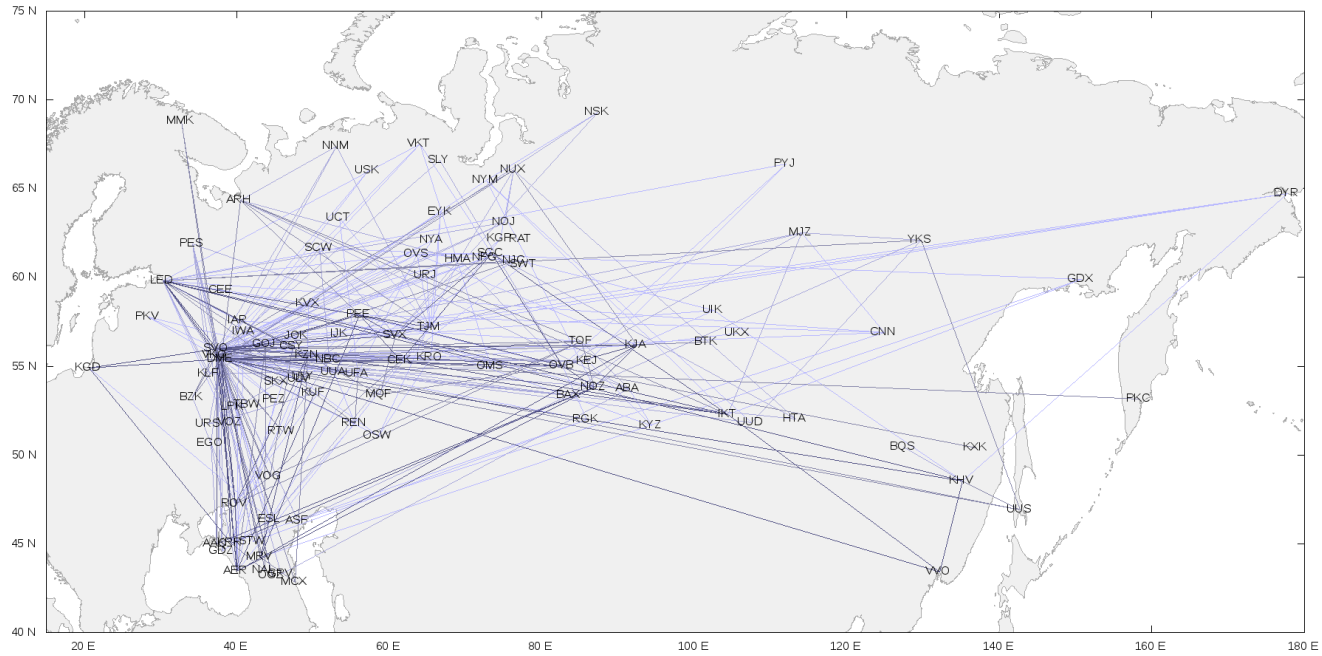
Приложение L. Демонстрационная база данных «Авиаперевозки»

Представляем вам демонстрационную базу данных для PostgreSQL. В этом приложении к документации описана схема данных, состоящая из восьми таблиц и нескольких представлений. В качестве предметной области выбраны авиаперевозки по России. Базу данных можно загрузить с *нашего сайта*, см. Раздел L.1.

Рисунок L.1. Воздушное сообщение в России



База данных может использоваться, например:

- для самостоятельного изучения языка запросов SQL;
- для подготовки книг, пособий и учебных курсов по языку SQL;
- для демонстрации возможностей Postgres Pro в статьях и заметках.

При разработке демонстрационной базы данных мы преследовали несколько целей:

- схема данных должна быть достаточно простой, чтобы быть понятной без особых пояснений;
- в то же время схема данных должна быть достаточно сложной, чтобы позволять строить осмысленные запросы;
- база данных должна быть наполнена данными, напоминающими реальные, с которыми будет интересно работать.

Демонстрационная база данных распространяется под *лицензией PostgreSQL*.

Свои замечания и пожелания направляйте нам по адресу *edu@postgrespro.ru*.

