Базы данных

Лекция 03 – Архитектура СУБД

Преподаватель: Поденок Леонид Петрович, 505а-5

+375 17 293 8039 (505а-5)
+375 17 320 7402 (ОИПИ НАНБ)
prep@lsi.bas-net.by

ftp://student:2ok*uK2@Rwox@lsi.bas-net.by

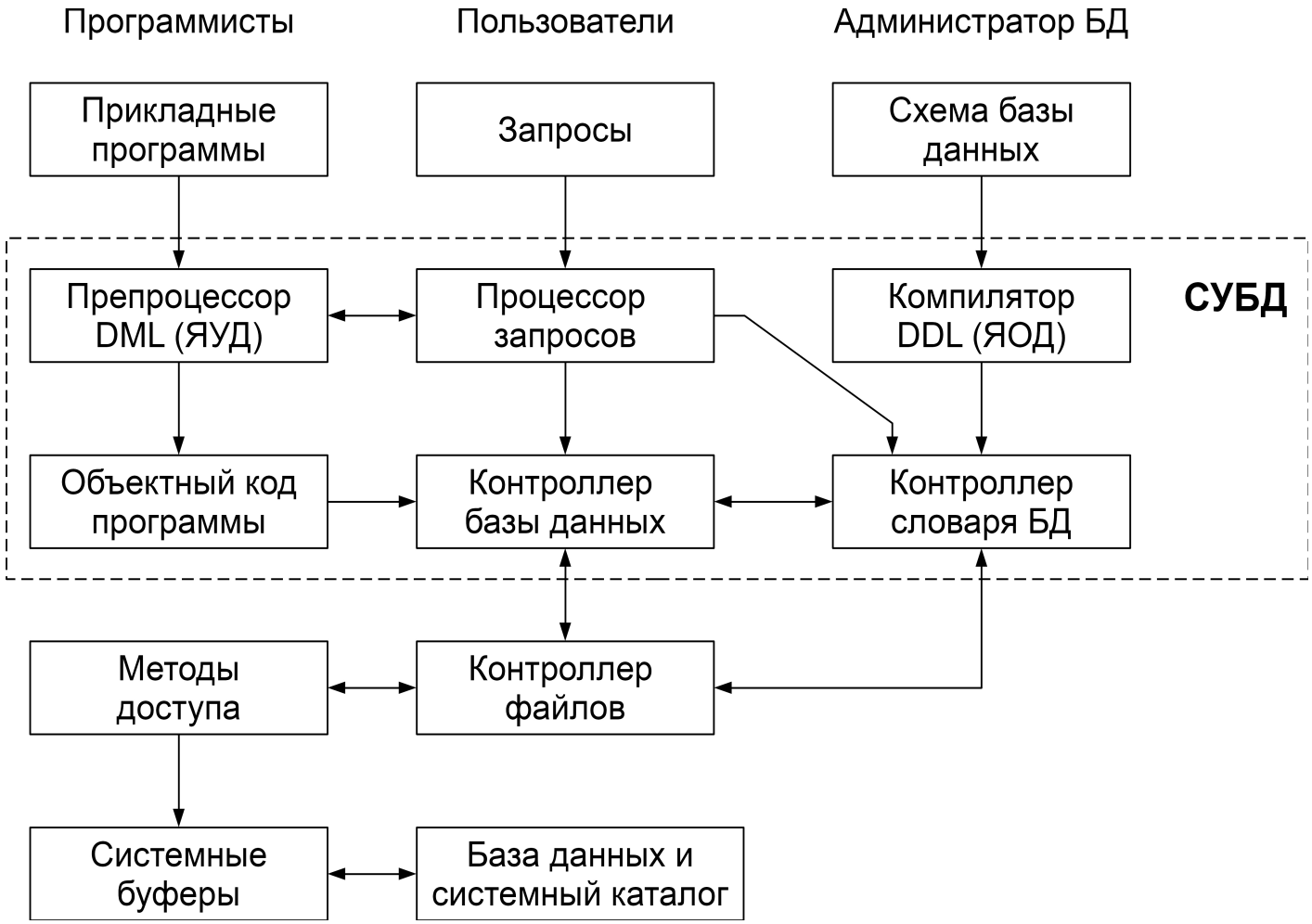
Кафедра ЭВМ, 2023

2023.09.15

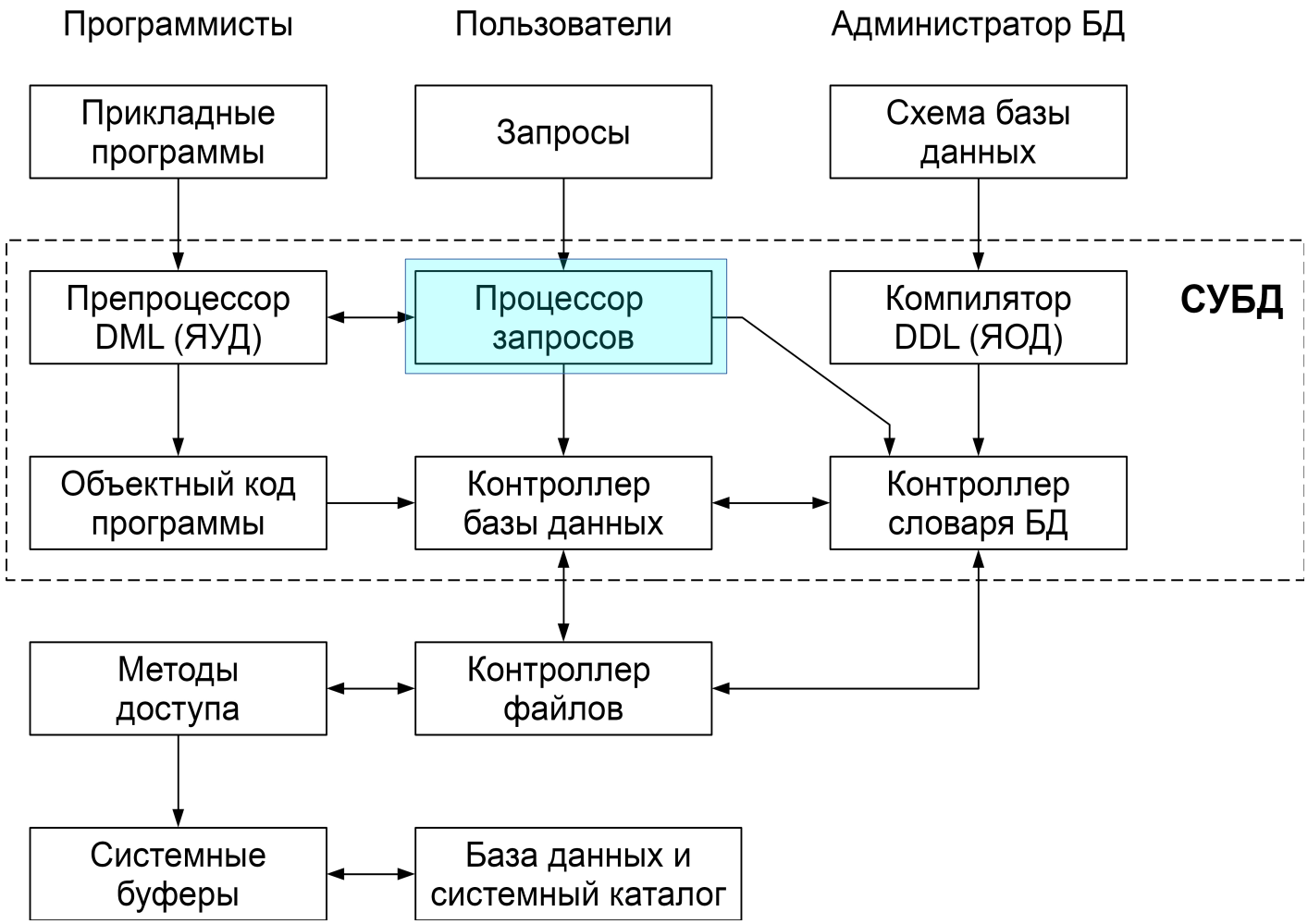
Оглавление

Компоненты СУБД

СУБД состоит из программных компонентов (модулей), каждый модуль выполняет одну специфическую операцию (часть операций может поддерживаться операционной системой, но только базовые и контролируемые СУБД (как надстройкой над ОС)).



Процессор запросов – основной компонент СУБД – преобразует запросы в последовательность низкоуровневых инструкций для контроллера базы данных;



Контроллер базы данных – принимает запросы, проверяет внешние и концептуальные схемы для определения тех концептуальных записей, которые необходимы для выполнения запроса.

В запрос входят обычно следующие основные компоненты:

контроль прав доступа;

процессор команд;

средства контроля целостности;

