



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика, искусственный интеллект и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

НА ТЕМУ:

«Разработка базы данных для хранения и обработки данных
ветеринарной клиники»

Студент группы ИУ7-64Б

(Подпись, дата)

Чепиго Д.С.

(И.О. Фамилия)

Руководитель курсовой работы

(Подпись, дата)

Строганов Ю.В.

(И.О. Фамилия)

2023 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИУ7

_____ Рудаков И. В.

«3» марта 2023 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение курсовой работы

по дисциплине

Базы данных

Студент группы **ИУ7-64Б**

Чепиги Дарья Станиславовна

Тема курсовой работы

Разработка базы данных для хранения и обработки данных ветеринарной клиники

График выполнения работы: 25% к 4 нед., 50% к 8 нед., 75% к 13 нед., 100% к 15 нед.

Задание

Провести анализ предметной области ветеринарных клиник. Сформулировать требования и ограничения к разрабатываемой базе данных и приложению для ветеринарной клиники. Провести анализ существующих решений. Сформулировать описание пользователей проектируемого приложения для доступа к базе данных. Спроектировать архитектуру базы данных и ограничения целостности. Спроектировать ролевую модель на уровне базы данных. Выбрать средства реализации. Реализовать спроектированную БД и необходимый интерфейс для взаимодействия с ней. Исследовать характеристики разработанного программного обеспечения.

Оформление курсовой работы:

Расчетно-пояснительная записка на 25-40 листах формата А4. Презентация на 12-18 слайдах.

Дата выдачи задания «3» марта 2023 г.

Руководитель курсовой работы

Строганов Ю. В.

Студент

Чепиги Д. С.

Содержание

| | |
|---|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 1 Аналитический раздел | 6 |
| 1.1 Анализ существующих решений | 6 |
| 1.2 Формализация задачи | 6 |
| 1.3 Формализация данных | 7 |
| 1.4 Анализ базы данных и системы управления базами данных . . . | 8 |
| 1.4.1 Дореляционные базы данных | 8 |
| 1.4.2 Реляционные базы данных | 9 |
| 1.4.3 Постреляционные базы данных | 10 |
| 2 Конструкторский раздел | 11 |
| 2.1 Описание сущностей проектируемой базы данных | 11 |
| 2.2 Ролевая модель | 14 |
| 2.3 Триггер базы данных | 14 |
| 3 Технологический раздел | 16 |
| 3.1 Архитектура приложения | 16 |
| 3.2 Средства реализации | 17 |
| 3.3 Детали реализации | 17 |
| 3.3.1 Создание таблиц | 17 |
| 3.3.2 Создание ролей на уровне базы данных | 19 |
| 3.3.3 Создание хранимых функций | 20 |
| 3.4 Тестирование | 22 |
| 4 Исследовательский раздел | 24 |
| 4.1 Цель проводимых измерений | 24 |
| 4.2 Описание исследования | 24 |

| | | |
|---|--------------------------------------|-----------|
| 4.3 | Технические характеристики | 24 |
| 4.4 | Результаты исследования | 24 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | | 25 |

ВВЕДЕНИЕ

Ветеринарная клиника является неотъемлемой составной частью современного общества, обеспечивая качественное лечение и уход за домашними животными. В связи с постоянным ростом количества пациентов и услуг, предоставляемых ветеринарными специалистами, возникает необходимость оптимизации процессов обработки, хранения и анализа данных. Актуальность изучения и разработки такой системы обусловлена не только увеличением объемов информации, но и необходимостью обеспечения безопасности, доступности и целостности данных.

Цель работы – разработать базу данных для ветеринарной клиники.

Чтобы достигнуть поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ существующих решений;
- формализовать задачу и данные;
- спроектировать базу данных и приложение;
- выбрать систему управления базами данных и среду разработки;
- реализовать программное обеспечение;
- исследовать зависимость времени обработки данных от их объема и распределения вычислений между базой данных и приложением.

1 Аналитический раздел

1.1 Анализ существующих решений

По оценкам BusinessStat [1], начиная с 2020 года, основной тенденцией в сфере ветеринарных услуг России являются онлайн-консультации с ветеринарами. Также важно предоставлять клиенту информацию о его питомце и истории посещения клиники в электронном виде. Поэтому при анализе существующих решений были выделены следующие критерии:

- наличие мобильного приложения или сайта, через которое можно осуществлять действия в ветеринарной клинике;
- возможность ознакомиться с врачами и услугами клиники;
- наличие личного кабинета для клиента с информацией о его питомцах;
- возможность просмотра истории приемов.

Последние три критерия подразумевают действие через приложение или сайт, то есть онлайн.

Таблица 1 – Сравнение существующих решений

| Существующее решение | Приложение/сайт | Просмотр услуг | Личный кабинет | История приемов |
|----------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| petstroy [2] | + | + | + | - |
| vet.city [3] | - | - | - | + |
| vetcare24 [4] | - | - | - | + |

Из таблицы 1 видно, что ни одно из существующих решений не удовлетворяет всем критериям.