L.1. Установка

Демонстрационная база данных доступна на *edu.postgrespro.ru* в трёх версиях, которые отличаются только объёмом данных:

- *demo_small.zip* (21 МБ) — данные по полётам за один месяц (размер БД 265 МБ);

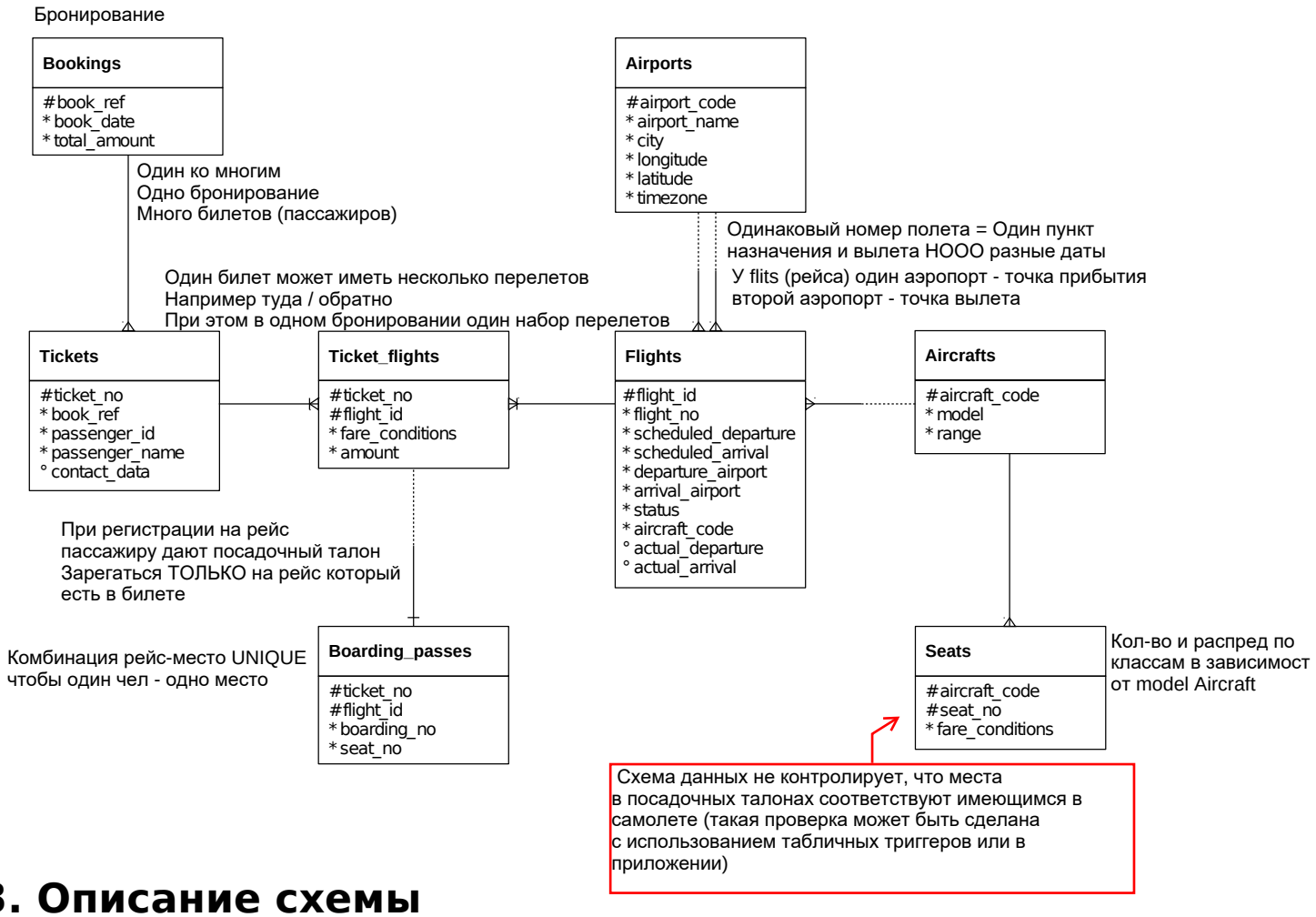
- *demo_medium.zip* (62 МБ) — данные по полётам за три месяца (размер БД 666 МБ);
- *demo_big.zip* (232 МБ) — данные по полётам за год (размер БД 2502 МБ).

Небольшая база годится для того, чтобы писать запросы, и при этом не займёт много места на диске. База большого размера позволит почувствовать, как ведут себя запросы на больших объёмах данных, и задуматься об оптимизации.

Файлы содержат SQL-скрипт, создающий базу данных `demo` и наполняющий её данными (фактически, это резервная копия, созданная утилитой pg_dump). Обратите внимание, что при установке существующая база данных `demo` будет удалена и создана заново! Владельцем базы данных `demo` станет пользователь СУБД, выполнявший скрипт.

