС;
- резервное копирование и восстановление СУБД.

Более подробная информация приведена в документах РУСБ.10230-02 95 01-1 и РУСБ.10230-02 97 01-1.

#### **4.1.14. Обеспечение доступа к БД**

Решение задачи обеспечения доступа к БД основано на использовании защищенного комплекса программ СУБД на основе объектно-реляционной СУБД PostgreSQL, в котором на низком уровне данные хранятся в отношениях (таблицах, видах), и доступ к данным разграничивается в понятиях реляционной СУБД.

Данные в реляционной БД хранятся в отношениях (таблицах), состоящих из строк и столбцов. При этом единицей хранения и доступа к данным является строка, состоящая из полей, идентифицируемых именами столбцов. Кроме таблиц, существуют другие типы объектов БД (виды, процедуры и пр.), которые предоставляют доступ к данным, хранящимся в таблицах.

Таким образом, в защищенном комплексе программ СУБД определены типы объектов, с каждым из которых ассоциируется определенный набор типов доступа (возможных операций). Для каждого объекта явно задается список разрешенных для каждого из поименованных субъектов БД (пользователей, групп или ролей) ACL. И в дальнейшем при разборе запроса к БД осуществляется проверка возможности предоставления доступа субъекта к объекту типа, соответствующего запросу.

##### **4.1.14.1. Дискреционное управление доступом в защищенной СУБД**

В общем случае отдельная строка таблицы не является однозначно идентифицируемым объектом (каждая строка идентифицируется только набором содержимого своих полей, но без специальных действий, например, создания первичного ключа или физического уникального идентификатора строки в БД, такая идентификация не является уникальной), и соответственно дискреционные ПРД к ней применены быть не могут. Столбцы могут являться объектами дискреционного управления доступом, поскольку могут быть однозначно идентифицированы по составному имени объекта и столбца (имя столбца внутри объекта является уникальным).

В рамках дискреционных ПРД определены следующие операции над таблицами и хранящимися в них данными:

- SELECT — чтение данных из таблицы;
- INSERT — вставка новых данных в таблицу;

- DELETE — удаление некоторых/всех данных в таблице;
- UPDATE — изменение данных в таблице;
- REFERENCES — использование данных таблицы для внешних ключей;
- TRIGGER — создание и назначение для таблицы триггеров;
- TRUNCATE — очистка таблицы (удаление всех данных).

Для объектов «вид» (способ организации предварительно подготовленных запросов) определены следующие операции:

- SELECT — чтение данных из вида;
- INSERT — вставка новых данных в вид;
- DELETE — удаление некоторых/всех данных в виде;
- UPDATE — изменение данных в виде.

Для объектов «последовательность» (способ получения уникальных значений — счетчик) определены следующие операции:

- SELECT — чтение значения счетчика;
- UPDATE — установка значения счетчика;
- USAGE — выполнение функций манипулирования счетчиком.

Для объектов «база данных» (способ организации области данных, содержащих все остальные объекты, определенные в СУБД) определены следующие операции:

- CREATE — создание БД;
- CONNECT — установка соединения с БД;
- TEMPORARY/TEMP — создание временных таблиц в БД.

Для объектов «функция» (программный код манипулирования данными на сервере) определена операция EXECUTE (выполнение функции).

Для объектов «язык» (язык написания функций на сервере) определена операция USAGE (использование языка для написания функций).

Для объектов «схема» (способ организации объектов в пределах отдельной БД) определены следующие операции:

- CREATE — создание объектов в указанной схеме;
- USAGE — использование объектов указанной схемы.

Для объектов «табличное пространство» (способ организации БД в ФС ОС) определена операция CREATE (создание объектов в указанном табличном пространстве).

Для контроля выполнения всех перечисленных операций дискреционных ПРД существуют соответствующие права доступа. Право на предоставление прав доступа к объектам не может быть предоставлено другим пользователям и доступно только администратору СУБД (при соответствующих настройках сервера может быть предоставлено и владельцу объекта).