1.2 Формализация задачи

В рамках курсовой работы необходимо спроектировать и разработать базу данных для ветеринарной клиники, а также приложение, позволяющее с ней работать. Разрабатываемое решение должно удовлетворять всем критериям, вы-

двинутым в предыдущем пункте. В ветеринарной клинике имеется разграничение по ролям: гость, авторизованный клиент, сотрудник клиники и администратор. Подробное описание их возможностей представлено на рисунке 1.

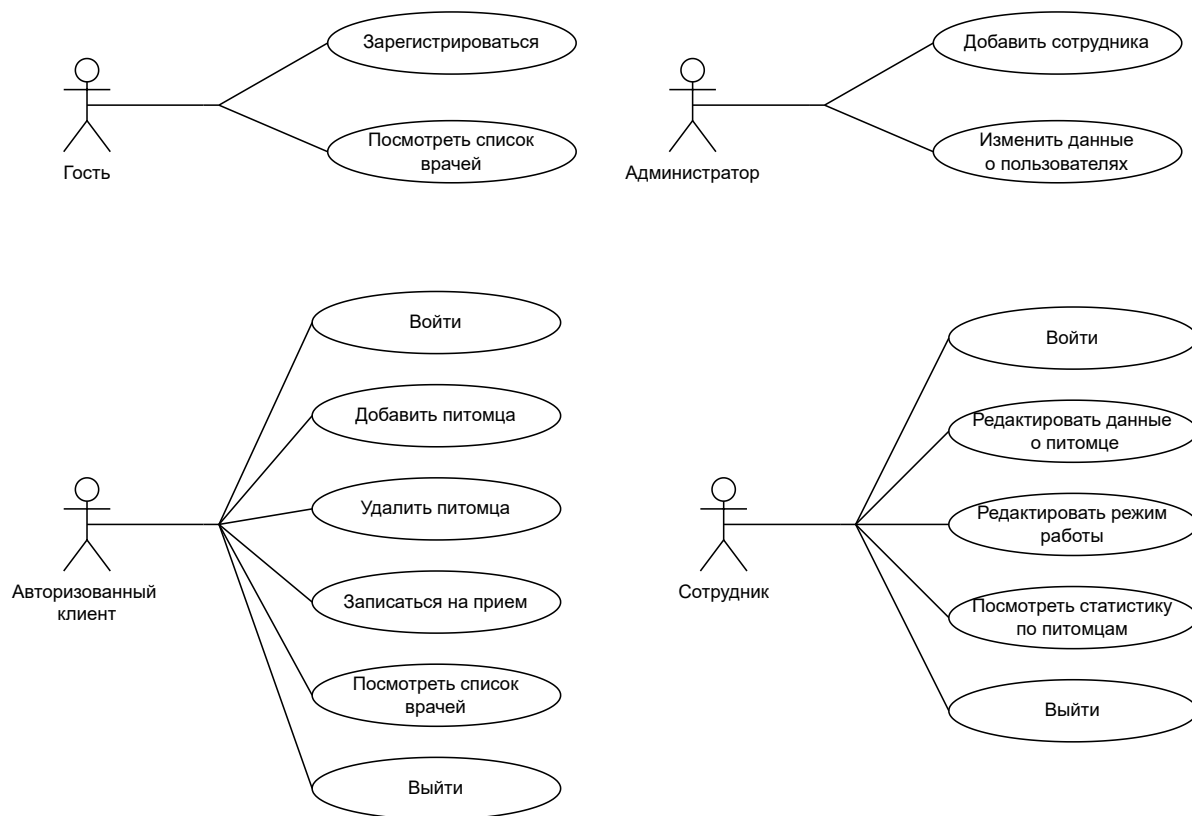


Рисунок 1 – Диаграмма использования приложения

1.3 Формализация данных

База данных должна хранить информацию о:

- пользователях с учетной записью (клиенты и работники);
- питомцах;
- записях на прием.

ER-диаграмма сущностей в нотации Чена, описывающая сущности, их атрибуты и связи между сущностями в разрабатываемой базе данных, представлена на рисунке 2.

