



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Пермский филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Факультет экономики, менеджмента и бизнес-информатики

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

DEVELOPMENT OF A PROGRAM FOR ROOM HEATING VENTILATION SIMULATION

Работу выполнил студент
образовательной программы
«Программная инженерия»
Селина А.Д. ПИ-19-1

Руководитель
Доцент, Кафедра информационных
технологий в бизнесе
Кычкин А.В.



РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ



Отсутствие теплового комфорта

Программа для моделирования
воздухообмена помещения



Высокие расходы на отопление
помещений

Гольфстрим
GazTrade
Teplocom Cloud

SoftHVAC
Kermi fco
Insolo



РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: разработка приложения включающая проектирование и реализацию программного модуля для хранения и обработки результатов моделирования воздухообмена.

Изучить справочную и научную литературу по тематике воздухообмена в зданиях и помещениях

Изучить предметную область «Воздухообмен», описать ее и детализировать

Провести проектирование информационной системы

Разработать запросы, позволяющие выполнять CRUD операции

Спроектировать выполнение отчетов тепловых потерь и температур, на основе имеющихся данных



РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

Объект

ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Процесс воздухообмена помещения в жилом или офисном здании, оснащенного средствами локального регулирования температуры воздуха.

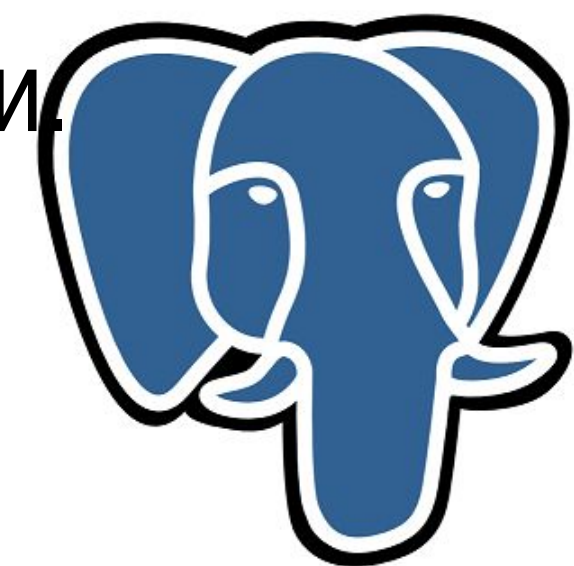
Предмет



программа для моделирования воздухообме



или



PostgreSQL



РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Новизна

1. Доступность
2. Простота использования
3. Прогнозирование температурного режима

Практическая значимость

Полученная информационная система послужит основой для дальнейшей работы, направленной на воздухообмен не только помещений, но и крупных промышленных объектов





РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. Хранение данных об объектах
2. Отображение температуры
3. Генерация отчетов
4. Прогнозирование температурного режима