Кроме рассмотренных (делегируемых) прав доступа, существует ряд прав, которые всегда принадлежат владельцам объектов и администраторам СУБД. Эти права не могут быть делегированы или отменены средствами СУБД. К таким правам относятся: удаление и модификация объекта и назначение пользователям делегируемых прав доступа к объектам.

Сразу же после создания объекта только его владелец и администраторы СУБД могут использовать его каким-либо образом. Для того чтобы с этим объектом могли работать другие пользователи, владелец объекта или администратор СУБД должен явно предоставить им соответствующие дискреционные права доступа.

Модификация метаданных возникает каждый раз при изменении структуры БД, что включает в себя создание, модификацию и удаление объектов БД.

Разграничение доступа к перечисленным операциям на уровне СУБД так же реализуется применением дискреционных ПРД. Для этого используется право владения объектом, право на создание объектов. Право владения объектом предоставляет владельцу объекта возможность модифицировать и удалять объект. Как правило, владельцем является создатель объекта или администратор ОС (администратор СУБД). Право на создание (CREATE) существует к объектам БД, являющихся контейнерами для других объектов, а именно: непосредственно сама БД, схема, табличное пространство.

При выполнении любого запроса пользователя (субъекта БД) к защищаемому ресурсу (объекту БД) выполняется дискреционное управление доступом на основе установленных пользователю прав. Для каждой выполняемой операции производится проверка наличия права у пользователя на выполнение данной конкретной операции.

Дискреционные ПРД применяются после разбора запроса пользователя и построения плана его выполнения.

Дискреционные ПРД к столбцам объекта применяются только при отсутствии явного разрешения на доступ к самой таблице. Таким образом, права доступа к объекту являются доминирующими. При этом при отсутствии явно заданных прав на объект нельзя сказать определенно о предоставлении доступа до тех пор, пока не будут проверены права на столбцы объекта.

В СУБД PostgreSQL параметр конфигурации `ac_enable_trusted_owner` позволяет администратору запретить владельцам объектов передавать права на доступ к ним другим пользователям СУБД. В случае установки значения этой переменной конфигурации в `FALSE` распределение прав доступа к объектам БД разрешено только администраторам СУБД.

Параметр конфигурации `ac_enable_truncate` позволяет администратору запретить владельцам объектов и любым пользователям, обладающим соответствующим правом `TRUNCATE`, выполнять удаление всех записей из таблиц. В случае установки значения

этой переменной конфигурации в `FALSE`, выполнение команды `TRUNCATE` запрещено всем пользователям.

#### **4.1.14.2. Мандатное управление доступом в защищенной СУБД**

В основе механизма мандатного управления доступом лежит управление доступом к защищаемым ресурсам БД на основе иерархических и не иерархических меток доступа. Это позволяет реализовать многоуровневую защиту с обеспечением разграничения доступа пользователей к защищаемым ресурсам БД и управление потоками информации. В качестве иерархических и не иерархических меток доступа при использовании СУБД в ОС используются метки конфиденциальности или метки безопасности ОС.

СУБД PostgreSQL не имеет собственного механизма назначения, хранения и модификации меток пользователей и использует для этого механизмы ОС.

В реляционной модели в качестве структуры, обладающей меткой, необходимо выбрать кортеж, поскольку именно на этом уровне детализации осуществляются операции чтения-записи информации в СУБД. При этом местом хранения метки может быть выбран только сам кортеж, так метка будет неразрывно связана с данными, содержащимися в кортеже. Кроме этого, метка также может быть определена для таких объектов БД, к которым применимы виды доступа на чтение-запись данных, а именно таблицы и виды. В этом случае метки объектов располагаются в записи системной таблицы, непосредственно описывающей защищаемый объект. Так как мандатный контроль доступа может быть определен только для видов доступа на чтение и на запись информации, все множество операций с данными в защищаемых объектах приводится к ним следующим образом:

- `INSERT` — доступ на запись;
- `UPDATE`, `DELETE` — последовательное выполнение доступа на чтение и запись информации;
- `SELECT` — доступ на чтение.