L.2. Диаграмма схемы данных

Рисунок L.2. Диаграмма схемы Bookings



L.3. Описание схемы

Основной сущностью является бронирование (`bookings`).

В одно бронирование можно включить несколько пассажиров, каждому из которых выписывается отдельный билет (`tickets`). Билет имеет уникальный номер и содержит информацию о пассажире. Как таковой пассажир не является отдельной сущностью. Как имя, так и номер документа пассажира могут меняться с течением времени, так что невозможно однозначно найти все билеты одного человека; для простоты можно считать, что все пассажиры уникальны.

Билет включает один или несколько перелетов (`ticket_flights`). Несколько перелетов могут включаться в билет в случаях, когда нет прямого рейса, соединяющего пункты отправления и назначения (полет с пересадками), либо когда билет взят «туда и обратно». В схеме данных

нет жёсткого ограничения, но предполагается, что все билеты в одном бронировании имеют одинаковый набор перелетов.

Каждый рейс (flights) следует из одного аэропорта (airports) в другой. Рейсы с одним номером имеют одинаковые пункты вылета и назначения, но будут отличаться датой отправления.

При регистрации на рейс пассажиру выдаётся посадочный талон (boarding_passes), в котором указано место в самолете. Пассажир может зарегистрироваться только на тот рейс, который есть у него в билете. Комбинация рейса и места в самолете должна быть уникальной, чтобы не допустить выдачу двух посадочных талонов на одно место.

Количество мест (seats) в самолете и их распределение по классам обслуживания зависит от модели самолета (aircrafts), выполняющего рейс. Предполагается, что каждая модель самолета имеет только одну компоновку салона. Схема данных не контролирует, что места в посадочных талонах соответствуют имеющимся в самолете (такая проверка может быть сделана с использованием табличных триггеров или в приложении).

L.4. Объекты схемы

L.4.1. Список отношений

Имя	Тип	Small	Medium	Big	Описание
aircrafts	таблица	16 kB	16 kB	16 kB	Самолеты
airports	таблица	48 kB	48 kB	48 kB	Аэропорты
boarding_passes	таблица	31 MB	102 MB	427 MB	Посадочные талоны
bookings	таблица	13 MB	30 MB	105 MB	Бронирования
flights	таблица	3 MB	6 MB	19 MB	Рейсы
flights_v	представление	0 kb	0 kB	0 kB	Рейсы
routes	мат. предст.	136 kB	136 kB	136 kB	Маршруты
seats	таблица	88 kB	88 kB	88 kB	Места
ticket_flights	таблица	64 MB	145 MB	516 MB	Перелеты
tickets	таблица	47 MB	107 MB	381 MB	Билеты

L.4.2. Таблица bookings.aircrafts

Каждая модель воздушного судна идентифицируется своим трёхзначным кодом (aircraft_code). Указывается также название модели (model) и максимальная дальность полета в километрах (range).

Столбец	Тип	Модификаторы	Описание
aircraft_code	char(3)	NOT NULL	Код самолета, IATA
model	text	NOT NULL	Модель самолета
range	integer	NOT NULL	Максимальная дальность полета, км

```
Индексы:
    PRIMARY KEY, btree (aircraft_code)
Ограничения-проверки:
    CHECK (range > 0)
Ссылки извне:
    TABLE "flights" FOREIGN KEY (aircraft_code)
        REFERENCES aircrafts(aircraft_code)
    TABLE "seats" FOREIGN KEY (aircraft_code)
        REFERENCES aircrafts(aircraft_code) ON DELETE CASCADE
```

L.4.3. Таблица bookings.airports

Аэропорт идентифицируется трехбуквенным кодом (airport_code) и имеет своё имя (airport_name).

Для города не предусмотрено отдельной сущности, но название (city) указывается и может служить для того, чтобы определить аэропорты одного города. Также указывается широта (latitude), долгота (longitude) и часовой пояс (timezone).

```
   Столбец    |   Тип   | Модификаторы |           Описание
--------------+---------+--------------+-------------------------------
 airport_code | char(3) | NOT NULL     | Код аэропорта
 airport_name | text    | NOT NULL     | Название аэропорта
 city         | text    | NOT NULL     | Город
 longitude    | float   | NOT NULL     | Координаты аэропорта: долгота
 latitude     | float   | NOT NULL     | Координаты аэропорта: широта
 timezone     | text    | NOT NULL     | Часовой пояс аэропорта
Индексы:
    PRIMARY KEY, btree (airport_code)
Ссылки извне:
    TABLE "flights" FOREIGN KEY (arrival_airport)
        REFERENCES airports(airport_code)
    TABLE "flights" FOREIGN KEY (departure_airport)
        REFERENCES airports(airport_code)
```

L.4.4. Таблица bookings.boarding_passes

При регистрации на рейс, которая возможна за сутки до плановой даты отправления, пассажиру выдаётся посадочный талон. Он идентифицируется также, как и перелёт — номером билета и номером рейса.