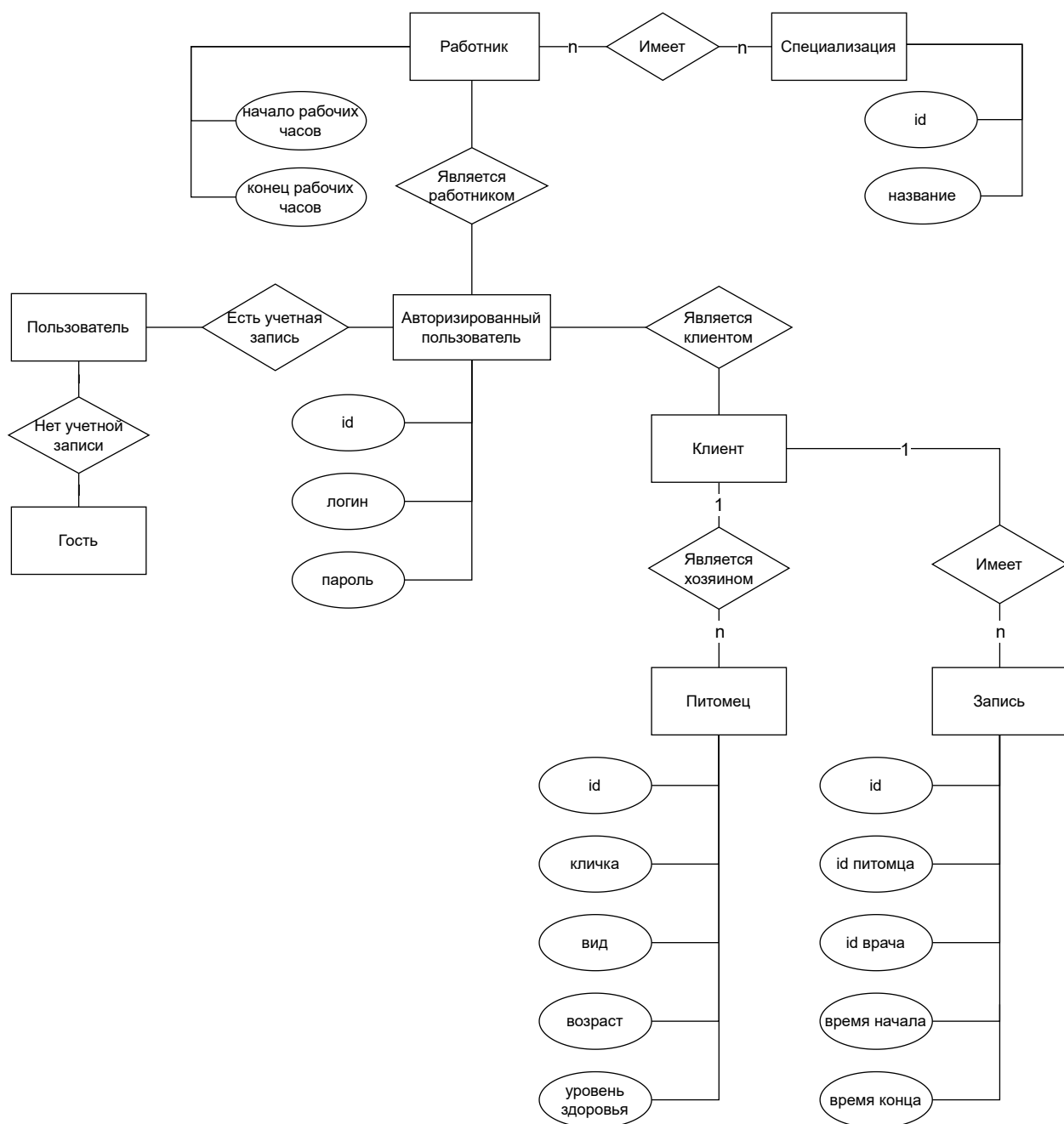


Рисунок 2 – ER-модель в нотации Чена

1.4 Анализ базы данных и системы управления базами данных

По модели хранения базы данных делятся на три группы: дореляционные, реляционные и постреляционные [5].

1.4.1 Дореляционные базы данных

К дореляционным базам данных относятся:

- инвертированные списки;
- иерархические;

— сетевые.

База данных на основе инвертированных списков представляет собой совокупность файлов, содержащих записи. Для записей в файле определен некоторый порядок, диктуемый физической организацией данных. Для каждого файла может быть определено произвольное число других упорядочений на основании значений некоторых инвертированных списков.

Иерархическая модель состоит из объектов с указателями от родителей к потомкам, соединяя вместе связанную информацию. Такие базы данных могут быть представлены как дерево.

К основным понятиям сетевой модели относятся: элемент (узел), связь. Узел – это совокупность атрибутов данных, описывающих некоторый объект. Сетевая модель не является полностью независимой от приложения, так как выборка данных зависит от физической организации хранилища. Другими словами, если необходимо изменить структуру данных, то нужно поменять и приложение [6].

1.4.2 Реляционные базы данных

Реляционные базы данных чаще используют язык SQL [7]. Данные реляционных баз хранятся в виде таблиц и строк, таблицы могут иметь связи с другими таблицами через внешние ключи, таким образом образуя отношения [8].

Структура таких баз данных позволяет связывать информацию из разных таблиц с помощью внешних ключей (или индексов), которые используются для уникальной идентификации любого атомарного фрагмента данных в этой таблице. Другие таблицы могут ссылаться на этот внешний ключ, чтобы создать связь между частями данных и частью, на которую указывает внешний ключ. Важным свойством реляционных баз данных является их способность удовлетворять требованиям ACID [9]: атомарность, согласованность, изоляция, устойчивость.

1.4.3 Постреляционные базы данных

Постреляционная модель данных является расширенной реляционной моделью, которая снимает ограничение неделимости хранящихся в записях таблиц данных. В таких базах данных реализована работа со сложными типами данных, создаваемых пользователями. Такие решения не всегда могут обеспечить полную поддержку ACID.

Нереляционные хранилища можно использовать вместе с реляционными базами данных. Например, в системах, где основной объем информации хранит SQL, а за кэш отвечает нереляционная база данных [10].

Вывод

С учетом особенности задачи была выбрана реляционная модель хранения данных, так как предметная область может быть представлена в виде «таблиц» и должна удовлетворять требованиям ACID. В качестве системы управления базой данных в данной работе будет использоваться PostgreSQL [11].