При обращении пользователя к БД определяются его допустимый диапазон меток и набор специальных мандатных атрибутов. Если пользователю не присвоена метка, то он получает по умолчанию нулевую метку, соответствующую минимальному уровню доступа. Максимальная метка определяется по метке, заданной при регистрации пользователя в ОС. Сервер БД также может работать на разных уровнях доступа. В случае если метка пользователя выше метки сервера, то пользователю будут разрешены только операции чтения. Текущая метка пользователя определяется по установленному соединению и может быть задана в пределах его допустимого диапазона мандатных атрибутов при наличии соответствующей привилегии.

Применение мандатных ПРД осуществляется на уровне доступа к объектам БД и на уровне доступа непосредственно к данным (на уровне записей).



Проверка мандатных прав доступа к таблицам и видам осуществляется одновременно с проверкой дискреционных прав доступа к ним, после разбора и построения плана запроса, непосредственно перед его выполнением, когда определены все необходимые для проверки данные и проверяемые объекты. Таким образом, доступ предоставляется только при одновременном санкционировании дискреционным ПРД.

Проверка мандатных прав доступа к записям таблиц осуществляется в процессе выполнения запроса при последовательном или индексном сканировании данных.

Все записи, помещаемые в таблицы, для которых установлена защита на уровне записей, наследуют текущую метку пользователя. Обновляемые записи сохраняют свою метку при изменении. Доступ к существующим записям и возможность их обновления и удаления определяются установленными мандатными правилами.

Для администратора СУБД предусмотрены системные привилегии игнорирования мандатного управления доступом. Только таким образом можно производить регламентные работы с БД (например, восстановление резервной копии), т. к. это требует установки меток данных, сохраненных ранее.

В связи с тем, что в PostgreSQL объектами защиты являются столбцы, выполнена реализация мандатных ПРД для столбцов объектов. В этом случае метки столбцов объектов также располагаются в записи соответствующей системной таблицы, непосредственно описывающей защищаемый столбец. Мандатные ПРД столбцов и самого объекта не могут быть применены одновременно. Режим применения мандатных ПРД только к самому объекту или только к его столбцам может быть задан для каждого объекта в отдельности. Защита на уровне записей может использоваться в любом случае.

В ОС каждый пользователь может иметь множество меток, которое задается минимальной и максимальной метками диапазона. Чтобы поддержать эту модель в СУБД PostgreSQL, каждой сессии пользователя назначается три метки: максимальная, минимальная и текущая. Их начальная инициализация осуществляется по следующему алгоритму:

- после прохождения пользователем стандартной процедуры аутентификации сервер считывает из ОС значения максимальной и минимальной меток пользователя и принимает их как максимальную и минимальную метки сессии. При этом если запись о метках для пользователя не найдена, то максимальная и минимальная метки принимаются равными нулю. Следовательно, пользователи, зарегистрированные только на сервере СУБД PostgreSQL и не имеющие учетной записи на сервере ОС, всегда имеют минимальный уровень доступа к информации;
- если параметр конфигурации `ac_ignore_socket_maclabel` установлен в `FALSE`, считывается метка входящего соединения, и, если она попадает в диапазон меток, считанных из ОС, то максимальная метка сессии устанавливается равной метке

входящего соединения. При этом если минимальная метка такого пользователя в ОС сервера выше метки входящего соединения, то он вообще не будет допущен к работе с БД;

- если параметр конфигурации `ac_ignore_server_maclabel` установлен в `FALSE`, то считывается метка серверного процесса и, если она не совместима с максимальной меткой сессии, то процесс аутентификации прерывается;
- текущей меткой сессии становится максимальная метка сформированного таким образом диапазона.

Если на любом из этих этапов возникает ситуация с несовместимостью меток или выходом за пределы диапазона, то процесс аутентификации клиента прерывается и доступ к БД блокируется.

Если пользователь имеет мандатный атрибут `ac_capable_setmac`, то он может изменять свою текущую мандатную метку в диапазоне от минимальной до максимальной.

