

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО («ВГУ»)

Факультет математический

Клиент-серверное приложение для управления персоналом и проектами

Выпускная квалификационная работа

«Системный инженер (специалист по эксплуатации аппаратно-программных комплексов персональных ЭВМ и сетей на их основе)»

Обучающийся

А.А. Уткин

Руководитель

д.ф.-м.н.

Д.В. Груздев

Воронеж 2019

Содержание

Введение	3
1 Постановка задачи	4
2 Используемые технологии	5
3 Этапы создания сервера	9
3.1 Создание и настройка сервера	9
3.2 Настройка работы HTTPS	10
3.3 Интеграция технологии JSON Web Token (JWT)	12
3.4 Разработка собственного API	13
3.5 Реализация серверной части	15
4 Этапы создания клиента	18
4.1 Настройка системы для разработки клиента	18
4.2 Создание интерфейса	19
4.3 Реализация клиентской части	20
4.4 Логика работы клиента	22
5 Заключение	27
6 Приложение	28
6.1 Исходный код server/app.py	28
6.2 Исходный код server/db.py	31
6.3 Исходный код client/db_api.py	35
6.4 Исходный код client/main_logic.py	38
Список литературы	60

Введение

Практически каждая команда разработчиков при создании программного продукта использует различные решения для контроля выполненных задач, такими, как, например Gitlab issues или Redmine. Без использования таких инструментов отслеживание вклада каждого человека в работу над продуктом становится затруднительной задачей.

Исходя из важности использования таких решений, целью работы была поставлена задача разработки клиент-серверного программного обеспечения с подобным функционалом, с добавлением в него элементов управления персоналом (работниками) и проектами (задачами), используя собственный опыт разработки кроссплатформенного программного обеспечения с элементами интерфейса.

1 Постановка задачи

В процессе проектирования архитектуры приложения-клиента было решено реализовать следующий функционал:

1. Авторизация работника, смена пароля работником;
2. Добавление и увольнение работников;
3. Создание и завершение проектов;
4. Назначение проектов работнику;
5. Редактирование данных работников и проектов;
6. Отображение назначенных работнику проектов;
7. Отображения списка работников, назначенных на конкретный проект.

Серверная часть должна была выполнять запросы клиента, оперировать данными в БД, а также отвечать за аутентификацию пользователей в системе. Исходя из этого серверная часть должна была иметь следующий функционал:

1. Обработка запросов, поступающих от клиента;
2. Поддержка защищенного соединения;
3. Возможность одновременного ответа на несколько запросов;
4. Поддержка кодов состояния HTTP;
5. Контроль доступа к данным БД.

2 Используемые технологии

Разработка клиент-серверных приложений влечет за собой необходимость в использовании множества технологий. Необходим выбор протокола передачи данных, формата самих данных, способа их защиты, а также вида базы данных для их хранения. Также неотъемлемой частью работы является выбор языка программирования для реализации задуманного функционала.

Определение 1 *«Клиент — сервер» — вычислительная или сетевая архитектура, в которой задания или сетевая нагрузка распределены между поставщиками услуг, называемыми серверами, и заказчиками услуг, называемыми клиентами. Фактически клиент и сервер — это программное обеспечение. Обычно эти программы расположены на разных вычислительных машинах и взаимодействуют между собой через вычислительную сеть посредством сетевых протоколов.*

Определение 2 *Протокол передачи данных — набор соглашений интерфейса логического уровня, которые определяют обмен данными между различными программами. Эти соглашения задают единообразный способ передачи сообщений и обработки ошибок.*

Для поддержки защищенного соединения между клиентом и сервером было принято решение использовать протокол HTTPS.

Определение 3 *HTTPS — расширение протокола HTTP для поддержки шифрования в целях повышения безопасности. Данные в протоколе HTTPS передаются поверх криптографических протоколов SSL или TLS.*

Определение 4 *HTTP — протокол прикладного уровня передачи данных изначально — в виде гипертекстовых документов в формате «HTML».*

Для упрощения процесса взаимодействия клиента и сервера был разработан собственный API, с помощью которого происходит составление запросов и структурирование отправляемых данных.

Определение 5 *API — описание способов (набор классов, процедур, функций, структур или констант), которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой.*

Данные между клиентом и сервером было решено передавать с помощью POST-запросов в формате JSON.

Определение 6 *POST — один из многих методов запроса, поддерживаемых HTTP протоколом, используемым во Всемирной паутине. Метод запроса POST предназначен для запроса, при котором веб-сервер принимает данные, заключённые в тело сообщения, для хранения. Он часто используется для загрузки файла или представления заполненной веб-формы.*

Определение 7 *JSON — текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript, как и многие другие текстовые форматы, он легко читается людьми.*

Для безопасной передачи данных аутентификации на сервер используется технология JSON Web Token (JWT).

Определение 8 *JSON Web Token (JWT) — это открытый стандарт (RFC 7519) для создания токенов доступа, основанный на формате JSON. Как правило, используется для передачи данных для аутентификации в клиент-серверных приложениях.*

Исходя из личного опыта разработки, в качестве основного языка программирования был выбран Python версии 3.7.