2 Конструкторский раздел

2.1 Описание сущностей проектируемой базы данных

В базе данных будет существовать 5 сущностей и 6 таблиц, одна из которых является развязочной.

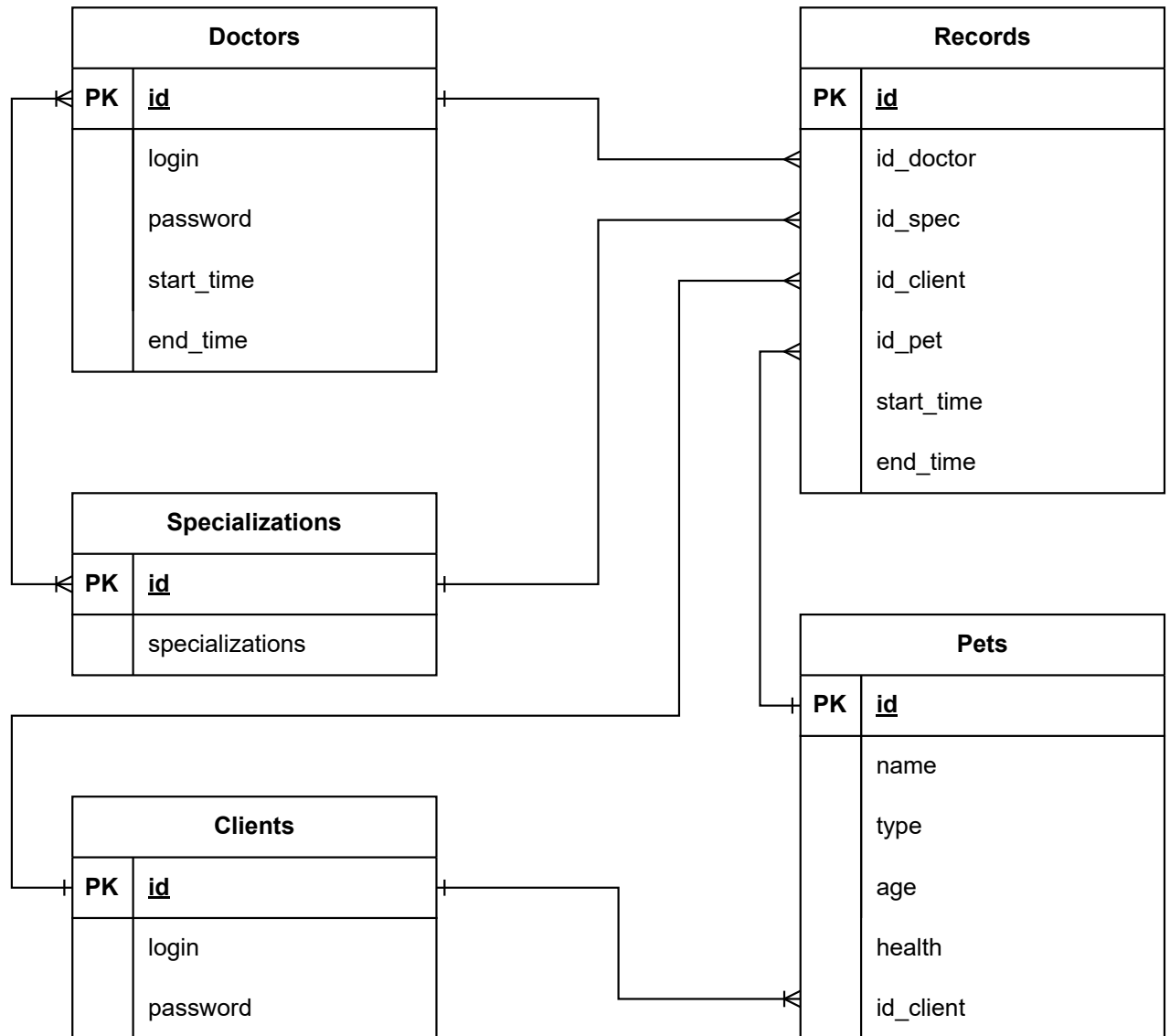


Рисунок 3 – Диаграмма проектируемой базы данных

Необходимы следующие таблицы.

- 1) Таблица с работниками клиники, то есть докторами (Doctors).
- 2) Таблица для специализаций работников клиники (Specializations).
- 3) Развязочная таблица для работников и их специализаций.
- 4) Таблица с клиентами клиники (Clients).

- 5) Таблица с питомцами клиники (Pets).
- 6) Таблица с записями на прием (Records).

В таблице 2 описаны поля таблицы Doctors. В таблице 3 описаны поля таблицы Specializations. В таблице 4 описаны поля таблицы связки для Doctors и Specializations.