СУБД PostgreSQL предоставляет пользователям возможность создавать функции (и, следовательно, триггеры), указывая при этом, будут ли они выполняться с уровнем доступа пользователя, прямо или косвенно вызвавшего функцию (`SECURITY INVOKER`), или с уровнем доступа пользователя, создавшего эту функцию (`SECURITY DEFINER`). При этом в понятие «уровня доступа» входят как дискреционный уровень доступа, так и мандатный, который в данном случае определяется текущими мандатными атрибутами пользователя СУБД, вызвавшего или создавшего функцию, соответственно. При этом метки текущей сессии пользователя, вызвавшего функцию, не изменяются.

Следует учитывать, что:

- при определении функции как `SECURITY DEFINER` она будет всегда вызываться с переустановкой мандатных атрибутов на атрибуты создавшего ее пользователя;
- при определении функции как `SECURITY INVOKER` она всегда будет выполняться без изменения текущего значения мандатных атрибутов;
- при вызове функции в качестве триггера выполняются следующие правила в дополнение к указанным:
  - перед вызовом в качестве триггера встроенной в СУБД функции к текущим мандатным атрибутам всегда добавляются флаги `ac_capable_ignmaclvl` и `ac_capable_ignmaccat`, чтобы обеспечить полноценную проверку ссылочной целостности БД;
  - перед вызовом в качестве триггера не встроенной функции в качестве текущих мандатных атрибутов всегда устанавливаются мандатные атрибуты пользователя, запустившего данную сессию (соединение) (т. е. пользователя с именем `SESSION_USER`). Это необходимо, чтобы предотвратить получение функцией-

триггером пользователя с низким уровнем доступа высоких привилегий в случае каскадного вызова триггеров.

После возврата управления из функции значения текущих мандатных атрибутов всегда восстанавливаются в исходные (до вызова функции) значения.

Функции, написанные на языках низкого уровня, после их подключения имеют полный доступ ко всем внутренним структурам сервера СУБД PostgreSQL и могут произвольно их модифицировать. Кроме этого, поскольку они выполняются в рамках процесса сервера, они имеют соответствующие права доступа к объектам ОС в среде функционирования сервера. Именно поэтому права пользователя `postgres`, под которым запускается сервер, необходимо свести к необходимому минимуму, минуя какой-либо контроль с его стороны (включая текущие мандатные атрибуты).

При наличии мандатных меток на сам объект, его столбец и непосредственно строку возможны следующие варианты использования мандатных ПРД (на примере таблиц):

- метки отсутствуют — мандатные ПРД не применяются. В этом случае метка объекта не установлена, метки столбцов не установлены, а сам объект создан без защиты строк. СУБД функционирует в штатном режиме защиты с использованием только дискреционных ПРД;
- метками защищаются только записи. Метка объекта не установлена, метки столбцов не установлены, а сам объект создан с защитой строк. Дискреционные ПРД применяются перед выполнением запроса. Мандатные ПРД применяются только на уровне записей. Создание записей разрешено всем субъектам, при этом записи наследуют метку субъекта. Операции чтения и модификации осуществляются над множествами записей, доступных субъекту по мандатным ПРД. Проверка мандатных ПРД осуществляется после успешного применения дискреционных ПРД, нарушение безопасности не возникает;
- метками защищается только объект. Метка объекта установлена, метки столбцов не установлены, а сам объект создан без защиты строк. Мандатные ПРД применяются только на уровне объекта, все данные, содержащиеся в объекте, рассматриваются как имеющие метку объекта. Создание записей разрешено субъектам с метками, над которыми доминирует метка объекта, при этом записи наследуют метку субъекта. Операции чтения и модификации осуществляются по мандатным ПРД к объекту. Мандатные ПРД применяются только в случае успешной проверки дискреционных ПРД, которые к столбцам объекта применяются только при отсутствии явного разрешения на доступ к самой таблице;
- метками защищается объект и его записи. Метка объекта установлена, метки столбцов не установлены, а сам объект создан с защитой строк. Аналогично преды-