Определение 9 *Python — высокоуровневый язык программирования общего назначения, ориентированный на повышение производительности разработчика и читаемости кода. Синтаксис ядра Python минималистичен. В то же время стандартная библиотека включает большой объём полезных функций. Python поддерживает структурное, объектно-ориентированное, функциональное, императивное и аспектно-ориентированное программирование. Основные архитектурные черты — динамическая типизация, автоматическое управление памятью, полная интроспекция, механизм обработки исключений, поддержка многопоточных вычислений, высокоуровневые структуры данных. Поддерживается разбиение программ на модули, которые, в свою очередь, могут объединяться в пакеты.*

Для создания интерфейса клиента было решено использовать PyQt5 в связке с конструктором интерфейса Qt designer. Такой выбор обусловлен кроссплатформенностью этого инструмента, большой базой компонентов и возможностью создания собственных, а также подробной документацией Qt5.

Определение 10 *Qt — кроссплатформенный фреймворк для разработки программного обеспечения на языке программирования C++. Включает в себя все основные классы, которые могут потребоваться при разработке прикладного программного обеспечения, начиная от элементов графического интерфейса и заканчивая классами для работы с сетью, базами данных и XML. Является полностью объектно-ориентированным, расширяемым и поддерживающим технику компонентного программирования.*

Определение 11 *PyQt — набор «привязок» графического фреймворка Qt для языка программирования Python, выполненный в виде расширения Python.*

Определение 12 *Qt Designer — кроссплатформенная свободная среда для разработки графических интерфейсов (GUI) программ, использующих библиотеку Qt.*

Для хранения и обработки данных использован виртуальный сервер (VPS) со следующим окружением:

1. Сервер базы данных MongoDB;
2. Nginx для работы API;
3. Gunicorn в качестве WSGI сервера;
4. Серверная часть существует в виде Docker контейнера.

При выборе системы управления базами данных выбор пал на MongoDB. Этот выбор обусловлен открытым исходным кодом продукта, а также желанием получить опыт использования NoSQL СУБД в проекте.

Определение 13 *MongoDB — документоориентированная система управления базами данных (СУБД) с открытым исходным кодом, не требующая описания схемы таблиц. Классифицирована как NoSQL, использует JSON-подобные документы и схему базы данных.*

В качестве веб сервера был выбран Nginx. Для взаимодействия веб-сервера и кода на языке программирования Python был использован WSGI-сервер Gunicorn.

Определение 14 *Nginx — веб-сервер и почтовый прокси-сервер, работающий на UNIX-подобных операционных системах.*

Определение 15 *Gunicorn (Green Unicorn) — WSGI HTTP сервер, написанный на языке программирования Python, для UNIX систем.*

Определение 16 *UNIX — семейство переносимых, многозадачных и многопользовательских операционных систем, которые основаны на идеях оригинального проекта AT&T Unix, разработанного в 1970-х годах в исследовательском центре Bell Labs. Операционные системы семейства Unix характеризуются модульным дизайном, в котором каждая задача выполняется отдельной утилитой, взаимодействие осуществляется через единую файловую систему, а для работы с утилитами используется командная оболочка.*

Определение 17 *WSGI — стандарт взаимодействия между Python-программой, выполняющейся на стороне сервера, и самим веб-сервером.*

Почти все компоненты, необходимые для работы сервера, были развернуты с помощью технологии Docker.

Определение 18 *Docker — программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации. Позволяет «упаковать» приложение со всем его окружением и зависимостями в контейнер, который может быть перенесён на любую Linux-систему.*

3 Этапы создания сервера

3.1 Создание и настройка сервера

Для разработки и отладки клиент-серверной архитектуры можно было обойтись созданием и настройкой домашнего локального сервера. Но, для доступности из любого места и для реального видения скорости обработки данных, был арендован VPS сервер на территории России.

Определение 19 *VPS — услуга предоставления в аренду так называемого виртуального выделенного сервера. В плане управления операционной системой по большей части она соответствует физическому выделенному серверу. В частности: root-доступ, собственные IP-адреса, порты, правила фильтрации и таблицы маршрутизации.*

В качестве операционной системы VPS сервера была выбрана Linux Ubuntu 18.04 LTS с базовой настройкой доступа и безопасности.

Определение 20 *Ubuntu — операционная система, основанная на Debian GNU/Linux. Основным разработчиком и спонсором является компания Canonical. В настоящее время проект активно развивается и поддерживается свободным сообществом.*

После этого необходимо установить Docker, который позволит начать развертку Docker-контейнера с собранным комплектом для работы MongoDB, Gunicorn и логики архитектуры. Так же необходим Docker-контейнер с настроенным Nginx. Все эти инструменты возможно установить и использовать без использования Docker, но тогда будет утеряна мобильность архитектуры, которая может понадобится в случае смены VPS сервера на другой.

3.2 Настройка работы HTTPS

Для безопасной передачи данных между клиентом и сервером была реализована поддержка протокола передачи данных HTTPS. Для этого на сервере был получен цифровой SSL сертификат.