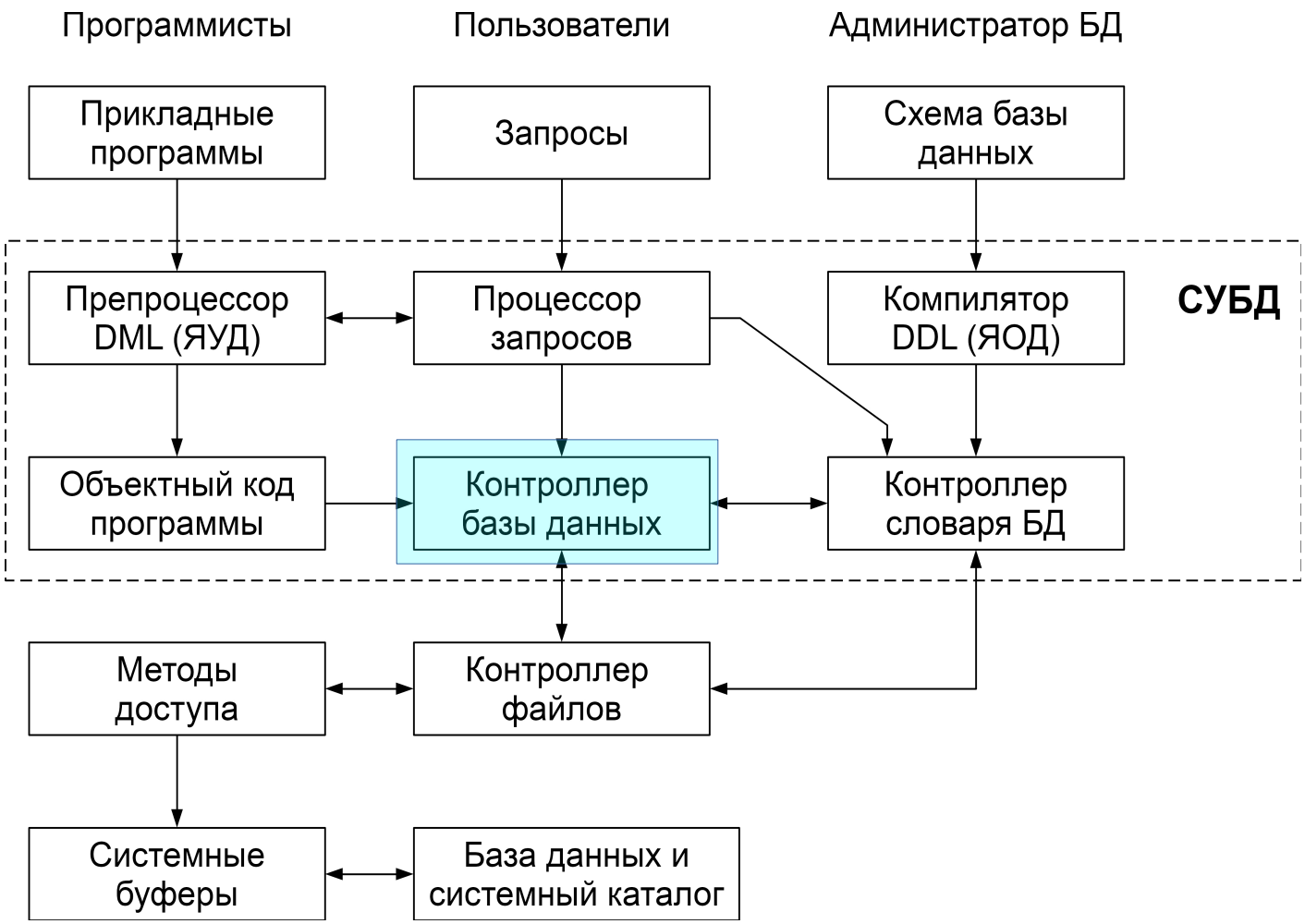
оптимизатор запросов;

контроллер транзакций;

планировщик;

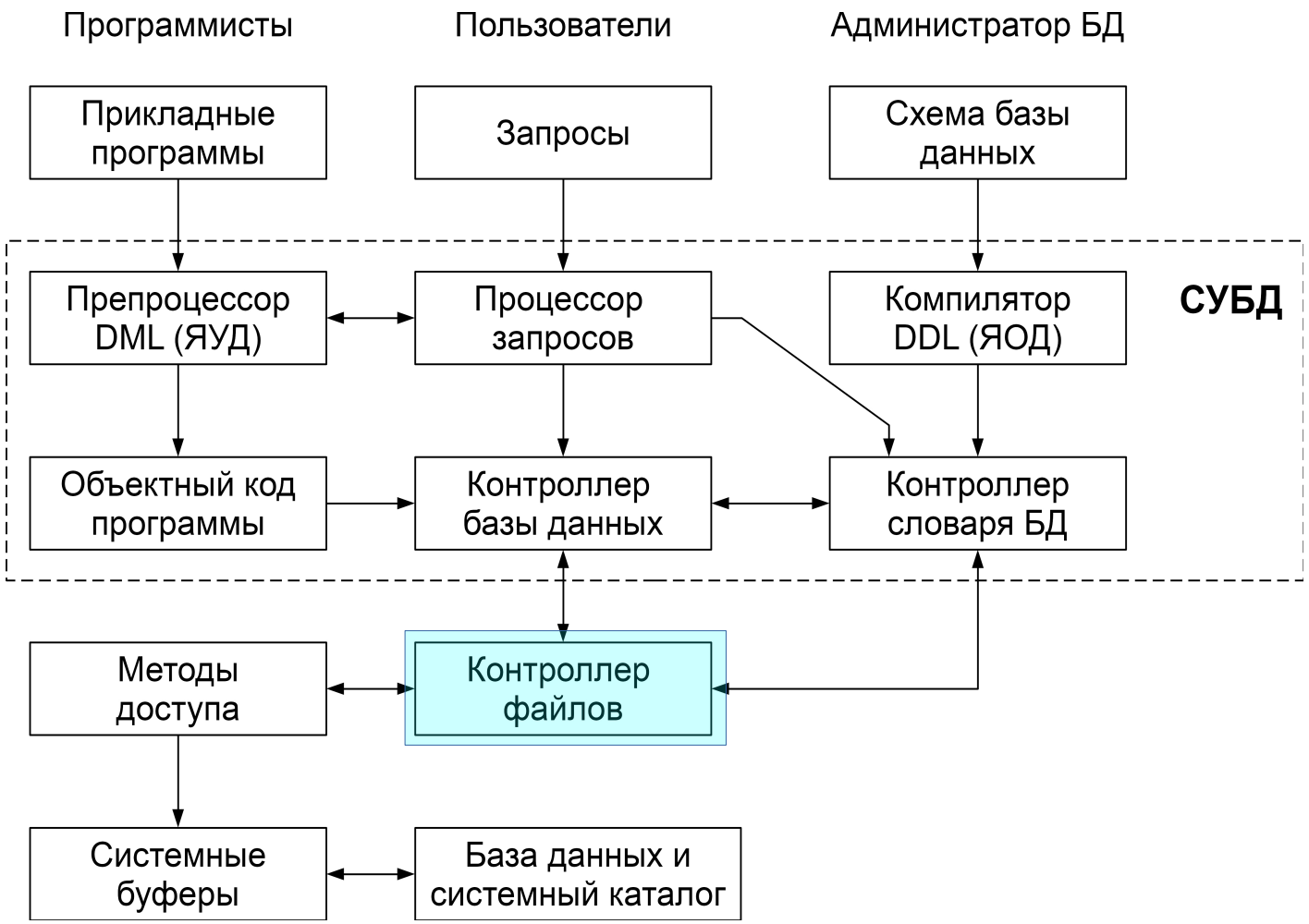
контроллер восстановления;

контроллер буферов (память-диск);



Контроллер файлов – манипулирует файлами БД.