дущему варианту создание записей разрешено субъектам с метками, над которыми доминирует метка объекта, при этом записи наследуют метку субъекта. Мандатные ПРД применяются как на уровне объекта, так и на уровне записей. Операции модификации возможны только над данными, имеющими метку, равную метке таблицы; - метками защищаются столбцы объекта. Метка объекта не установлена, метки столбцов установлены, а сам объект создан без защиты строк. При этом мандатные ПРД применяются на уровне столбцов. Субъект может читать из столбцов, над метками которых доминирует его метка, вставлять данные в столбцы, чьи метки доминируют над его, и модифицировать те, чьи метки равны его. Операции удаления невозможны при наличии разных меток на столбцы, т.к. операция применяется ко всей строке. Это связано с тем, что операция удаления интерпретируется как последовательное предоставление доступа на чтение и на запись, что возможно только при равенстве меток субъекта и объекта. В случае, когда столбцы имеют разные метки, данное условие выполниться не может. Операция удаления доступна только для администратора и пользователей, обладающих привилегиями игнорирования мандатного управления доступом;

- метками защищаются столбцы и записи объекта. В этом случае метка объекта не установлена, метки столбцов установлены, а сам объект создан с защитой строк. При этом мандатные ПРД применяются как на уровне столбцов, так и на уровне записей. Субъект может вставлять данные в столбцы, чьи метки доминируют над его, при этом записи наследуют метку субъекта. Операции чтения и модификации осуществляются над множеством записей, доступных субъекту по мандатным ПРД на записи, и только по столбцам, доступных по мандатным ПРД на столбцы.

Поскольку в процессе работы с данными в СУБД возможно изменение организации их хранения путем изменения схемы объектов БД (метаданных), к подобным операциям также применяются ПРД.

Модификация метаданных возникает каждый раз при изменении структуры БД, что включает в себя создание, модификацию и удаление объектов БД.

Так как некоторые действия над объектами БД могут влиять на хранящиеся в них данных (как правило, модификация или удаление объекта или его части), при использовании мандатного управления доступом к данным объекта необходимо разграничивать и доступ к изменению метаданных в части, относящейся к этому объекту.

Аналогично операциям с данными действия с объектами БД должны быть приведены к видам доступа на чтение и на запись информации для возможности применения к ним мандатных ПРД. Все множество операций с метаданными может быть приведено следующим образом:

- CREATE, ADD — доступ на запись;
- ALTER, DROP — последовательное выполнение доступа на чтение и запись информации;
- использование или обращение к объекту в других SQL-командах — доступ на чтение.

Проверка мандатных прав доступа к метаданным осуществляется одновременно с проверкой дискреционных прав доступа к ним, после разбора и построения плана запроса, непосредственно перед его выполнением, когда определены все необходимые для проверки данные и проверяемые объекты. Таким образом, доступ предоставляется только при одновременном санкционировании дискреционным ПРД.

Некоторые операции над объектами, такие как DROP всего объекта или его столбца и TRUNCATE, влекут за собой удаление данных. В случае защиты метками записей объекта существуют ограничения на выполнение этих операций.

Операции удаления невозможны при наличии разных меток на записях, т. к. операция применяется ко множеству строк. Это связано с тем, что операция удаления интерпретируется как последовательное предоставление доступа на чтение и на запись, что возможно только при равенстве меток субъекта и объекта. В случае, когда строки имеют разные метки, данное условие выполниться не может.

Операция удаления доступна только для администратора и пользователей, обладающих привилегиями игнорирования мандатного управления доступом.