Посадочным талонам присваиваются последовательные номера (boarding_no) в порядке регистрации пассажиров на рейс (этот номер будет уникальным только в пределах данного рейса). В посадочном талоне указывается номер места (seat_no).

```
   Столбец    |    Тип     | Модификаторы |          Описание
--------------+------------+--------------+---------------------------
 ticket_no    | char(13)   | NOT NULL     | Номер билета
 flight_id    | integer    | NOT NULL     | Идентификатор рейса
 boarding_no | integer    | NOT NULL     | Номер посадочного талона
 seat_no      | varchar(4) | NOT NULL     | Номер места
Индексы:
    PRIMARY KEY, btree (ticket_no, flight_id)
    UNIQUE CONSTRAINT, btree (flight_id, boarding_no)
    UNIQUE CONSTRAINT, btree (flight_id, seat_no)
Ограничения внешнего ключа:
    FOREIGN KEY (ticket_no, flight_id)
        REFERENCES ticket_flights(ticket_no, flight_id)
```

L.4.5. Таблица bookings.bookings

Пассажир заранее (book_date, максимум за месяц до рейса) бронирует билет себе и, возможно, нескольким другим пассажирам. Бронирование идентифицируется номером (book_ref, шестизначная комбинация букв и цифр).

Поле total_amount хранит общую стоимость включённых в бронирование перелетов всех пассажиров.

```
   Столбец    |      Тип      | Модификаторы |          Описание
--------------+---------------+--------------+---------------------------
 book_ref     | char(6)       | NOT NULL     | Номер бронирования
 book_date    | timestamptz   | NOT NULL     | Дата бронирования
 total_amount | numeric(10,2) | NOT NULL     | Полная сумма бронирования
Индексы:
```

```
    PRIMARY KEY, btree (book_ref)
Ссылки извне:
    TABLE "tickets" FOREIGN KEY (book_ref) REFERENCES bookings(book_ref)
```

L.4.6. Таблица `bookings.flights`

Естественный ключ таблицы рейсов состоит из двух полей — номера рейса (`flight_no`) и даты отправления (`scheduled_departure`). Чтобы сделать внешние ключи на эту таблицу компактнее, в качестве первичного используется суррогатный ключ (`flight_id`).

Рейс всегда соединяет две точки — аэропорты вылета (`departure_airport`) и прибытия (`arrival_airport`). Такое понятие, как «рейс с пересадками» отсутствует: если из одного аэропорта до другого нет прямого рейса, в билет просто включаются несколько необходимых рейсов.

У каждого рейса есть запланированные дата и время вылета (`scheduled_departure`) и прибытия (`scheduled_arrival`). Реальные время вылета (`actual_departure`) и прибытия (`actual_arrival`) могут отличаться: обычно не сильно, но иногда и на несколько часов, если рейс задержан.

Статус рейса (`status`) может принимать одно из следующих значений:

`Scheduled`

Рейс доступен для бронирования. Это происходит за месяц до плановой даты вылета; до этого запись о рейсе не существует в базе данных.

`On Time`

Рейс доступен для регистрации (за сутки до плановой даты вылета) и не задержан.

`Delayed`

Рейс доступен для регистрации (за сутки до плановой даты вылета), но задержан.

`Departed`

Самолет уже вылетел и находится в воздухе.

`Arrived`

Самолет прибыл в пункт назначения.