Создает и поддерживает список структур и индексов, определенных во внутренней схеме, но не управляет вводом-выводом данных непосредственно, а лишь передает запросы соответствующим методам доступа, которые обмениваются данными между системными буферами и диском;



Препроцессор языка DML – взаимодействует с процессором запросов и преобразует внедренные в прикладные программы DML-операторы в вызовы стандартных функций базового языка.

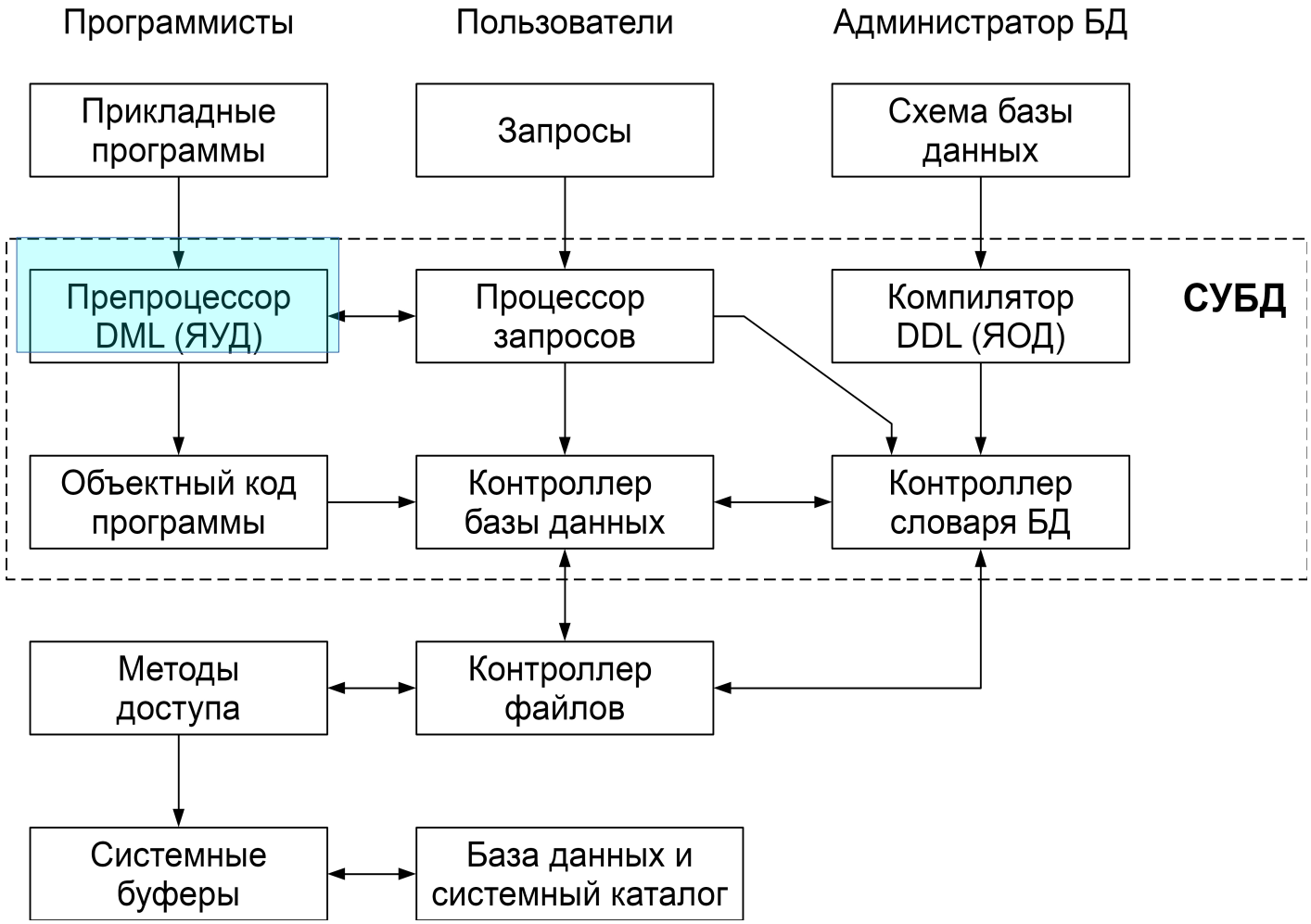
DML (Data Manipulation Language) – язык, содержащий набор операторов для поддержки основных операций манипулирования содержащимися в базе данными:

- вставка;
- модификация;
- извлечение данных
- удаление данных.