Определение 21 *Цифровой сертификат — выпущенный удостоверяющим центром электронный или печатный документ, подтверждающий принадлежность владельцу открытого ключа или каких-либо атрибутов. Сертификат открытого ключа удостоверяет принадлежность открытого ключа некоторому субъекту, например, пользователю. Сертификат открытого ключа содержит имя субъекта, открытый ключ, имя удостоверяющего центра, политику использования соответствующего удостоверяемому открытому ключу закрытого ключа и другие параметры, заверенные подписью удостоверяющего центра.*

В данном случае, для шифрования трафика можно было обойтись созданием самозаверенного сертификата.

Определение 22 *Самозаверенный сертификат — специальный тип сертификата, подписанный самим его субъектом. Технически данный тип ничем не отличается от сертификата, заверенного подписью удостоверяющего центра, только вместо передачи на подпись в удостоверяющий центр пользователь создаёт свою собственную сигнатуру. Создатель сертификата сам является в данном случае удостоверяющим центром.*

Но, вместо создания самозаверенного сертификата было решено обратиться к центру сертификации Let's Encrypt, что позволило достичь высоких стандартов безопасности (рис. 1).

Определение 23 *Let's Encrypt — центр сертификации, предоставляющий бесплатные криптографические сертификаты X.509 для TLS-шифрования (HTTPS). Процесс выдачи сертификатов полностью автоматизирован. Проект создан для того, чтобы большая часть интернет-сайтов смогла перейти к шифрованным подключениям (HTTPS). В отличие от коммерческих центров сертификации, в данном проекте не требуется оплата, переконфигурация веб-серверов, использование электронной почты, обработка просроченных сертификатов, что делает процесс установки и настройки TLS-шифрования значительно более простым.*

Summary

Overall Rating

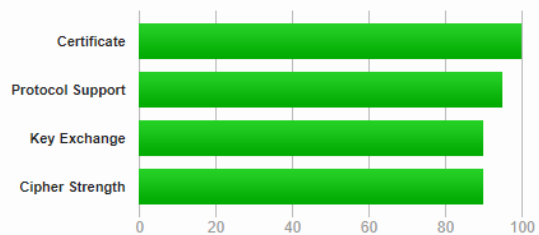


Рис. 1: Рейтинга безопасности для SSL-сертификата сервера.

3.3 Интеграция технологии JSON Web Token (JWT)

Аутентификация пользователя на сервере происходит с помощью логина и пароля, после чего клиенту выдается токен для дальнейшего отправления данных. По истечению некоторого времени, этот токен необходимо обновить по средствам повторной аутентификации. Для структурирования и шифрования данного токена была использована технология JWT.

Токен представляет собой набор данных из трех секций в зашифрованном виде (рис. 2). Первая секция (HEADER) отвечает за информацию

Encoded

PASTE A TOKEN HERE

eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJlbWFpbCI6ImFydGVtMTMyYXNzQGdtYWlsLmNvbnNlbnV4cCI6MTU0NTE1NTEuXn0.0w5vEw7PMaJWpcNGSlyIBfLLKiEsTRy1ZXiyFdOS3NI

Decoded

EDIT THE PAYLOAD AND SECRET

HEADER: ALGORITHM & TOKEN TYPE

```
{
  "typ": "JWT",
  "alg": "HS256"
}
```

PAYLOAD: DATA

```
{
  "email": "artem132rus@gmail.com",
  "exp": 1545155116
}
```

VERIFY SIGNATURE

HMACSHA256(
 base64UrlEncode(header) + "." +
 base64UrlEncode(payload),
 your-256-bit-secret
)

☐ secret base64 encoded

Рис. 2: Структура токена.

об используемых технологиях (JWT) и шифровании (HS256). Во второй секции (PAYLOAD) записан владелец токена (email), а также время, когда этот токен выдан. Третья секция (VERIFY SIGNATURE) содержит хеш-суммы первой и второй секции, для проверки токена на подлинность. Для безопасности, третья секция токена шифруется перед отправкой. Весь токен отправляется в кодировке Base64.

Определение 24 Base64 — стандарт кодирования двоичных данных при помощи только 64 символов ASCII.

3.4 Разработка собственного API

Для взаимодействия сервера и клиента было разработано собственное API, которое удовлетворяет всем нуждам проекта. Созданное API позволяет передавать данные по средствам POST-запроса в формате JSON (рис. 3). Для оптимизации передачи данных, была добавлена возможность объединять множественные запросы в один POST-запрос перед отправкой. Ответ от сервера так же приходит в формате JSON (рис. 4), а если запрос был множественным, ответ на него будет содержать вложенные данные для ответа на каждый запрос.

```
{
  "requests": {
    "get_users_count": {},
    "get_all_users": {"offset": 0, "length": 1},
    "edit_users": [{
      "_id": "5c0c1ff8086da8000a103d27",
      "email": "admin@admin.ru",
      "name": [
        "Иванов",
        "Иван",
        "Иванович"
      ],
      "position": "Зам. директора"
    }],
  },
  "token": "eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJlbWFpbCI"
}
```

Рис. 3: Формат запроса к API. В данном случае, выполняется запрос на получение количества пользователей, получения данных одного из них, а также последующие редактирование этого пользователя.

```

{
  "ok": true,
  "content": {
    "get_users_count": {
      "ok": true,
      "content": 27
    },
    "get_all_users": {
      "ok": true,
      "content": [{
        "_id": "5c0c1ff8086da8000a103d27",
        "email": "admin@admin.ru",
        "name": [
          "Иванов",
          "Иван",
          "Иванович"
        ],
        "position": "Зам. директора"
      }]
    },
    "edit_users": [{
      "ok": true,
      "content": "User has been changed."
    }]
  }
}

```

Рис. 4: Ответ сервера на запрос, представленный на рис. 3. Данные для каждого запроса были объединены в один JSON файл.