Для настройки работы сервера с мандатным управлением доступом существует ряд конфигурационных параметров, указываемых в конфигурационном файле конкретного кластера данных:

- `ac_ignore_socket_maclabel` — определяет, будет ли сервер СУБД использовать метку входящего соединения. Если этот параметр установлен в `FALSE`, то метка входящего соединения будет учитываться при определении максимальной доступной метки сессии и после подключения будет доступна только информация с меткой не выше метки входящего соединения. При установке этого параметра в `TRUE` метки сеанса будут определяться максимальной меткой пользователя, полученной из ОС;
- `ac_ignore_server_maclabel` — определяет, будет ли сервер СУБД дополнительно использовать свою метку (метку пользователя `postgres`) при определении прав пользователя на внесение, удаление и модификацию данных или нет. Если этот параметр установлен в `FALSE`, то метка сервера используется для блокирования внесения в БД информации с меткой, превышающей метку сервера. Если этот параметр установлен в `TRUE`, то метка сервера не учитывается;
- `ac_enable_trusted_owner` — определяет, могут ли владельцы объектов назна-

чать права на доступ к ним другим пользователям. Если этот параметр установлен в значение `FALSE`, то право назначать права на доступ к любым объектам БД имеет только администратор. Это предотвращает неконтролируемое распространение прав на доступ к информации. Если этот параметр установлен в `TRUE`, то, кроме администратора, каждый владелец объекта может назначать права на доступ пользователей к «своему» объекту;

- `ac_enable_truncate` — блокирует (значение `FALSE`) или разблокирует (значение `TRUE`) возможность выполнения команды `TRUNCATE`;
- `ac_enable_sequence_mac` — если параметр конфигурации установлен в `FALSE`, то мандатный принцип контроля доступа на последовательности не применяется;
- `ac_enable_copy_to_file` — блокирует (значение `FALSE`) или разблокирует (`TRUE`) возможность выполнения команды `COPY` с выводом результатов в файл, доступный серверу СУБД;
- `ac_debug_print` — если установлен в `TRUE`, добавляет в журнал сервера отладочную информацию о работе механизмов защиты.

Система привилегий СУБД PostgreSQL предназначена для передачи отдельным пользователям прав выполнения определенных административных действий. Обычный пользователь системы не имеет дополнительных привилегий.

Привилегии являются подклассом атрибутов пользователя СУБД PostgreSQL.

Привилегии ОС, используемые в СУБД PostgreSQL, кроме атрибута `ac_session_maclabel`, не могут быть изменены с помощью средств СУБД ни пользователями, ни администраторами СУБД:

- `ac_session_maclabel` — текущая мандатная метка сессии пользователя СУБД. Эта метка определяет доступные пользователю объекты БД и является меткой по умолчанию для создаваемых пользователем объектов. При соединении пользователя с СУБД значение этого атрибута устанавливается равным метки соединения или `ac_user_max_maclabel`;
- `ac_user_max_maclabel` — максимально возможное значение для `ac_session_maclabel`;
- `ac_user_min_maclabel` — минимально возможное значение для `ac_session_maclabel`;
- `ac_capable_ignmaclvl` — позволяет пользователю игнорировать мандатный контроль по уровням;
- `ac_capable_ignmaccat` — позволяет пользователю игнорировать мандатный контроль по категориям;
- `ac_capable_mac_readsearch` — позволяет пользователю игнорировать мандат-

ный контроль по уровням и категориям при чтении данных;

- `ac_capable_setmac` — позволяет пользователю изменять текущую метку своей сессии в пределах, заданных ее минимальным и максимальным значением;
- `ac_capable_chmac` — позволяет пользователю изменять метки объектов БД.

В случае, если пользователь СУБД не зарегистрирован в ОС на стороне сервера СУБД, все его мандатные атрибуты имеют нулевое значение. Администраторам СУБД дополнительно к их атрибутам из ОС всегда добавляются атрибуты `ac_capable_ignmaclvl`, `ac_capable_ignmaccat` и `ac_capable_chmac`.

#### **4.1.14.3. Регистрация событий в защищенной СУБД**

Решение задачи регистрации событий в защищенной СУБД обеспечивается на основе использования реализованной в ОС расширенной подсистемы протоколирования (см. 4.1.7). Настройка подсистемы регистрации событий в защищенной СУБД обеспечивается конфигурационным файлом `pg_audit.conf` конкретного кластера данных.