DML может быть двух типов:

процедурный – указывает, как можно получить результат оператора DML. Обычно оперирует данными по одной записи;

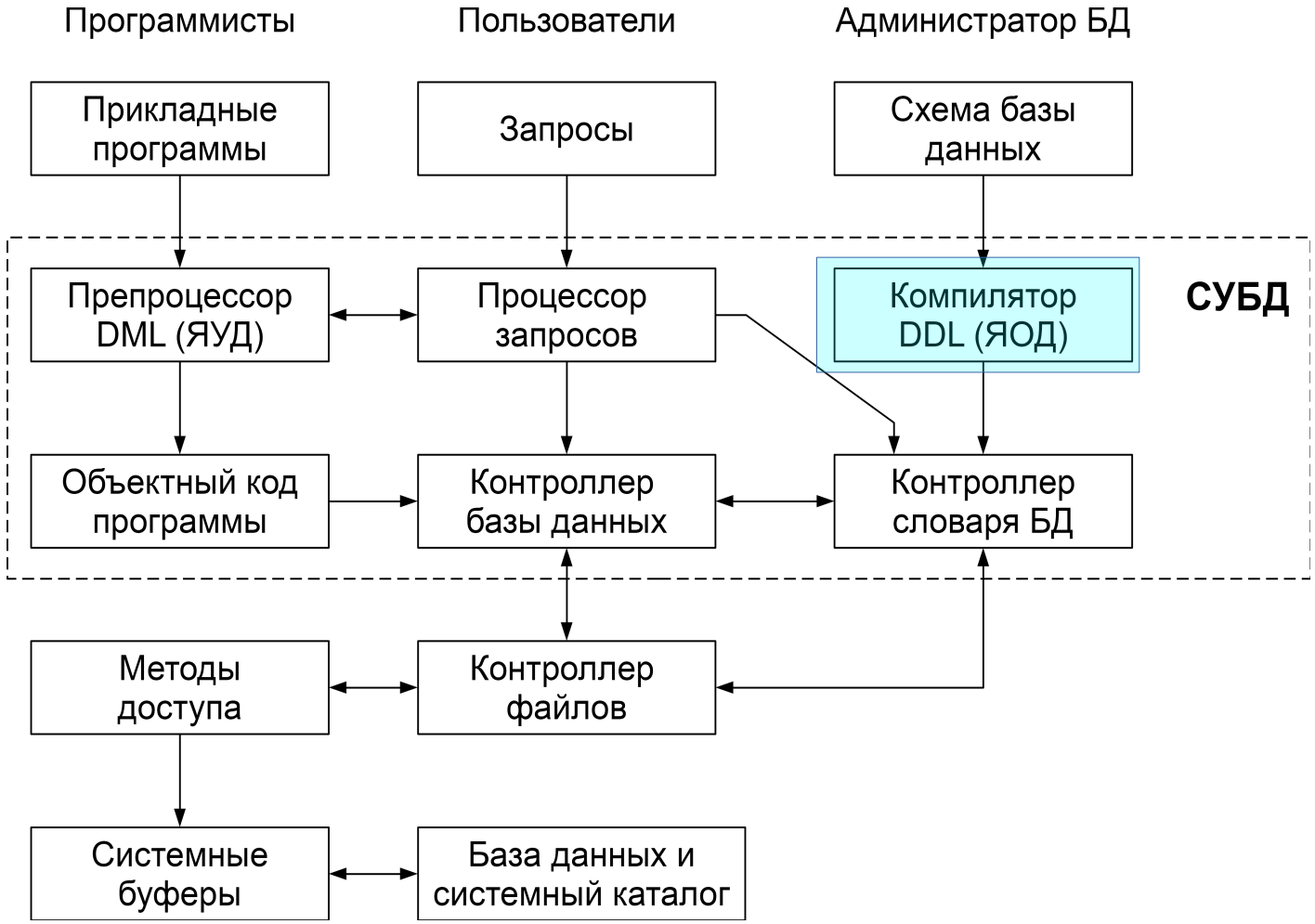
непроцедурный – описывает, какой результат будет получен. Обычно оперирует наборами записей (SQL).