3.5 Реализация серверной части

Основная логика работы с БД и обработки запросов реализована за счет возможностей языка программирования Python. Для обращения к СУБД MongoDB (чтение, запись) используется библиотека pymongo. Для интеграции технологии JSON Web Token (JWT) используется библиотека jwt. Для обработки json файлов используется библиотека json.

Каждое логическое действие представляет собой обособленную функцию, которая будет вызвана при необходимости.

Листинг 1: Функция сервера для создания токена для клиента, прошедшего аутентификацию.

```
1 def create_token(self, email):
2     exp = datetime.datetime.utcnow() + datetime.timedelta(minutes=10)
3     token = jwt.encode({'email': email, 'exp': exp}, self.secret, algorithm=
        'HS256')
4     return token.decode()
```

Листинг 2: Функция сервера для проверки токена клиента.

```
1 def check_token(self, token):
2     try:
3         payload = jwt.decode(token.encode(), self.secret, algorithms=['HS256',
            ])
4     except jwt.ExpiredSignatureError:
5         return False, 'Token expired!', 403
6     except (jwt.DecodeError, AttributeError):
7         return False, 'Invalid token!', 403
8     return True, payload['email'], 200
```

Листинг 3: Функция сервера для авторизации клиента.

```
1 def authorization(self, user_data):
2     email = user_data['email']
3     pwd = user_data['pwd']
4     user = self.users.find_one({'email': email})
5     if not user:
6         return False, 'User not found!', 404
7     if user['pwd'] == sha256(pwd.encode()).hexdigest():
8         return True, self.create_token(email), 200
9     return False, 'Wrong password!', 400
```

При взаимодействии с сервером используются коды состояния HTTP для сообщения о статусе различных операций.

Определение 25 *Код состояния HTTP — часть первой строки ответа сервера при запросах по протоколу HTTP (HTTPS). Он представляет собой целое число из трёх десятичных цифр. Первая цифра указывает на класс состояния. За кодом ответа обычно следует отделённая пробелом поясняющая фраза на английском языке, которая разъясняет человеку причину именно такого ответа.*

Примерами таких кодов могут быть:

- 200 OK («хорошо»);
- 400 Bad Request («плохой или неверный запрос»);
- 404 Not Found («не найдено»).

Листинг 4: Функция сервера для связывания проекта с работником. В ней присутствует множество условий проверки, каждый из которых даст некий код состояния HTTP.

```
1 def assign_to_projects(self, data):
2     result = []
3     for x in data:
4         user = self.users.find_one({'email': x['email']})
5         if not user:
6             result.append((False, 'User not found!', 404))
7             continue
8         project = self.projects.find_one({'name': x['project']})
9         if not project:
10            result.append((False, 'Project not found!', 404))
11            continue
12            connection = self.connections.find_one({'user': user['_id'], '
                project': project['_id']})
13            if connection:
14                result.append((False, 'Project already assigned!', 400))
15                continue
16                self.connections.insert_one({'user': user['_id'], 'project': project
                    ['_id']})
17                result.append((True, 'Project has been assigned!', 200))
18            return result
```

Для проверки правильной работы всех модулей сервера были использованы unit-тесты, исходные коды которых содержатся в файле tests.py.

Определение 26 *Юнит-тестирование — процесс в программировании, позволяющий проверить на корректность отдельные модули исходного кода программы, наборы из одного или более программных модулей вместе с соответствующими управляющими данными, процедурами использования и обработки.*

Листинг 5: Функция сервера для тестирования удаления пользователя из базы данных.

```
1 def test_del_users(self):
2     users_list = [{'email': 'test0@test.ru'}, {'email': 'test1@test.ru'}]
3     result = self.dbm.del_users(users_list)
4     self.assertEqual(len(result), 2, f'Too many response! ({len(result)})')
5     for r in result:
6         _, content, code = r
7         self.assertEqual(code, 200, f'Test users has not been removed! ({
            content})')
8     result = self.dbm.del_users(users_list)
9     for r in result:
10        _, content, code = r
11        self.assertEqual(code, 404, f'Removed non-existent user! ({content})'
            )
```

4 Этапы создания клиента

4.1 Настройка системы для разработки клиента

Разработка клиентской части происходила в ОС Windows 10, где и решено было установить необходимые инструменты.

Для установки языка программирования Python с официального сайта был взят установочный файл и запущен с правами администратора. Дальнейшая настройка не требовалась.

Установка PyQt5 возможна с помощью менеджера пакетов `pip`, который идет в комплекте с языком программирования Python. После этого настройка не требуется. Такие вспомогательные инструменты, как Qt Designer будут установлены автоматически.