В этом конфигурационном файле можно задать списки успешных (`success events mask`) и неуспешных (`failure events mask`) типов запросов на доступ, которые будут регистрироваться в журнале СУБД и подсистеме аудита ОС для отдельных пользователей и по умолчанию. Списки типов запросов на доступ задаются в виде шестнадцатеричных чисел, в которых каждому типу запроса соответствует установленный (для регистрируемых запросов) или сброшенный (для не регистрируемых запросов) бит:

- на добавление/изменение/удаление пользователей и групп (`SUBJECT`) соответствует нулевой бит (шестнадцатеричное значение — 1);
- на изменение конфигурации, влияющей на доступ к данным (запрос на изменение значения переменной `ac_session_maclabel`) (`CONFIGURATION`), соответствует первый бит (шестнадцатеричное значение — 2);
- на изменение прав доступа к объектам БД (`RIGHTS`) соответствует второй бит (шестнадцатеричное значение — 4);
- на выборку информации из БД (`SELECT`) соответствует четвертый бит (шестнадцатеричное значение — 10);
- на добавление информации в БД (`INSERT`) соответствует пятый бит (шестнадцатеричное значение — 20);
- на изменение информации в БД (`UPDATE`) соответствует шестой бит (шестнадцатеричное значение — 40);
- на удаление информации из БД (`DELETE`) соответствует седьмой бит (шестнадцатеричное значение — 80);
- на очистку данных (`TRUNCATE`) соответствует восьмой бит (шестнадцатеричное значение — 100);

- на задание колонки таблицы в качестве внешнего ключа (REFERENCES) соответствует десятый бит (шестнадцатеричное значение — 400);
- на добавление триггера к таблице (TRIGGER) соответствует одиннадцатый бит (шестнадцатеричное значение — 800);
- на запуск хранимой процедуры или триггера (EXECUTE) соответствует двенадцатый бит (шестнадцатеричное значение — 1000);
- на использование объекта БД (USAGE) соответствует тринадцатый бит (шестнадцатеричное значение — 2000);
- на создание объектов в БД (CREATE) соответствует шестнадцатый бит (шестнадцатеричное значение — 10000);
- на создание временных объектов в БД (CREATE) соответствует семнадцатый бит (шестнадцатеричное значение — 20000);
- на удаление объектов БД (DROP) соответствует восемнадцатый бит (шестнадцатеричное значение — 40000);
- на изменение объекта БД (ALTER) соответствует девятнадцатый бит (шестнадцатеричное значение — 80000).

Информация о соединении пользователей с БД (CONNECT) и разъединении с ней (DISCONNECT) регистрируется всегда.

#### **4.1.15. Гипертекстовая обработка данных**

Решение задачи гипертекстовой обработки данных основано на использовании защищенного комплекса программ гипертекстовой обработки данных, который включает web-сервер Apache2 и браузер Mozilla Firefox, доработанные для интеграции с ядром ОС и базовыми библиотеками с целью обеспечения мандатного управления доступом при организации удаленного доступа к информационным ресурсам в информационных и управляющих системах, в которых осуществляется хранение, обработка и передача конфиденциальной информации и информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну.

Web-сервер защищенного комплекса программ гипертекстовой обработки запускается как сервис ОС. При обслуживании запросов пользователей осуществляется переключение в мандатный контекст безопасности пользователя. Информационные ресурсы, к которым осуществляется доступ, хранятся как объекты ФС. Таким образом, доступ к защищаемой информации разграничивается средствами расширенной подсистемы безопасности PARSEC.

В защищенном комплексе программ гипертекстовой обработки обеспечено функционирование в ЕПП (см. 4.1.3).



#### **4.1.16. Обмен сообщениями электронной почты**

Решение задачи обмена сообщениями электронной почты основано на использовании защищенного комплекса программ электронной почты, который включает сервер электронной почты, состоящий из агента передачи электронной почты Exim4, агента доставки электронной почты Dovecot и клиента электронной почты Mozilla Thunderbird, доработанных для реализации следующих дополнительных функциональных возможностей:

- интеграции с ядром ОС и базовыми библиотеками для обеспечения мандатного управления доступом к почтовым сообщениям, хранящимся с использованием формата Maildir;
- автоматической маркировки создаваемых пользователем почтовых сообщений, с использованием текущего мандатного контекста пользователя.