`Cancelled`

Рейс отменён.

```
       Столбец       |     Тип     | Модификаторы |          Описание
---------------------+-------------+--------------+----------------------------
 flight_id           | serial      | NOT NULL     | Идентификатор рейса
 flight_no           | char(6)     | NOT NULL     | Номер рейса
 scheduled_departure | timestamptz | NOT NULL     | Время вылета по расписанию
 scheduled_arrival   | timestamptz | NOT NULL     | Время прилёта по расписанию
 departure_airport   | char(3)     | NOT NULL     | Аэропорт отправления
 arrival_airport     | char(3)     | NOT NULL     | Аэропорт прибытия
 status              | varchar(20) | NOT NULL     | Статус рейса
 aircraft_code       | char(3)     | NOT NULL     | Код самолета, IATA
 actual_departure    | timestamptz |              | Фактическое время вылета
 actual_arrival      | timestamptz |              | Фактическое время прилёта
Индексы:
    PRIMARY KEY, btree (flight_id)
    UNIQUE CONSTRAINT, btree (flight_no, scheduled_departure)
Ограничения-проверки:
    CHECK (scheduled_arrival > scheduled_departure)
    CHECK ((actual_arrival IS NULL)
```

```
       OR  ((actual_departure IS NOT NULL AND actual_arrival IS NOT NULL)
            AND (actual_arrival > actual_departure)))
    CHECK (status IN ('On Time', 'Delayed', 'Departed',
                      'Arrived', 'Scheduled', 'Cancelled'))
Ограничения внешнего ключа:
    FOREIGN KEY (aircraft_code)
        REFERENCES aircrafts(aircraft_code)
    FOREIGN KEY (arrival_airport)
        REFERENCES airports(airport_code)
    FOREIGN KEY (departure_airport)
        REFERENCES airports(airport_code)
Ссылки извне:
    TABLE "ticket_flights" FOREIGN KEY (flight_id)
```

L.4.7. Таблица `bookings.seats`

Места определяют схему салона каждой модели. Каждое место определяется своим номером (`seat_no`) и имеет закреплённый за ним класс обслуживания (`fare_conditions`) — `Economy`, `Comfort` или `Business`.

```
     Столбец     |     Тип     | Модификаторы |      Описание
-----------------+-------------+--------------+--------------------
 aircraft_code   | char(3)     | NOT NULL     | Код самолета, IATA
 seat_no         | varchar(4)  | NOT NULL     | Номер места
 fare_conditions | varchar(10) | NOT NULL     | Класс обслуживания
Индексы:
    PRIMARY KEY, btree (aircraft_code, seat_no)
Ограничения-проверки:
    CHECK (fare_conditions IN ('Economy', 'Comfort', 'Business'))
Ограничения внешнего ключа:
    FOREIGN KEY (aircraft_code)
        REFERENCES aircrafts(aircraft_code) ON DELETE CASCADE
```

L.4.8. Таблица `bookings.ticket_flights`

Перелёт соединяет билет с рейсом и идентифицируется их номерами.

Для каждого перелета указываются его стоимость (`amount`) и класс обслуживания (`fare_conditions`).

```
     Столбец     |      Тип      | Модификаторы |      Описание
-----------------+---------------+--------------+--------------------
 ticket_no       | char(13)      | NOT NULL     | Номер билета
 flight_id       | integer       | NOT NULL     | Идентификатор рейса
 fare_conditions | varchar(10)   | NOT NULL     | Класс обслуживания
 amount          | numeric(10,2) | NOT NULL     | Стоимость перелета
Индексы:
    PRIMARY KEY, btree (ticket_no, flight_id)
Ограничения-проверки:
    CHECK (amount >= 0)
    CHECK (fare_conditions IN ('Economy', 'Comfort', 'Business'))
Ограничения внешнего ключа:
    FOREIGN KEY (flight_id) REFERENCES flights(flight_id)
    FOREIGN KEY (ticket_no) REFERENCES tickets(ticket_no)
Ссылки извне:
    TABLE "boarding_passes" FOREIGN KEY (ticket_no, flight_id)
        REFERENCES ticket_flights(ticket_no, flight_id)
```

L.4.9. Таблица bookings.tickets

Билет имеет уникальный номер (ticket_no), состоящий из 13 цифр.

Билет содержит идентификатор пассажира (passenger_id) — номер документа, удостоверяющего личность, — его фамилию и имя (passenger_name) и контактную информацию (contact_data).