Таблица 2 – Поля таблицы Doctors

| Поле | Тип данных | Описание |
|------------|------------|---|
| id_doctor | serial | Идентификатор работника |
| login | text | Идентификатор работника для входа в систему |
| password | text | Пароль работника для входа в систему |
| start_time | int | Начало рабочих часов |
| end_time | int | Конец рабочих часов |

Таблица 3 – Поля таблицы Specializations

| Поле | Тип данных | Описание |
|-----------|------------|-----------------------------|
| id_spec | serial | Идентификатор специализации |
| spec_name | text | Название специализации |

Таблица 4 – Поля развязочной таблицы Doctors-Specializations

| Поле | Тип данных | Описание |
|-------------------|------------|-----------------------------|
| id_doctor | int | Идентификатор доктора |
| id_specialization | int | Идентификатор специализации |

В таблице 5 описаны поля таблицы Clients. Клиенты и работники имеют 3 одинаковых поля, но они разнесены по разным таблицам, ибо у них разные

роли в бизнес-процессах. Разделение позволяет лучше структурировать информацию и дополнительные связи с другими сущностями.

Таблица 5 – Поля таблицы Clients

| Поле | Тип данных | Описание |
|-----------|------------|---|
| id_client | serial | Идентификатор клиента |
| login | text | Идентификатор клиента для входа в систему |
| password | text | Пароль клиента для входа в систему |

В таблице 6 описаны поля таблицы Pets. В данном проекте у питомца может быть только один владелец, но у владельца может быть много питомцев. Поэтому информация о связи питомец-владелец реализуется с помощью таблицы Pets, где содержится идентификатор хозяина. В таблице 7 описаны поля таблицы Records, которая хранит записи на приемы.

Таблица 6 – Поля таблицы Pets

| Поле | Тип данных | Описание |
|-----------|------------|--------------------------|
| id_pet | serial | Идентификатор питомца |
| name | text | Кличка питомца |
| type | text | Вид, порода питомца |
| age | int | Возраст питомца |
| health | int | Уровень здоровья питомца |
| id_client | int | Идентификатор хозяина |

Таблица 7 – Поля таблицы Records

| Поле | Тип | Описание |
|------------|--------|-------------------------------------|
| id_record | serial | Идентификатор приема |
| id_doctor | int | Идентификатор доктора |
| id_spec | int | Идентификатор специализации доктора |
| id_pet | int | Идентификатор питомца |
| start_time | int | Время начала приема |
| end_time | int | Время конца приема |

2.2 Ролевая модель

Исходя из функциональности, предъявляемой к приложению и представленной на рисунке 1 можно выделить следующие роли.

- 1) Гость. Имеет права только на просмотр таблиц сотрудников и их специализаций.
- 2) Клиент. Имеет права на просмотр и изменение записей, связанных с ним и его питомцами в таблицах Clients, Pets, Records. Как и гость может смотреть предоставляемые услуги.
- 3) Работник. Имеет права на просмотр и изменение всех таблиц, кроме таблицы Clients. В таблице Clients не может видеть и изменять пароль клиента, то есть поле password.
- 4) Администратор. Имеет права на добавление работников в базу данных, а также изменения данных в таблицах Clients, Doctors.

2.3 Триггер базы данных

Для добавления новой записи на прием нужно убедиться, что данное время у врача не занято. Для этого необходим триггер, реализующий анализ уже существующих записей, а также проверку, что желаемое время соответствует часам приема доктора.

Вывод

В данном разделе были описаны сущности, ролевая модель и функции проектируемой базы данных.

3 Технологический раздел

3.1 Архитектура приложения

Для приложения была выбрана клиент-серверная архитектура. Доступ к серверной части будет осуществляться с помощью API [12]. Для осуществления запросов к базе данных будут использоваться коннекторы, предоставляющие интерфейс взаимодействия посредством языка программирования. Приложение было разделено на компоненты: компонент доступа к данным, компонент бизнес-логики, компонент интерфейса. Верхнеуровневое разбиение на компоненты представлено на рисунке 4.