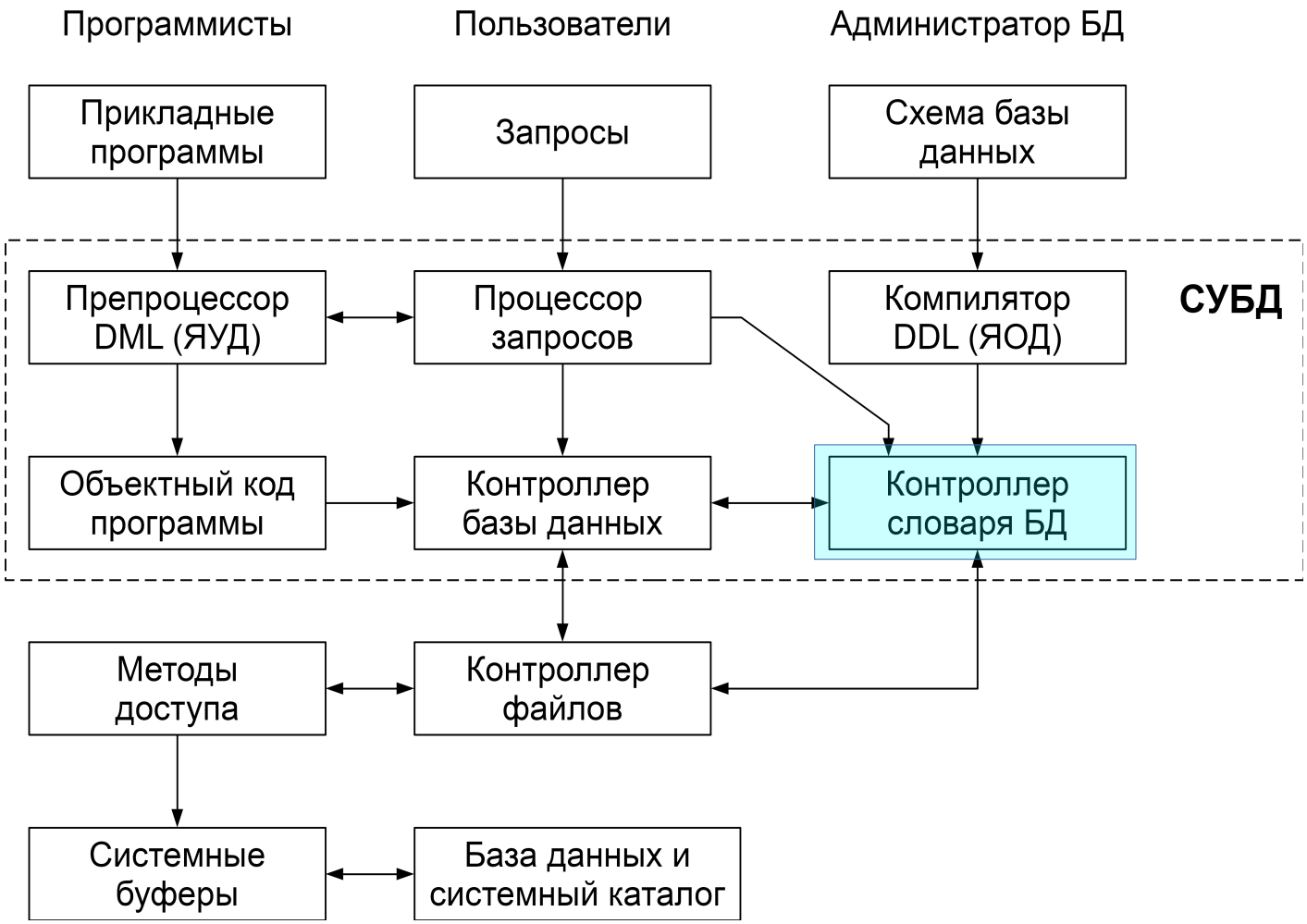
Компилятор языка DDL – преобразует DDL-команды в набор таблиц, содержащих метаданные, которые сохраняются в системном каталоге и частично в заголовках файлов с данными.

DDL (Data Definition Language) - описательный язык, который позволяет описывать сущности (объекты), необходимые для работы некоторого приложения, а также связи, имеющиеся между различными сущностями.

Теоретически, в архитектуре ANSI-SPARC, можно выделить языки DDL для каждой схемы, но на практике есть один, позволяющий задавать спецификации как минимум для внешней и концептуальной схем.



Контроллер словаря – управляет доступом к системному каталогу и обеспечивает работу с ним. Почти все компоненты СУБД имеют доступ к системному каталогу.



Администратор базы данных

Администратор данных — человек, отвечающий за стратегию и политику принятия решений, связанных с данными предприятия.

Администратор данных решает, ***какая*** именно информация должна храниться в базе данных, т.е. указывает те типы сущностей, в которых заинтересовано предприятие, а также определяет, какую информацию об этих сущностях необходимо вводить в базу данных.

Этот процесс обычно называют логическим (или концептуальным) проектированием базы данных.

Администратор базы данных (АБД) — это человек, обеспечивающий необходимую техническую поддержку для реализации принятых решений.

АБД отвечает за общее управление системой на техническом уровне.

Функции АБД включают:

- определение концептуальной схемы;
- определение внутренней схемы.

Определение концептуальной схемы

После того как содержимое базы данных на абстрактном уровне будет определено администратором данных, АБД создает соответствующую концептуальную схему, используя концептуальный язык определения данных.

Объектная (откомпилированная) форма этой схемы будет использоваться в СУБД для получения ответов на запросы, связанные с доступом к данным.

Исходная (не откомпилированная) форма будет играть роль справочного документа для пользователей системы.

Иногда концептуальную схему создает АД, а логическим проектированием занимается АБД.

Определение внутренней схемы

Администратор базы данных должен также решить, ***как*** данные будут представлены в хранимой базе данных. Этот процесс обычно называют физическим проектированием базы данных.

После завершения физического проектирования АБД создает соответствующие структуры хранения, используя внутренний язык определения данных, т.е. описывает *внутреннюю схему*.

Также он определяет соответствующее отображение между внутренней и концептуальной схемами.

Как и концептуальная схема, внутренняя схема и соответствующее отображение будут существовать в исходной и объектной формах.

Для определения всех трех схем используются соответствующие языки определения данных. Часто языки определения данных на концептуальном и/или внутреннем уровне могут включать в себя средства определения отображений, тем не менее, две функции – создание схемы и определение отображений – должны быть четко разделены.

Итак, проектирование осуществляется в определенной последовательности — вначале необходимо установить, какие данные требуются, а затем решить, как следует представить их в памяти.

Физическое проектирование выполняется после логического.