Определение 27 *`pip` — система управления пакетами, которая используется для установки и управления программными пакетами, написанными на языке программирования Python.*

4.2 Создание интерфейса

Для создания макета интерфейса клиента использовался инструмент Qt Designer (рис. 5), позволяющий сразу увидеть результаты работы, включив превью-режим. Qt Designer создает UI-файлы, которые возможно конвертировать в необходимый формат. В данном случае, конвертирование происходило в формат языка программирования Python.

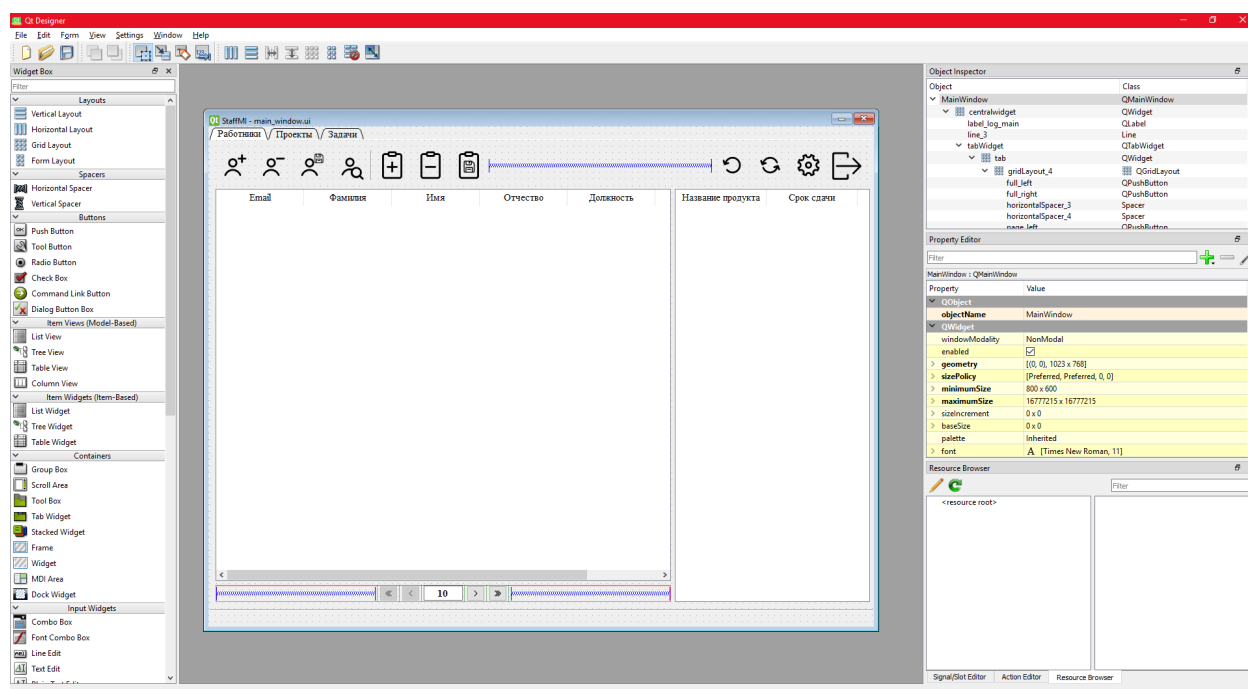


Рис. 5: Редактирование главного меню клиента в Qt Designer.

Для просмотра результатов работы с интерфейсом в данном инструменте присутствует превью-режим. Для проверки всех интерактивных элементов интерфейса конвертированный UI-файл был подключен к программе с минимальным echo-функционалом.

4.3 Реализация клиентской части

Основная логика работы и обработки событий в интерфейсе клиента реализована за счет языка программирования Python. Для обращения серверу используется собственное API. Для обработки json файлов используется библиотека json. Для работы с Qt5 используется библиотека PyQt5 и ее компоненты (QtWidgets, QtCore, QtGui и т.д.). Для работы с post-запросами используется библиотека requests.

В файле db_api.py реализована работа собственного API. Он представляет список функций-запросов к серверу, которые вызываются по мере необходимости.

Листинг 6: Функция клиента для авторизации пользователя на сервере.

```
1 def authorization(self, email, pwd):
2     data = json.dumps({"requests": {"authorization": {"email": email, "pwd":
3         pwd}}, 'token': ''})
4     try:
5         response = requests.post(host, data=data).json()
6     except requests.exceptions.ConnectionError:
7         return False
8     self.token = response['content']['authorization']['content']
9     return response
```

Листинг 7: Функция клиента для отправки запроса на сервер и последующей обработки ответа.

```
1 def send_query(self, args):
2     data = json.dumps({"requests": args, 'token': self.token})
3     try:
4         response = requests.post(host, data=data).json()
5     except requests.exceptions.ConnectionError:
6         return False
7     try:
8         if response['error_code'] == 403:
9             self.authorization(self.user, self.pwd)
10            data = json.dumps({"requests": args, 'token': self.token})
11            response = requests.post(host, data=data).json()
12        except (KeyError, requests.exceptions.ConnectionError) as e:
13            if e == requests.exceptions.ConnectionError:
14                return False
15        if not (len(args) == 1):
```

```
16         pass
17     elif response['ok']:
18         try:
19             return tuple(response['content'].values())[0]['content']
20         except Exception:
21             pass
22     return response
```