Ни идентификатор пассажира, ни имя не являются постоянными (можно поменять паспорт, можно сменить фамилию), поэтому однозначно найти все билеты одного и того же пассажира невозможно.

```
    Столбец     |     Тип     | Модификаторы |          Описание
----------------+-------------+--------------+----------------------------
 ticket_no      | char(13)    | NOT NULL     | Номер билета
 book_ref       | char(6)     | NOT NULL     | Номер бронирования
 passenger_id   | varchar(20) | NOT NULL     | Идентификатор пассажира
 passenger_name | text        | NOT NULL     | Имя пассажира
 contact_data   | jsonb       |              | Контактные данные пассажира
Индексы:
    PRIMARY KEY, btree (ticket_no)
Ограничения внешнего ключа:
    FOREIGN KEY (book_ref) REFERENCES bookings(book_ref)
Ссылки извне:
    TABLE "ticket_flights" FOREIGN KEY (ticket_no) REFERENCES tickets(ticket_no)
```

L.4.10. Представление bookings.flights_v

Над таблицей flights_v создано представление flights, содержащее дополнительную информацию:

- расшифровку данных об аэропорте вылета — departure_airport, departure_airport_name, departure_city
- расшифровку данных об аэропорте прибытия — arrival_airport, arrival_airport_name, arrival_city
- местное время вылета — scheduled_departure_local, actual_departure_local
- местное время прибытия — scheduled_arrival_local, actual_arrival_local
- продолжительность полета — scheduled_duration, actual_duration.

```
          Столбец           |     Тип     |              Описание
----------------------------+-------------+---------------------------------------
 flight_id                  | integer     | Идентификатор рейса
 flight_no                  | char(6)     | Номер рейса
 scheduled_departure        | timestamptz | Время вылета по расписанию
 scheduled_departure_local  | timestamp   | Время вылета по расписанию,
                            |             | местное время в пункте отправления
 scheduled_arrival          | timestamptz | Время прилёта по расписанию
 scheduled_arrival_local    | timestamp   | Время прилёта по расписанию,
                            |             | местное время в пункте прибытия
 scheduled_duration         | interval    | Планируемая продолжительность полета
 departure_airport          | char(3)     | Код аэропорта отправления
 departure_airport_name     | text        | Название аэропорта отправления
 departure_city             | text        | Город отправления
 arrival_airport            | char(3)     | Код аэропорта прибытия
 arrival_airport_name       | text        | Название аэропорта прибытия
 arrival_city               | text        | Город прибытия
 status                     | varchar(20) | Статус рейса
 aircraft_code              | char(3)     | Код самолета, IATA
```

```
 actual_departure          | timestamptz | Фактическое время вылета
 actual_departure_local    | timestamp   | Фактическое время вылета,
                           |             | местное время в пункте отправления
 actual_arrival            | timestamptz | Фактическое время прилёта
 actual_arrival_local      | timestamp   | Фактическое время прилёта,
                           |             | местное время в пункте прибытия
 actual_duration           | interval    | Фактическая продолжительность полета
```

L.4.11. Материализованное представление `bookings.routes`

Таблица рейсов (`bookings.flights`) содержит избыточность: из неё можно было бы выделить информацию о маршруте (номер рейса, аэропорты отправления и назначения), которая не зависит от конкретных дат рейсов.

Именно такая информация и составляет материализованное представление `routes`.

```
        Столбец          |    Тип    |               Описание
-------------------------+-----------+--------------------------------------
 flight_no               | char(6)   | Номер рейса
 departure_airport       | char(3)   | Код аэропорта отправления
 departure_airport_name  | text      | Название аэропорта отправления
 departure_city          | text      | Город отправления
 arrival_airport         | char(3)   | Код аэропорта прибытия
 arrival_airport_name    | text      | Название аэропорта прибытия
 arrival_city            | text      | Город прибытия
 aircraft_code           | char(3)   | Код самолета, IATA
 duration                | interval  | Продолжительность полёта
 days_of_week            | integer[] | Д      ели, когда выполняются рейсы
```

L.4.12. Функция `now`

Демонстрационная база содержит временной «срез» » данных — так, как будто в некоторый момент была сделана резервная копия реальной системы. Например, если некоторый рейс имеет статус `Departed`, это означает, что в момент резервного копирования самолет вылетел и находился в воздухе.

Позиция «среза» сохранена в функции `bookings.now()` function. Ей можно пользоваться в запросах там, где в обычной жизни использовалась бы функция `now()`.

Кроме того, значение этой функции определяет версию демонстрационной базы данных. Актуальная версия на текущий момент — от 13.10.2016.

L.5. Использование

L.5.1. Схема `bookings`

Все объекты демонстрационной базы данных находятся в схеме `bookings`. Это означает, что при обращении к объектам вам необходимо либо явно указывать имя схемы (например: `bookings.flights`), либо предварительно изменить конфигурационный параметр `search_path` (например: `SET search_path = bookings, public;`).

Однако для функции `bookings.now` в любом случае необходимо явно указывать схему, чтобы отличать её от стандартной функции `now`.