Взаимодействие с пользователями

В обязанности АБД входит также взаимодействие с пользователями для предоставления им необходимых данных и подготовки требуемых внешних схем или оказания помощи пользователям в их подготовке с применением прикладного внешнего языка определения данных.

Также функции АБД включают:

- консультации по разработке приложений;
- обеспечение требуемого технического обучения;
- предоставление помощи в выявлении и устранении возникающих проблем;
- прочие виды профессионального обслуживания.

Определение требований защиты и обеспечения целостности данных

Требования защиты и поддержки целостности данных рассматриваются как часть определения концептуальной схемы.

Концептуальный язык определения данных обычно включает в себя средства описания этих требований.

Определение процедур резервного копирования и восстановления

Предприятие, хранящее свои данные в СУБД полностью зависимо от бесперебойного функционирования этой СУБД.

В случае повреждения какой-либо части базы данных вследствие ошибки человека, отказа оборудования или сбоя программ операционной системы очень необходимо иметь возможность восстановить утраченные данные с минимальной задержкой и с наименьшим воздействием на остальную часть системы.

В идеале, данные, которые не были повреждены, совсем не должны затрагиваться в процессе восстановления.

АБД должен разработать и реализовать, во-первых, подходящую *схему восстановления*, включающую периодическую выгрузку базы данных на устройство резервного копирования (получение дампа), а во-вторых, процедуры загрузки базы данных из последнего созданного дампа в случае необходимости.

Требование *быстрого восстановления* поврежденных данных является одной из тех причин, по которым желательно организовать хранение данных не в каком-либо одном месте, а распределить их по нескольким отдельным базам данных.

Каждая из таких баз данных будет представлять собой оптимальный объект выгрузки или перезагрузки.

Существуют системы, хранящие десятки триллионов байт данных и имеет место тенденция к их росту. Такие системы очень больших баз данных (Very Large DataBase — VLDB) требуют тщательного и продуманного администрирования, особенно если необходимо обеспечить для пользователей постоянный доступ к базе данных.

Управление производительностью и реагирование на изменяющиеся требования

АБД отвечает за такую организацию системы, при которой можно поддерживать производительность, оптимальную для всего предприятия в целом, а также за корректировку работы системы (настройку) в соответствии с изменяющимися требованиями.

Например, может возникнуть необходимость в периодической реорганизации хранимой базы данных для обеспечения того, чтобы производительность системы всегда поддерживалась на приемлемом уровне.

Изменения на уровне физического хранения данных (внутреннем уровне) должны сопровождаться соответствующими изменениями в определении его отображения на концептуальный уровень, чтобы по возможности сохранять концептуальную схему неизменной.

Архитектура многопользовательских СУБД

Различают следующие архитектуры (по мере развития):

Телеобработка

В данном случае используется один компьютер, соединенный с терминалами пользователей.

Терминал – оконечное устройство, предназначенное только для ввода и отображения информации.

Пользователь через терминал обращается к пользовательскому приложению, а то в свою очередь – к СУБД, затем результат идет в обратном порядке к пользователю. Основной пользовательский интерфейс на мейнфреймах.

Файловый сервер

Обработка данных распределена в сети. Это обычно локальная вычислительная сеть (ЛВС).

Пользовательские приложения и сама СУБД размещены и функционируют на рабочих станциях и обращаются к файловому серверу только при необходимости доступа к данным, которые располагаются в файлах.

Недостатки:

- большой объем сетевого трафика;
- необходимость в наличии СУБД на каждой рабочей станции;
- управление параллельностью, восстановлением и целостностью данных усложняется из-за доступа к данным от нескольких экземпляров СУБД.

Технология «клиент/сервер»

Единая двухуровневая система, состоящая из:

- Процесс-клиент (толстый или интеллектуальный клиент). Выполняет запросы на доступ к некоторым ресурсам. Внешний компонент, или внешний интерфейс.
- Процесс-сервер, предоставляющий некоторые ресурсы. Внутренний компонент, или машина базы данных.

Процессы совсем необязательно должны быть размещены на одном компьютере.

Обычно сервер располагается на одном узле ЛВС, а клиенты – на других узлах.

Сервер— это сама СУБД.

Он поддерживает все основные функции СУБД:

- определение данных;
- манипулирование данными;
- защиту данных
- поддержание целостности данных и т.д.

В частности, он предоставляет полную поддержку внешнего, концептуального и внутреннего уровней. Поэтому сервер в этом контексте — это просто другое название для СУБД.

Сервер принимает и обрабатывает запросы к базе данных, включая проверку полномочий клиента, обеспечение требований целостности, поддержку системного каталога, поддержку параллельного доступа, выполнение запроса и обновление данных, а затем передает полученные результаты обработки обратно клиенту.

Клиенты — это различные приложения, которые выполняются с помощью СУБД.

Таковыми являются как приложения, написанные пользователями, так и встроенные приложения, предоставляемые поставщиками СУБД или некоторыми сторонними поставщиками программного обеспечения.

В самом сервере разница между встроенными приложениями и приложениями, написанными пользователем, не обнаруживается, поскольку все эти приложения используют один и тот же интерфейс сервера, а именно ***интерфейс внешнего уровня***.

Некоторые специальные "служебные" приложения могут оказаться исключениями. Они иногда работают непосредственно на внутреннем уровне системы. Подобные утилиты правильнее относить к встроенным компонентам СУБД, а не к приложениям в обычном смысле.