В файле `main_logic.py` реализована вся логика работы интерфейса. Различные нажатия, события и процессы обрабатываются с помощью методов того класса, к которому они относятся. Разделение по классам была необходима для реализации принципа многооконного интерфейса. Каждый такой класс имеет свои методы для обработки различных действий и событий. В данный момент таких классов 5, а именно:

- `miWindow` — класс, отвечающий за главное окно интерфейса.
- `loginStackWindow` — класс, отвечающий за окно авторизации и смены пароля пользователя.
- `inprojectDialogWindow` — класс, отвечающий за диалог добавления работника в проект.
- `newProjectDialogWindow` — класс, отвечающий за диалог создания нового проекта.
- `newUserDialogWindow` — класс, отвечающий за диалог добавления нового пользователя.

Главенствующим классом считается `miWindow`, он же и самый объемный. Несмотря на это, первым делом, пользователь увидит окно авторизации, за которое отвечает класс `loginStackWindow`, в котором и будет создан объект главного класса.

4.4 Логика работы клиента

После запуска приложения, пользователь увидит окно авторизации (рис. 6). В нем же он может изменить пароль от своей учетной записи. После успешного прохождения этапа аутентификации, пользователь попадает на главное окно интерфейса (рис. 8), где доступны подменю работы с работниками и проектами. Если же аутентификации не была успешной, будет выдана соответствующая ошибка (рис. 7), также как и в случае, если с сервером не была установлена связь.

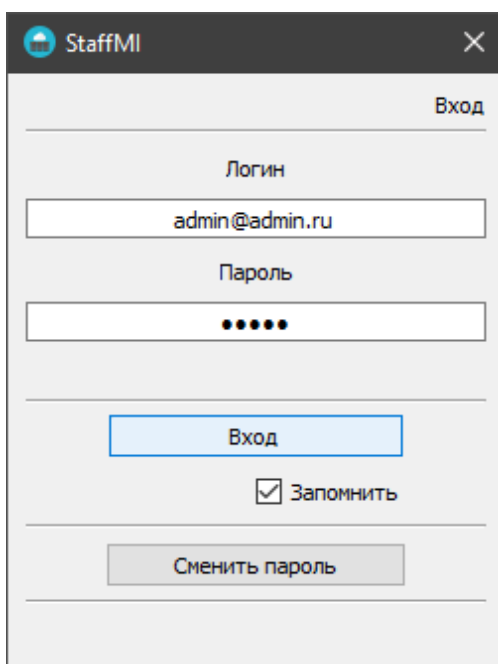


Рис. 6: Окно авторизации пользователя.

В главном окне пользователь может отредактировать данные любого проекта или работника, добавить новых (рис. 9) (рис. 10), связать выбранных работников с проектом, а также удалять любые проекты и любых работников. Все изменения данных будут отображены специальными цветами:

- Зеленый — добавленная запись;
- Желтый — отредактированная запись;
- Красный — удаленная запись.

Все данные, которые были изменены пользователем, будут храниться во временной памяти до тех пор, пока не будет дана команда отправки

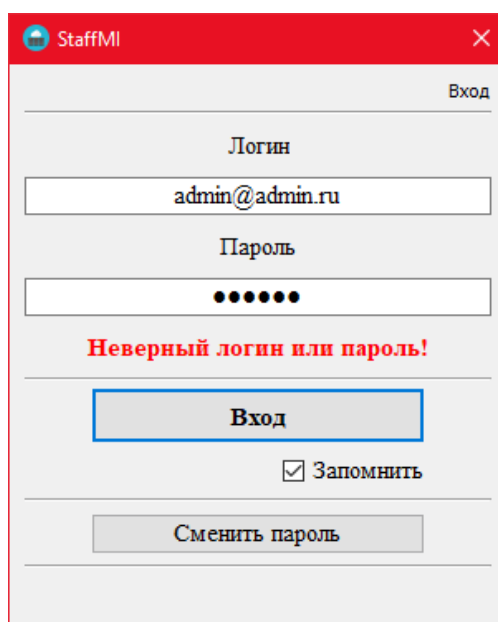


Рис. 7: Ошибка авторизации пользователя.

изменений на сервер. Сделанные изменения можно отменить, если они еще не были отправлены на сервер. Для предотвращения переизбытка используемой оперативной памяти используется постраничное отображение информации, размер этих страниц можно настроить.

В режиме реального времени происходит проверка соединения с сервером. Если произойдет разрыв соединения, пользователь будет предупрежден, а часть функционала интерфейса станет недоступной для взаимодействия.

Для общения с сервером, клиенту необходимо передавать ему вместе с запросами актуальный токен. Если был отправлен истекший токен, сервер отправит в ответе информацию об этом. В этом случае, обновление истекшего токена происходит во время работы программы так, что бы пользователь не замечал этого — повторный ввод логина и пароля требоваться не будет.