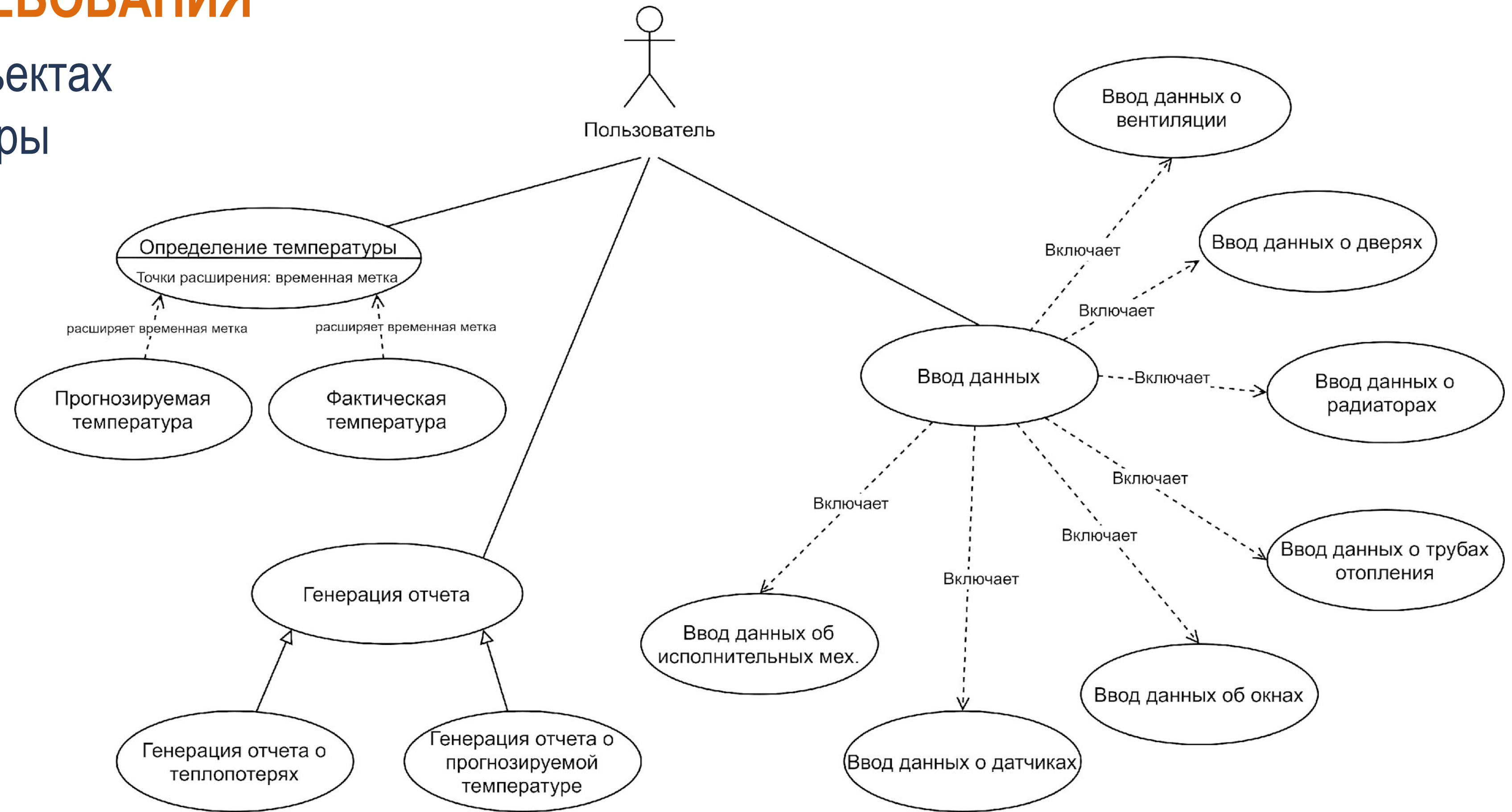
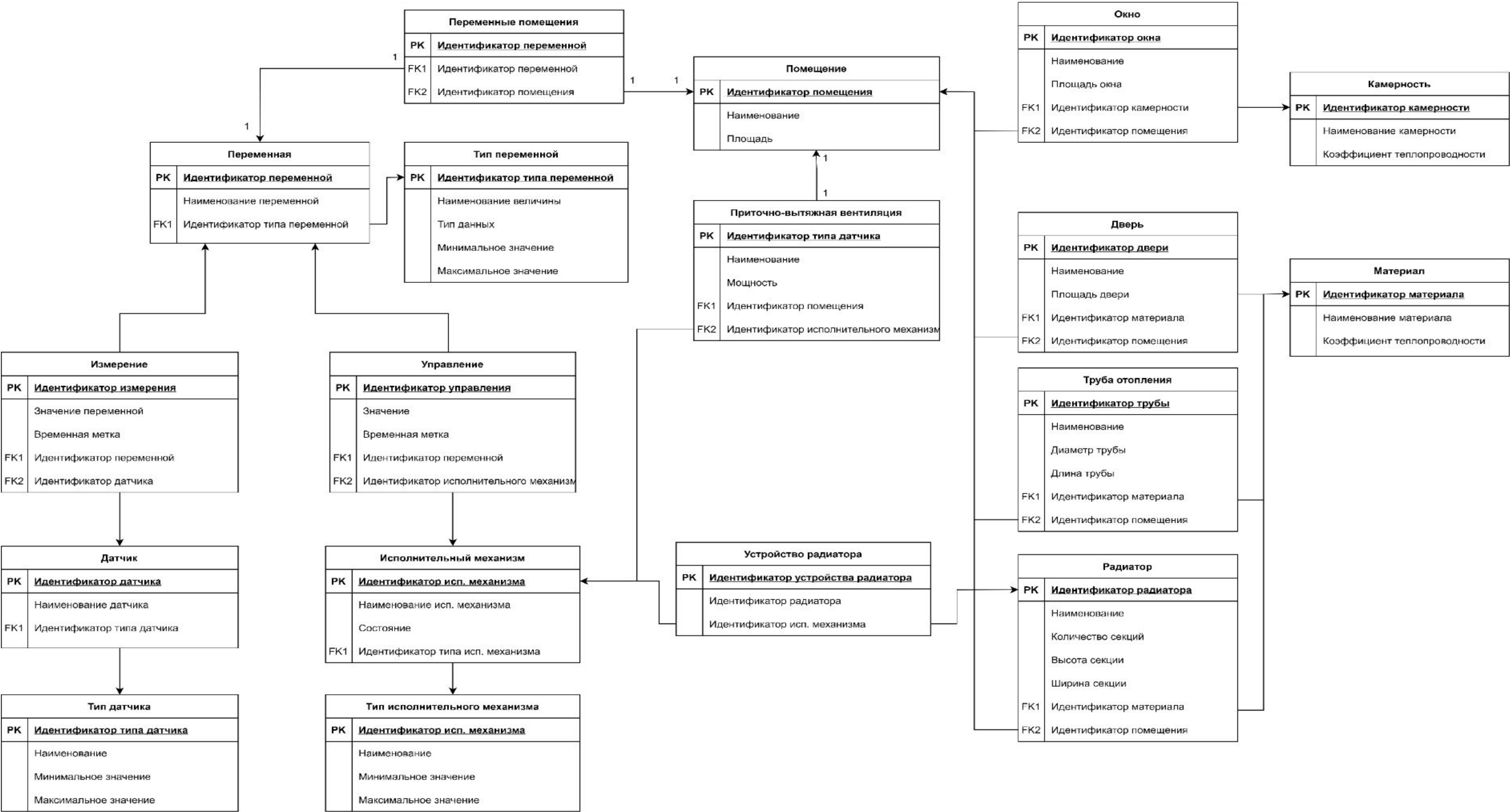