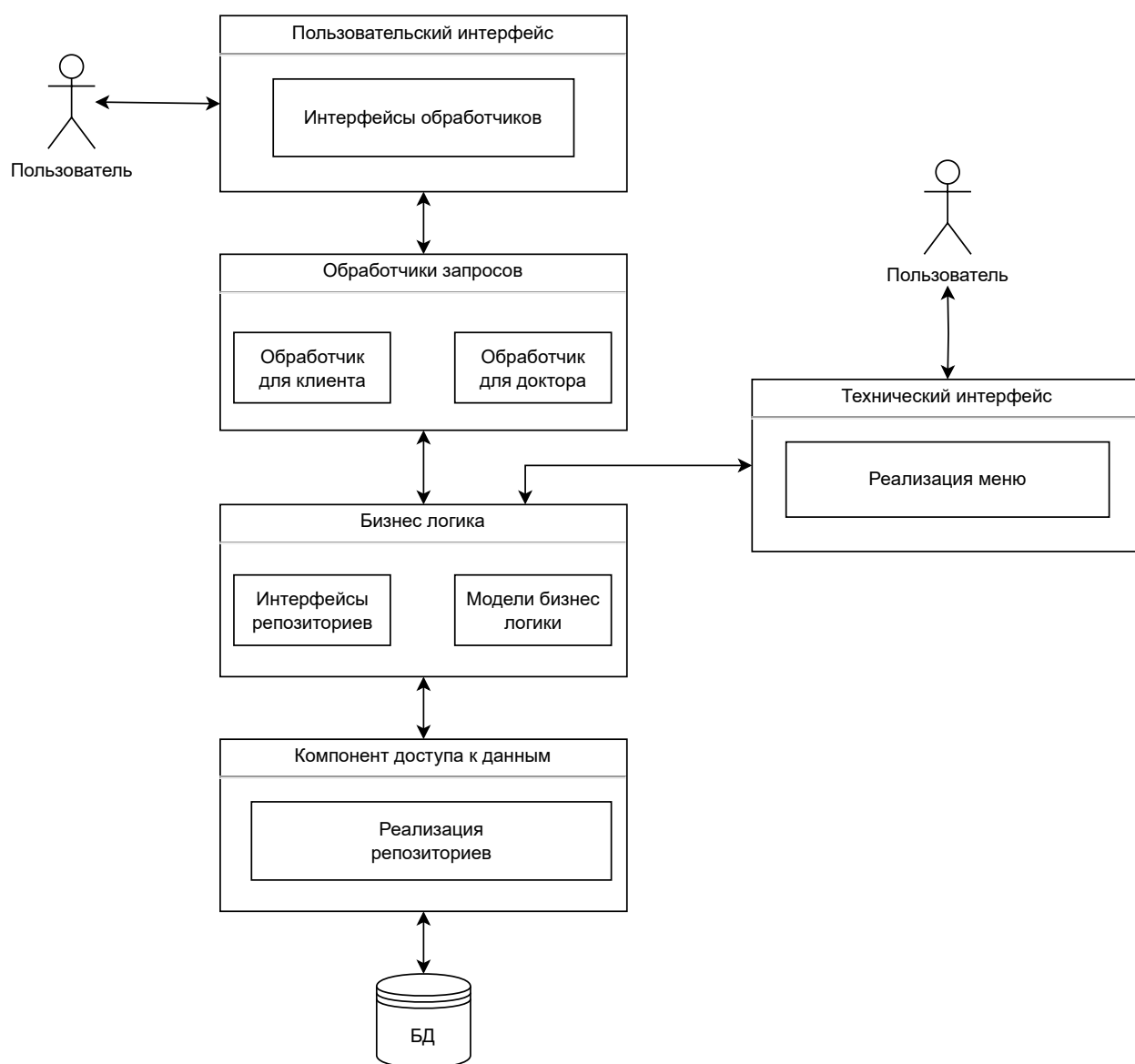


Рисунок 4 – Верхнеуровневое разбиение на компоненты

3.2 Средства реализации

В рамках данной работы были выбраны следующие технологии.

- 1) Язык программирования – Golang [13].
- 2) Система управления базами данных – PostgreSQL.
- 3) Для написания хранимых процедур базы данных будет использовано расширение языка SQL – PL/pgSQL [14].
- 4) Для работы с СУБД была выбрана библиотека database/sql [15], предоставляющая универсальный интерфейс для реляционных баз данных, а также ее расширение – библиотека sqlx [16].
- 5) Фреймворк для реализации API – gin [17].
- 6) Для автоматизации развертывания и изолирования приложения была выбрана платформа Docker [18].
- 7) Технический интерфейс – консоль.

3.3 Детали реализации

3.3.1 Создание таблиц

В листинге 1 представлен код создания таблиц, описанных ранее.

Листинг 1: Скрипт создания таблиц

```
1  drop table if exists doctors cascade;
2  create table doctors
3  (
4      id_doctor serial primary key,
5      login text,
6      password text,
7      start_time int,
8      end_time int
9  );
10 alter table doctors add constraint
11     unique_login_doctor unique (login);
12
13
```

```

14 drop table if exists clients cascade;
15 create table clients
16 (
17     id_client serial primary key,
18     login text,
19     password text
20 );
21 alter table clients add constraint
22     unique_login_client unique (login);
23
24 drop table if exists pets cascade;
25 create table pets
26 (
27     id_pet serial primary key,
28     name text,
29     type text,
30     age int,
31     health int,
32     id_client int references clients(id_client)
33 );
34
35 drop table if exists records cascade;
36 create table records
37 (
38     id_record serial primary key,
39     id_doctor int references doctors (id_doctor),
40     id_pet int references pets (id_pet) on delete cascade,
41     id_client int references clients (id_client),
42     time_start timestamp,
43     time_end timestamp
44 );
45
46 drop table if exists specializations cascade;
47 create table specializations
48 (

```

```

49     id_spec serial primary key,
50     spec_name text
51 );
52
53 drop table if exists doctors_specializations cascade;
54 create table doctors_specializations
55 (
56     id_spec int references specializations(id_spec)
57         on delete cascade,
58     id_doctor int references doctors(id_doctor)
59         on delete cascade,
60     primary key (id_spec, id_doctor)
61 );

```

3.3.2 Создание ролей на уровне базы данных

В конструкторской части были выделены 4 роли на уровне базы данных: гость, клиент, доктор и администратор. Создание ролей и выделение им прав, в соответствии с ролевой моделью, представлены в листинге 2.