За счет кроссплатформенности PyQt5, интерфейс клиента на других ОС не будет отличаться от интерфейса на ОС Windows 10 (рис. 11), за исключением элементов интерфейса самой системы (например, стиль верхней панели окна).

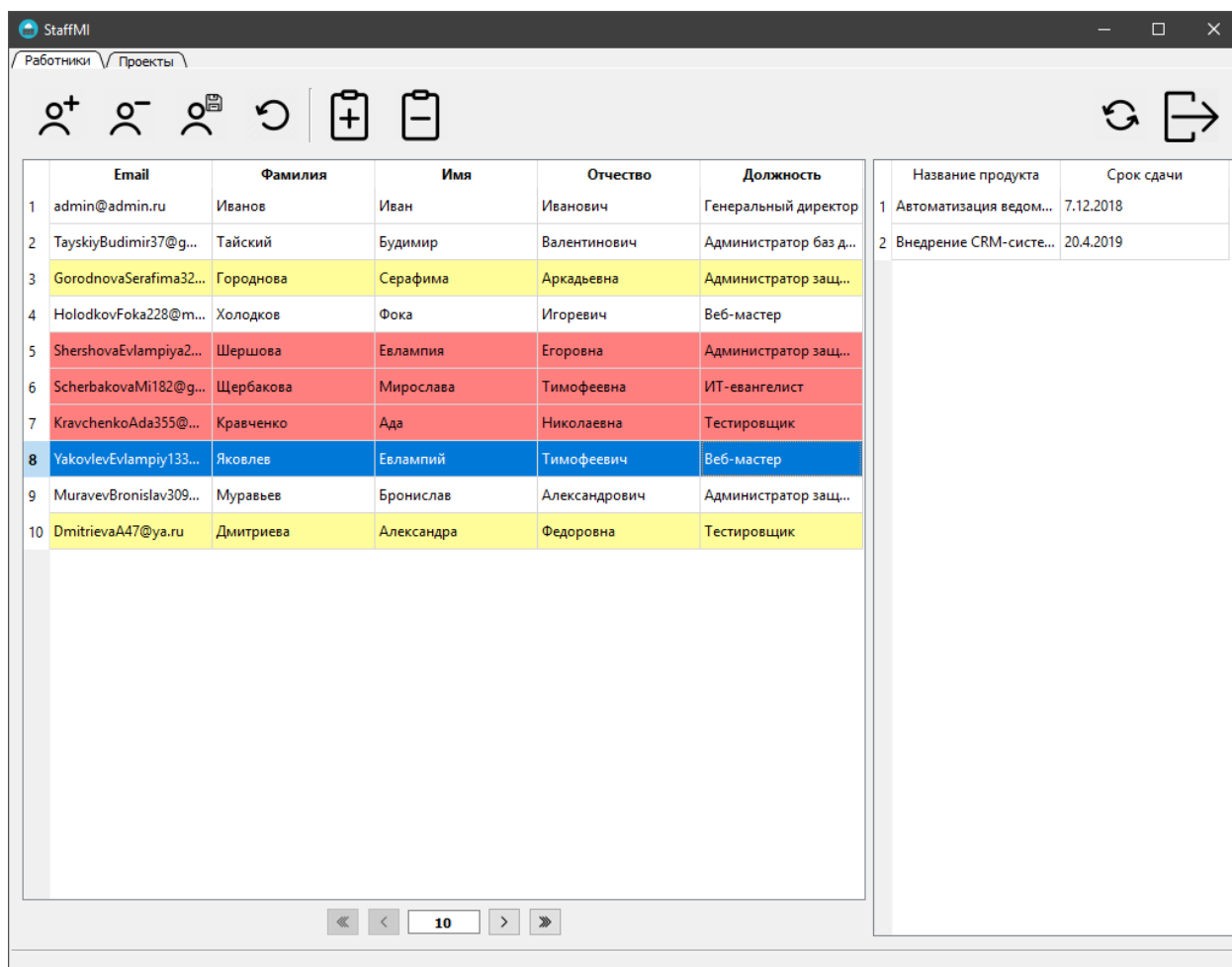


Рис. 8: Главное окно интерфейса.

Добавление пользователя

Введите данные во всех полях

Email: VeselkovStanislav226@gmail

Фамилия: Веселков

Имя: Станислав

Отчество: Святославович

Должность: Разработчик ПО

Пароль: ••••••••

Подтверждение пароля: ••••••••

Добавить Отмена

Рис. 9: Диалог добавления нового пользователя.

Создание нового проекта

Введите название проекта и выберите его срок сдачи

Наименование проекта:

Июнь, 2019

Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7

Добавить Отмена

Рис. 10: Диалог добавления нового проекта.