Диаграмма прецедентов





РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

РАЗРАБОТКА CRUD ОПЕРАЦИЙ

```
var cmd = new NpgsqlCommand(@"Insert into room (id_room, room_name, room_square) " +  
    "values(@max, @name, @square)", connection);
```

```
var cmd = new NpgsqlCommand  
    (@"Insert into windows(id_window, window_name, window_square, id_window_intimacy, id_room) " +  
        "values(@max, @name, @square, @id_intimacy, @id_room)", connection);
```

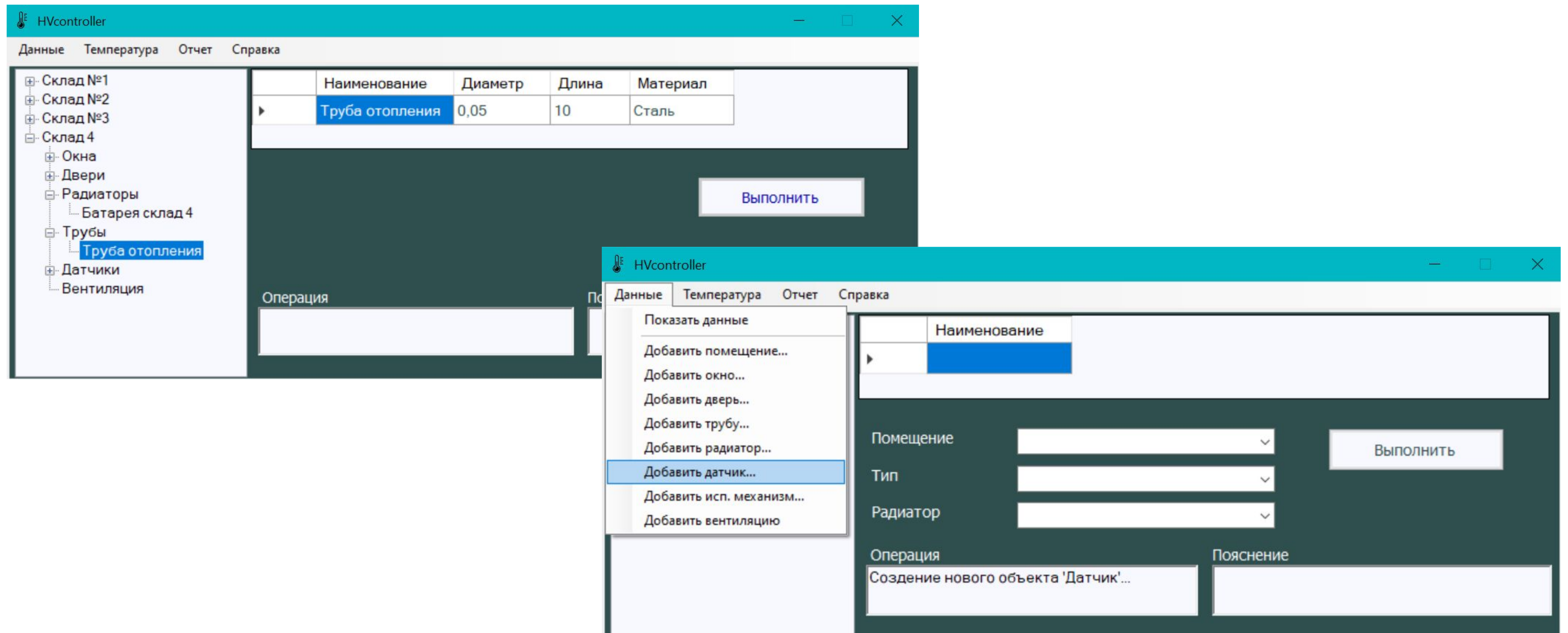
```
var cmd = new NpgsqlCommand  
    ($@"Update radiator set radiator_name = @name, section_number = @section,  
        section_hight = @hight, section_width = @width, id_material = @id_material, id_room = @id_room  
        where id_radiator = @id_radiator", connection);
```

```
var cmd = new NpgsqlCommand(@"Select room_name, sensor_name from room  
    inner join room_variables using (id_room)  
    inner join variable using (id_variable)  
    inner join in_variable using (id_variable)  
    inner join sensor using (id_sensor)  
    where id_room = @plug", con);
```




РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

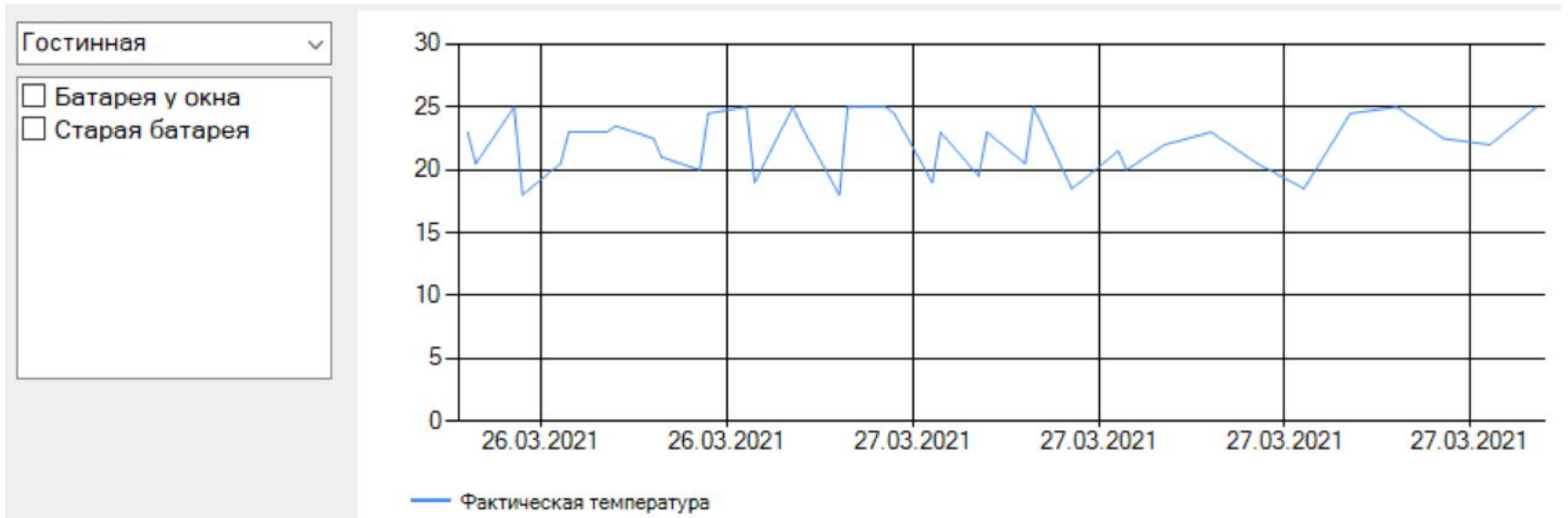
ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС





РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

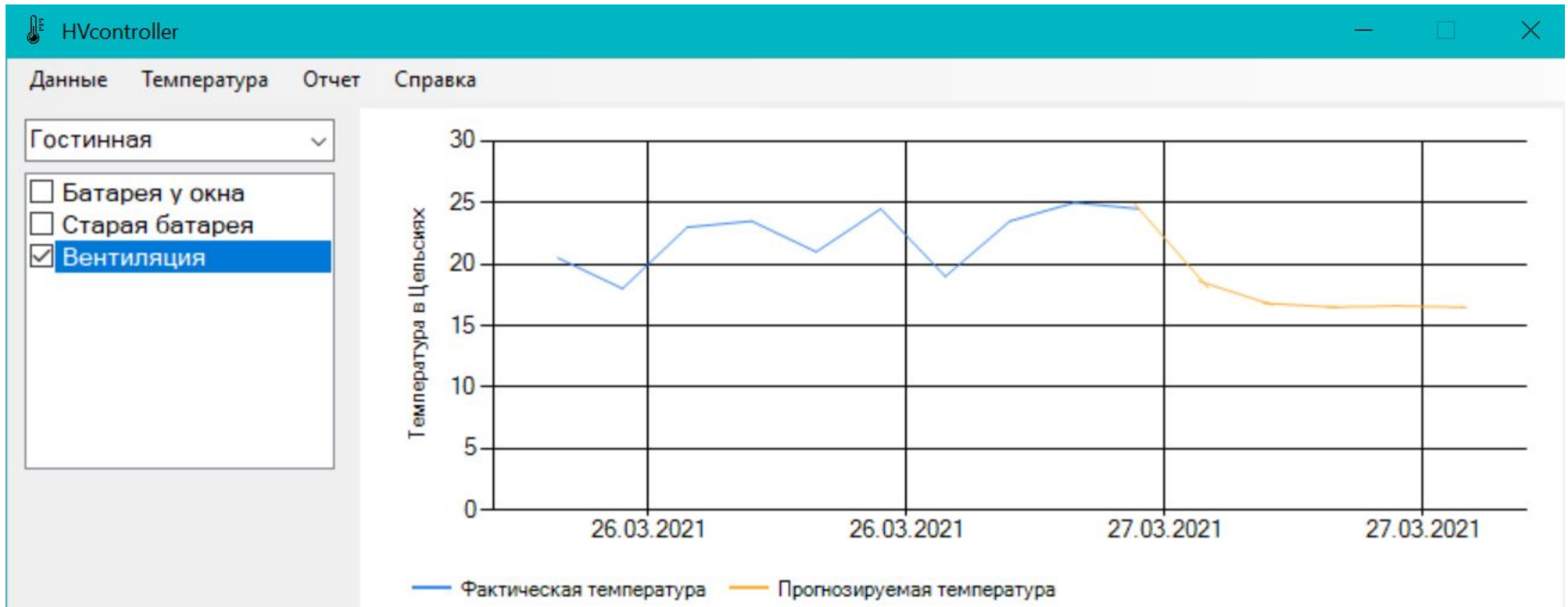
ГРАФИКИ: ФАКТИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА





РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

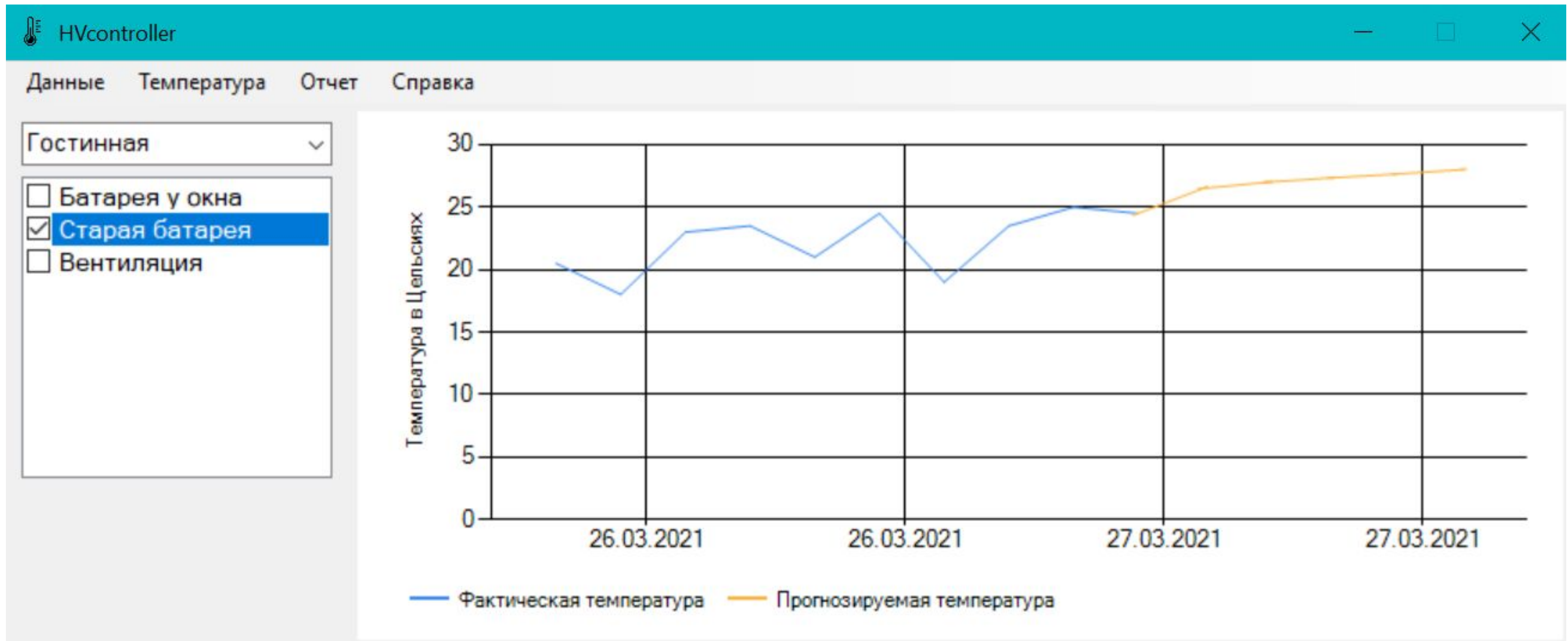
ГРАФИКИ: ПРОГНОЗИРУЕМАЯ ТЕМПЕРАТУРА





РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

ГРАФИКИ: ПРОГНОЗИРУЕМАЯ ТЕМПЕРАТУРА





РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

ОТЧЕТЫ: ТЕПЛОПОТЕРИ И ТЕМПЕРАТУРА

Данные Температура Отчет Справка

Склад 4

Теплопотери окон: 1,98
Теплопотери дверей: 0,23
Теплопотери радиаторов: 50,6
Теплопотери труб: 46,5

Данные Температура Отчет Справка

Склад №3

Дата и время	Температура
30.03.2021 23:37:32	19,5
31.03.2021 0:37:32	20,5
31.03.2021 1:37:32	20,5
31.03.2021 2:37:32	19
31.03.2021 3:37:32	19,5
31.03.2021 4:37:32	18,5
31.03.2021 5:37:32	18,5
31.03.2021 6:37:32	20,5
31.03.2021 7:37:32	18



РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучена справочная и научная литература по тематике «Воздухообмен»

Проанализирована предметная область

Разработана база данных для приложения «Воздухообмен»

Сформированы и протестированы запросы к базе данных

Спроектированы отчеты теплотерь и температур помещения



РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 № 1523-р «Энергетическая стратегия России до 2035 г».

Жуковский С. В., Сурков А. А., Кычкин А.В. Аспекты устойчивого развития высоко технологичной городской среды // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2017. №1. С. 80-92.

Самарин О.Д., Гришнева Е.А. Повышение энергоэффективности зданий на основе интеллектуальных технологий // Энергосбережение и водоподготовка. 2011. №65(5). С. 12-14.

Пирогов Н. Л., Решетов К. Ю. Экономика российского ЖКХ: проблемы управления и инновации // Проблемы экономики и юридической практики. 2014. №5. С. 277-282.

Oldewurtel F., Sturzenegger D., Morari M.: Importance of occupancy information for building climate control. Applied energy 101(1), 521-532 (2013).



РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Шкловер А. М. Теплопередача при периодических тепловых воздействиях // Госэнергоиздат, 1961.

СНиП II-A.7-71. Строительная теплотехника. – Введ. 1972-04-01. Утв: Государственным комитетом Совета министров СССР по делам строительства.

ГОСТ 23166-99. Блоки оконные. Общие технические условия (с Изменением N 1, с Поправкой). – Введ. 2001-01-01. Утв: МНТКС.

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. – Введ. 2013-07-01. Утв: Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

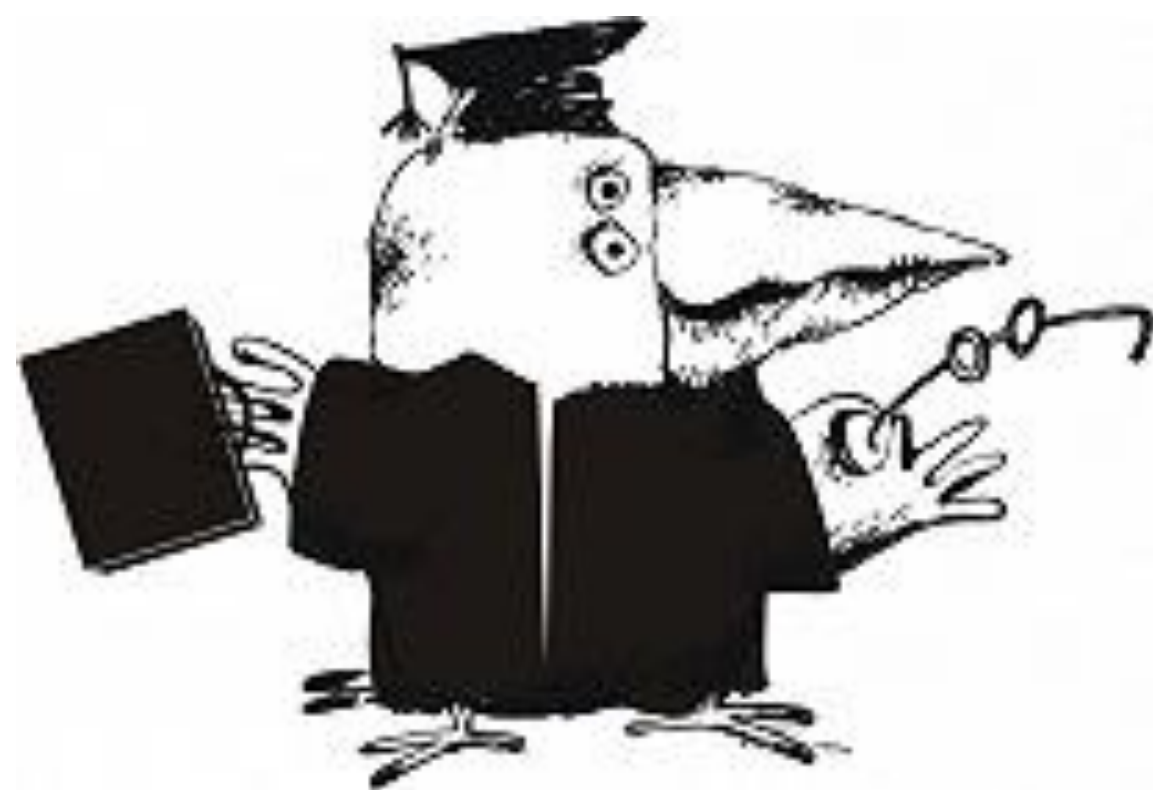
ОК 034-2014. Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности. – Введ. 2014-02-01. Утв: Приказом Росстандарта.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ



СЕЛИНА АННА ДМИТРИЕВНА
adselina@edu.hse.ru

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!



АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ



Отсутствие теплового комфорта

Гольфстрим
GazTrade
Teplocom Cloud

Программа для моделирования воздухообмена помещения

Высокие расходы на отопление помещений

SoftHVAC
Kermi fco
Insolo

2

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: разработка приложения включающая проектирование и реализацию программного модуля для хранения и обработки результатов моделирования воздухообмена.

Изучить справочную и научную литературу по тематике воздухообмена в зданиях и помещениях

Изучить предметную область «Воздухообмен», описать ее и детализировать

Провести проектирование информационной системы

Разработать запросы, позволяющие выполнять CRUD операции

Спроектировать выполнение отчетов теплопотерь и температур, на основе имеющихся данных

3

ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект

Процесс воздухообмена помещения в жилом или офисном здании, оснащенного средствами локального регулирования температуры воздуха.



Предмет

программа для моделирования воздухообмена в помещении.



PostgreSQL

4

НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Новизна

1. Доступность
2. Простота использования
3. Прогнозирование температурного режима

Практическая значимость

Полученная информационная система послужит основой для дальнейшей работы, направленной на воздухообмен не только помещений, но и крупных промышленных объектов



5

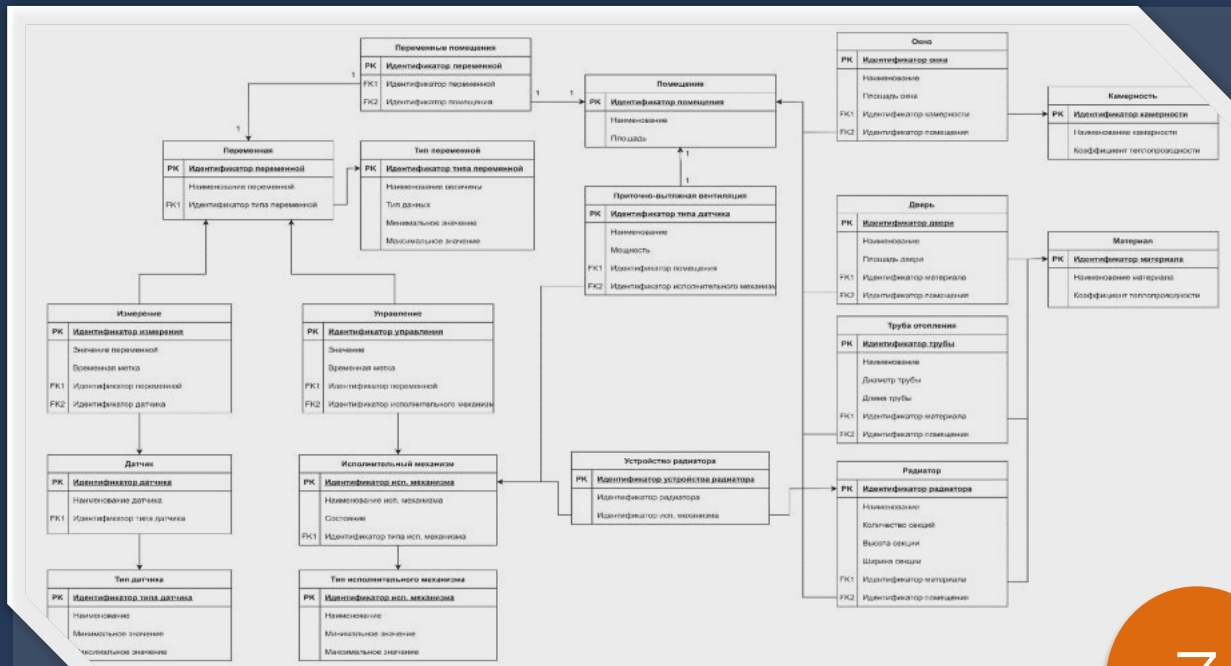
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. Хранение данных об объектах
2. Отображение температуры
3. Генерация отчетов
4. Прогнозирование температурного режима