Листинг 2: Скрипт создания ролевой модели базы данных

```

1  create role guest login;
2  grant select on doctors to guest;
3
4  create role client login;
5  grant select, insert, update(login, password)
6      on clients to client;
7  grant usage, select on sequence clients_id_client_seq to client;
8  grant select on specializations to client;
9  grant select on doctors_specializations to client;
10 grant select on doctors to client;
11 grant select, insert, delete, update on pets to client;
12 grant usage, select on sequence pets_id_pet_seq to client;
13 grant select, insert on records to client;

```

```

14 grant usage, select on sequence records_id_record_seq to client;
15
16
17 create role doctor login;
18 grant select, update(login, password, start_time, end_time)
19     on doctors to doctor;
20 grant usage, select on sequence doctors_id_doctor_seq to doctor;
21 grant select, insert on specializations to doctor;
22 grant select, insert on doctors_specializations to doctor;
23 grant select (id_client, login) on clients to doctor;
24 grant select, update on pets to doctor;
25 grant select, insert on records to doctor;
26
27
28 create role administrator login superuser;

```

3.3.3 Создание хранимых функций

В конструкторской части была разработана хранимая функция для подсчета статистики с помощью расширения PL/pgSQL, используемого в СУБД PostgreSQL. Код функции представлен в листинге 3.

Листинг 3: Код хранимой процедуры

```

1
2 create or replace function check_record()
3 returns trigger as $$
4 declare
5     overlapping_count integer;
6     is_within_working_hours boolean;
7 begin
8     select count(*)
9     into overlapping_count
10    from records
11    where id_doctor = new.id_doctor

```

```

12         and time_start = new.time_start;
13
14     if overlapping_count > 0 then
15         raise exception
16         'a record with the same doctor and start time
17 already exists. please choose a different time.';
18     end if;
19
20
21     select (extract(hour from new.time_start) >= d.start_time
22            and extract(hour from new.time_start) <= d.end_time)
23            and (extract(hour from new.time_end) >= d.start_time
24            and extract(hour from new.time_end) <= d.end_time)
25     into is_within_working_hours
26     from doctors d
27     where d.id_doctor = new.id_doctor;
28
29     if not is_within_working_hours then
30         raise exception
31         'the appointment time is outside the doctor''s
32 working hours. please choose a correct time.';
33     end if;
34
35     return new;
36 end;
37 $$ language plpgsql;
38
39 create trigger tr_check_record
40 before insert on records
41 for each row
42 execute function check_record();

```

3.4 Тестирование

Для тестирования проекта были реализованы модульные тесты для компонента доступа к данным и для компонента бизнес-логики. Также написаны интеграционные тесты для связи двух компонентов. Каждый тест выполняется в отдельном Docker контейнере, до теста запускается скрипт создания таблиц и в случае необходимости база данных заполняется тестовыми данными.

Для автоматизации тестирования, проведения исследования и развертывания использовался инструмент Gitlab CI/CD [19]. Был создан сценарий, состоящий из четырех стадий.

- 1) Pre. Стадия состоит из статического анализа кода и инициализации модулей.
 - 2) Test. Стадия состоит из модульного тестирования компонента бизнес-логики и компонента доступа к данным, а также из интеграционного тестирования.
 - 3) Build. Состоит из сборки серверной части приложения и технического интерфейса.
 - 4) Research. Состоит из исследования, описанного в следующем разделе.
- Задания, входящие в каждую из стадий приведены на рисунке 5.

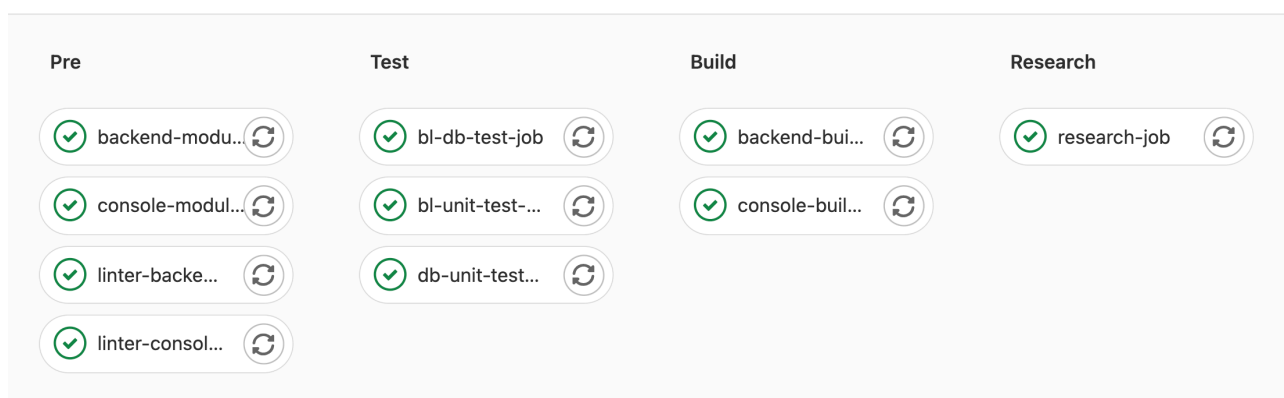


Рисунок 5 – Стадии сборочной линии

На рисунке 6 изображена зависимости между заданиями сборочной линии. Серверная часть приложения и технический интерфейс не связаны между

собой, хоть и имеют общие стадии.