Агент передачи электронной почты использует протокол SMTP и обеспечивает решение следующих задач:

- доставку исходящей почты от авторизованных клиентов до сервера, который является целевым для обработки почтового домена получателя;
- прием и обработку почтовых сообщений доменов, для которых он является целевым;
- передачу входящих почтовых сообщений для обработки агентом доставки электронной почты.

Агент доставки электронной почты Dovecot предназначен для решения задач по обслуживанию почтового каталога и предоставления удаленного доступа к почтовому ящику по протоколу IMAP.

Сервер защищенного комплекса программ электронной почты использует в качестве формата почтового хранилища MailDir, т.к. формат mailbox не поддерживает работу с мандатными уровнями и категориями, отличными от нуля.

Клиент электронной почты — прикладное ПО, устанавливаемое на рабочем месте пользователя и предназначенное для получения, написания, отправки и хранения сообщений электронной почты пользователя.

В защищенном комплексе программ электронной почты обеспечено функционирование в ЕПП (см. 4.1.3).

## 5. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

5.1. Входными данными для ОС являются:

- обращение субъектов доступа (процессов и команд СУБД) к защищаемым именованным объектам доступа — файлам (программам, библиотекам, файлам с пользовательской и служебной информацией), каталогам, специальным файлам (устройствам, ссылкам, каналам FIFO и т. п.), БД и их элементам (таблицам, записям, полям записей, триггерам и т. п.), а также средствам IPC (портам, сокетами, семафорам);
- атрибуты, определяющие полномочия субъектов доступа и правила разграничения доступа к объектам доступа.

5.2. Выходными данными для ОС является результат использования субъектом доступа защищаемого объекта, предоставленного ему в соответствии с установленными ПРД. К таким результатам могут относиться: запуск программы, редактирование файла, создание сокетов, добавление данных в БД и т. п.

**ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ**

- БД — база данных
- ЕПП — единое пространство пользователей
- НЖМД — накопитель на жестком магнитном диске
- ОП — оперативная память
- ОС — операционная система
- ПО — программное обеспечение
- ПРД — правила разграничения доступом
- СЗИ — средства защиты информации
- СУБД — система управления базами данных
- ФС — файловая система
- 
- ACL — Access Control List (список контроля доступа)
- ALD — Astra Linux Directory (единое пространство пользователей)
- CIFS — Common Internet File System (общий протокол доступа к файлам Интернет)
- DHCP — Dynamic Host Configuration Protocol (протокол динамической конфигурации хоста)
- DNS — Domain Name System (система доменных имен)
- FIFO — First-In, First-Out (первым пришел — первым обслужен — дисциплина очереди)
- FTP — File Transfer Protocol (протокол передачи файлов)
- GID — Group Identifier (идентификатор группы)
- HTTP — HyperText Transfer Protocol (протокол передачи гипертекста)
- IP — Internet Protocol (межсетевой протокол)
- IPC — InterProcess Communication (межпроцессное взаимодействие)
- IMAP — Internet Message Access Protocol (протокол доступа к сообщениям в сети Интернет)
- LDAP — Lightweight Directory Access Protocol (легковесный протокол доступа к сервисам каталогов)
- NFS — Network File System (сетевая файловая система)
- NTP — Network Time Protocol (протокол сетевого времени)
- NSS — Name Service Switch (диспетчер службы имен)
- PAM — Pluggable Authentication Modules (подключаемые модули аутентификации)
- PID — Process Identifier (идентификатор процесса)
- SMB — Server Message Block (блок сообщений сервера)
- SMTP — Simple Mail Transfer Protocol (простой протокол электронной почты)
- SSH — Secure Shell Protocol (протокол защищенной передачи информации)
- TCP — Transmission Control Protocol (протокол управления передачей данных)

TFTP — Trivial File Transfer Protocol (простейший протокол передачи файлов)

UID — User Identifier (идентификатор пользователя)