Диаграмма прецедентов

6



7

РАЗРАБОТКА CRUD ОПЕРАЦИЙ

```
var cmd = new NpgsqlCommand(@"Insert into room (id_room, room_name, room_square) " + "values(@max, @name, @square)", connection);
```

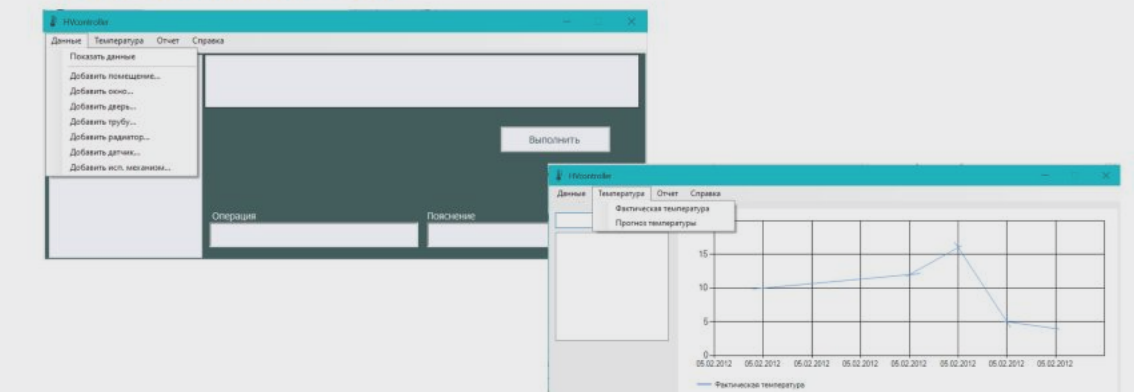
```
var cmd = new NpgsqlCommand(@"Insert into windows(id_window, window_name, window_square, id_window_intimacy, id_room) " + "values(@max, @name, @square, @id_intimacy, @id_room)", connection);
```

```
var cmd = new NpgsqlCommand(@"Update radiator set radiator_name = @name, section_number = @section, section_high = @height, section_width = @width, id_material = @id_material, id_room = @id_room where id_radiator = @id_radiator", connection);
```

```
var cmd = new NpgsqlCommand(@"Select room_name, sensor_name from room inner join room_variables using (id_room) inner join variable using (id_variable) inner join in_variable using (id_variable) inner join sensor using (id_sensor) where id_room = @plug", con);
```

8

ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС



9

ГРАФИКИ: ФАКТИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА



10

ГРАФИКИ: ПРОГНОЗИРУЕМАЯ ТЕМПЕРАТУРА



12

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучена справочная и научная литературу по тематике «Воздухообмен»

Проанализирована предметная область

Разработана база данных для приложения «Воздухообмен»

Сформированы и протестированы запросы к базе данных

Спроектированы отчеты теплопотерь и температур помещения

14



РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДУХООБМЕНА ПОМЕЩЕНИЯ

МОДЕЛИРОВАНИЕ

$$Q_{\text{поступления}} + Q_{\text{потерь}} = \Delta Q$$

$$L_{\phi} = m * F * V * N * 3600,$$

где

m — коэффициент расхода воздуха, который принимает значение в рамках 0,3–0,8 (возьмём среднее значение 0,55);

F — площадь форточки, м^2 .

V — скорость выхода воздуха через форточку, м/с .

N — количество форточек, шт.

$$g = \frac{0,465 * P_6}{T},$$

$$V = \sqrt{\frac{2g * H_2}{g_{\text{вн}}}}, \quad H_2 = h_{2\text{внеш}} * (g_{\text{вн}} - g),$$

$$Q = 3,14 * D * L * k * (Tr - To)$$

Q - количество тепла, выделяемое трубой;

D - диаметр трубы в метрах;

L - длина в метрах;

K - коэффициент теплопередачи, который в данном случае равен $11,63 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

To - температура в помещении;

Tr - температура теплоносителя в системе.

$$\Delta Q = cm\Delta t$$

Изменение температуры за определенный промежуток времени

Δt