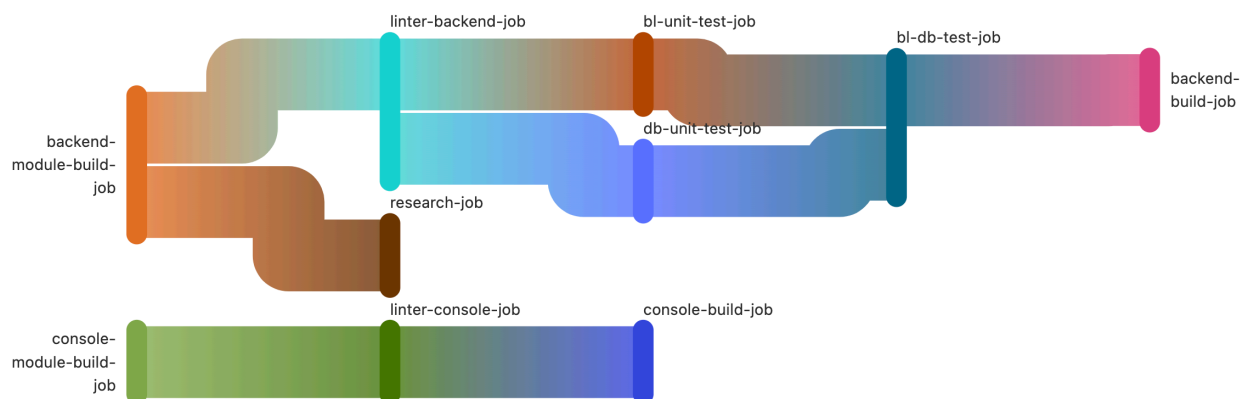


Рисунок 6 – Зависимости между заданиями

4 Исследовательский раздел

4.1 Цель проводимых измерений

Целью является исследование зависимости времени проверки валидности новой записи на прием от общего количества записей и места, где производятся вычисления: на уровне базы данных или приложения.

4.2 Описание исследования

При добавлении новой записи на прием необходимо проверить много факторов, например, что время для записи к врачу попадает в интервал его рабочих часов, питомец принадлежит клиенту, время начало раньше времени конца и выбранное время свободно. Эти проверки по-отдельности можно выполнять как на уровне базы данных, так и на уровне приложения. Также часть проверок можно вынести в интерфейс.

Для сравнения времени были выбраны проверки:

- выбранное время для записи свободно;
- время начала и конца приема не противоречит рабочим часам доктора;
- прием длится ровно один час.

Также для исследования зависимости времени от объема таблица с записями, количество записей будет увеличиваться от 50 до 1000. Можно заметить, что третий критерий не зависит от объема таблицы с записями на прием.

4.3 Технические характеристики

Исследование является четвертой стадией сборочной линии, описанной ранее.

4.4 Результаты исследования

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маркетинговое агентство BusinesStat, занимающееся исследованием конъюнктуры рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://businessstat.ru/>, свободный – (12.03.2023)
2. Ветеринарная клиника «Petstory» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://petstory.ru/>, свободный – (12.03.2023)
3. Ветеринарная клиника «Vetcity Clinic» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vet.city.ru/>, свободный – (12.03.2023)
4. Ветеринарная клиника «Vetcare24» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vetcare24.ru/>, свободный – (12.03.2023)
5. К. Дж. Дейт. «Введение в системы баз данных», 8-е издание, издательский дом «Вильямс», 2005. – 1238 с
6. Томас Коннолли, Каролин Бегг. «Базы данных: Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика», 3-е издание, издательский дом «Вильямс», 2017. – 1440 с
7. What is a Relational Database (RDBMS)? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oracle.com/database/what-is-a-relational-database/>, свободный – (30.05.2023)
8. TECHNICAL SCIENCE / «Colloquium-journal» #2(54),2020, Васильева К.Н., Хусаинова Г.Я, Реляционные базы данных, 2020
9. What is ACID Compliance? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mongodb.com/databases/acid-compliance>, свободный – (12.03.2023)

10. What Is an In-Memory Database? | AWS Amazon [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/nosql/in-memory/>, свободный – (12.03.2023)
11. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/>, свободный – (12.03.2023)
12. What is API? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/topics/api> свободный – (12.03.2023)
13. Golang – компилируемый многопоточный язык программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pkg.go.dev/std/>, свободный – (12.03.2023)
14. PL/pgSQL — SQL Procedural Language [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/current/plpgsql.html>, свободный – (12.03.2023)
15. Библиотека database/sql [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pkg.go.dev/database/sql/>, свободный – (12.03.2023)
16. Библиотека sqlx [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pkg.go.dev/github.com/jmoiron/sqlx>, свободный – (12.03.2023)
17. Gin Web Framework. The fastest full-featured web framework for Go. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gin-gonic.com/>, свободный – (12.03.2023)
18. Docker is a platform designed to help developers build, share, and run modern application. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.docker.com/>, свободный – (12.03.2023)

19. GitLab CI/CD is a tool for software development using the continuous methodologies: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.gitlab.com/ee/ci>, свободный – (30.05.2023)