Клиент управляет пользовательским интерфейсом и логикой приложения. Обычно это рабочая станция с пользовательским приложением, которое:

- принимает от пользователя запрос;
- проверяет синтаксис;
- генерирует запрос к базе данных;
- передает сообщение серверу;
- ожидает поступление ответа;
- форматирует полученные данные для визуализации.

Приложения

- приложения, написанные пользователями;
- приложения, предоставляемые поставщиками.

Приложения, написанные пользователями

В основном, это обычные прикладные программы, чаще всего написанные либо на языке программирования общего назначения, таком как C++ или Java (COBOL), либо на одном из специализированных языков четвертого поколения:

- общего использования (Cliper, Clarion, dBase, 4GL Cobol/PLI generator, ...);
- запросов к базам данных (SQL, Informix-4GL, ...);
- генераторы отчетов (Oracle Reports, ..);
- языки манипулирования данными (Clarion, IDL, PL/SQL, R, ...)$
- ...

Приложения, предоставляемые поставщиками

Их часто называют *инструментальными средствами*.

В целом, назначение таких средств — упрощать процесс создания и выполнения других приложений, т.е. приложений, которые разрабатываются специально для решения некоторой конкретной задачи.

Часто эти приложения могут выглядеть вовсе не так, как приложения в общепринятом смысле.

Назначение инструментальных средств также состоит в предоставлении пользователям, особенно конечным, возможности создавать приложения без написания традиционных программ.

Например, одно из предоставляемых поставщиком СУБД инструментальных средств может быть генератором отчетов, с помощью которого конечный пользователь сможет получить отформатированный отчет, выполнив обычный запрос к системе.

Каждый такой запрос является по существу небольшим специальным приложением, написанным на языке очень высокого уровня (с конкретным назначением), а именно — на языке формирования отчетов.

Отдельно поставляемые инструментальные средства делятся на несколько самостоятельных классов:

- процессоры языков запросов;
- генераторы отчетов;
- графические бизнес-подсистемы;
- электронные таблицы;
- процессоры команд на естественных языках;
- статистические пакеты (R);
- средства управления копированием или средства извлечения данных;
- генераторы приложений, включая процессоры языков четвертого поколения;
- другие средства разработки приложений, включая CASE-инструменты (CASE, или Computer-Aided Software Engineering — автоматизированное проектирование и создание программ);
- инструментальные средства интеллектуального анализа данных и визуализации.

Преимущества технологии «клиент/сервер»

- более широкий доступ к существующим базам данных;
- повышение производительности, по сравнению с телеобработкой и/или ФС;
- снижение стоимости аппаратного обеспечения (серверная машина – более мощная, чем клиентские);
- снижение сетевого трафика (по сети идут только необходимые данные);
- повышается уровень непротиворечивости данных (проверка целостности данных выполняется централизованно на сервере, а не у клиентов).

Расширение двухуровневой технологии «клиент/сервер» трехуровневая структура.

- тонкий (неинтеллектуальный) клиент, управляющий только пользовательским интерфейсом;
- средний уровень (клиент), управляющий логикой пользовательского приложения;
- сервер базы данных.

Низкоуровневые операции логического уровня в таблицах

Обычно они реализованы, как операторы 4GL языков в СУБД на основе файловой системы. Мнемоника обобщенная.

```
TABLE LIST (ID, NAME, DATE, ...)
TABLE ITEM (ID, LIST_ID, PART_NO, NAME, RPOVIDER, QUANT, ...)

PRIMKEY LIST:BY_ID (ID)                 # LIST:ID
PRIMKEY ITEM:BY_ID (ID)                 # IITM:ID

INDEX LIST:BY_NAME         (NAME)
INDEX LIST:BY_DATE         (DATE)
INDEX ITEM:BY_NAME         (NAME)
INDEX ITEM:BY_NAME_INLIST (LIST_ID, NAME)
INDEX ITEM:BY_PNO_INLIST  (LIST_ID, PART_NO) # кандидат в PrimKey (?поставщик?)
```

Простейшие сериальные операции

```
SET(TABLE) – установка указателя в «сыром» порядке записей
NEXT(TABLE) – просмотр таблицы в направлении с начала к концу
PREV(TABLE) – просмотр таблицы в направлении с конца к началу
INSERT(RECORD, TABLE) – вставка в таблицу без обновления индексов (APPEND)
```

Прямой доступ по первичному ключу

GET(RECORD, TABLE, KEY) – получить строку (запись) из таблицы по значению перв. ключа
PUT(RECORD, TABLE, KEY) – обновить строку (запись) в таблице по значению перв. ключа

Добавление/удаление

ADD(RECORD, TABLE) – добавить строку (запись) в таблицу и обновить все индексы
DEL(RECORD, TABLE) – удалить строку (запись) из таблицы и обновить все индексы

Прямой доступ по ключу

GET(RECORD, TABLE, INDEX, KEY_VALUE) – получить строку по значению ключа
PUT(RECORD, TABLE, INDEX, KEY_VALUE) – обновить строку по значению ключа

Сериальные операции в порядке индексов

```
SET(TABLE, KEY, KEY_VALUE) – установить указатель доступа в порядке индекса
NEXT(TABLE, KEY)           – просмотр таблицы в направлении с начала к концу
PREV(TABLE, KEY)           – просмотр таблицы в направлении с конца к началу
```