StaffMI

Работники Проекты

	Email	Фамилия	Имя	Отчество	Должность
1	admin@admin.ru	Иванов	Иван	Иванович	Генеральный дирек...
2	TayskiyBudimir37@g...	Тайский	Будимир	Валентинович	Администратор баз ...
3	GorodnovaSerafima...	Городнова	Серафима	Аркадьевна	Администратор за...
4	HolodkovFoka228@...	Холодков	Фока	Игоревич	Веб-мастер
5	ShershovaEvlampiya...	Шершова	Евлампия	Егоровна	Администратор за...
6	ScherbakovaMi182@...	Щербакова	Мирослава	Тимофеевна	ИТ-евангелист
7	KravchenkoAda355...	Кравченко	Ада	Николаевна	Тестировщик
8	YakovlevEvlampiy13...	Яковлев	Евлампи	Тимофеевич	Веб-мастер
9	MuravevBronislav30...	Муравьев	Бронислав	Александрович	Администратор за...
10	DmitrievaA47@ya.ru	Дмитриева	Александра	Федоровна	Тестировщик

Название продукта Срок сдачи

1 Аутсорсинг SAP	27.3.2020
------------------	-----------

« < 10 > »

Рис. 11: Главное окно интерфейса в ОС Linux Mint.

Добавление пользователя

Введите данные во всех полях

Email:

Фамилия:

Имя:

Отчество:

Должность:

Пароль:

Подтверждение пароля:

Рис. 12: Диалог добавления нового пользователя в ОС Linux Mint.

Создание нового проекта

Введите название проекта и выберите его срок сдачи

Наименование проекта:

← июнь 2019 →

пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7

Рис. 13: Диалог добавления нового проекта в ОС Linux Mint.

5 Заключение

Современные технологии программирования предоставляют разработчикам неограниченные возможности для реализации своих идей. В данной дипломной работе, с помощью перечисленных выше технологий и собственного опыта разработки кроссплатформенного программного обеспечения с элементами интерфейса было, разработано клиент-серверное приложение для управления персоналом (работниками) и проектами (задачами) Создание данного ПО дало огромный толчок в понимании клиент-серверных архитектур, опыт работы с PyQt5, а также позволило получить практический опыт разработки подобных решений.

6 Приложение

6.1 Исходный код server/app.py

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2
3  import functools
4  import json
5
6  from flask import Flask, Response, request
7  from jsonschema import FormatChecker, ValidationError, validate
8
9  import db
10
11 app = Flask(__name__)
12 app.secret_key = b'Xc-Z3N3G51211fgjdgfjQ=eDsUv139.Ghd4*=6~=WYT5125UN.'
13 app.config['MAX_CONTENT_LENGTH'] = 32 * 1024 * 1024
14
15 dbm = db.DBManager()
16
17 with open('schema.json', 'r') as f:
18     json_schema = json.load(f)
19
20 def response_formatter(response):
21     if isinstance(response, tuple): # TODO: Refactor this
22         ok, content, code = response
23         return {'ok': ok, 'content': content} if ok else {'ok': ok, 'content':
24             content, 'error_code': code}
25
26 result = []
27 for r in response:
28     ok, content, code = r
29     result.append({'ok': ok, 'content': content} if ok else {'ok': ok, '
30         content': content, 'error_code': code})
31
32 return result
33
34 def response(func):
35     @functools.wraps(func)
36     def response_wrapper(*args, **kwargs):
37         response = func(*args, **kwargs)
38         response_text = response_formatter(response)
39         status = response_text.get('error_code', 0) or 200
```

```

36     return response(status=status, mimetype='application/json', response=
        json.dumps(response_text))
37 return response_wrapper
38
39 def requests_handler(requests):
40     result = [response_formatter(getattr(dbm, key)(requests[key])) for key in
        requests]
41     return dict(zip(requests, result))
42
43 @app.route('/', methods=['GET'])
44 @response
45 def main_get():
46     return False, 'Only POST requests are allowed!', 400
47
48 @app.route('/', methods=['POST'])
49 @response
50 def main_post():
51     try:
52         r = json.loads(request.data.decode())
53     except json.decoder.JSONDecodeError:
54         return False, 'Invalid JSON!', 400
55
56     try:
57         validate(r, json_schema, format_checker=FormatChecker())
58     except ValidationError as e:
59         return False, e.message, 400
60
61     # TODO: Refactor this
62     try:
63         return True, requests_handler({'authorization': r['requests']['
            authorization']}), 200
64     except KeyError:
65         pass
66
67     ok, text, code = dbm.check_token(r['token'])
68     if not ok:
69         return ok, text, code
70
71     return True, requests_handler(r['requests']), 200
72
73 if __name__ == "__main__":

```

74 `app.run(host='0.0.0.0')`

6.2 Исходный код server/db.py

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2
3  import datetime
4  import os
5  from bson import ObjectId
6  from hashlib import sha256
7
8  import jwt
9  import pymongo
10
11 class DBManager:
12     def __init__(self):
13         try:
14             self.client = pymongo.MongoClient(host='db')
15         except pymongo.errors.ConnectionFailure as e:
16             print(e)
17         self.db = self.client.software
18
19         # Collections
20         self.users = self.db.users
21         self.projects = self.db.projects
22
23         self.secret = os.getenv('DB_SECRET', 'MOSTSECUREKEY')
24
25         self.add_users([
26             'email': os.getenv('ADMIN_EMAIL', 'admin@admin.ru'),
27             'pwd': os.getenv('ADMIN_PWD', '12345'),
28             'name': ['Ivanov', 'Ivan', 'Ivanovich'],
29             'position': 'Main admin'
30         ])
31
32         # Authentication
33
34     def create_token(self, email):
35         exp = datetime.datetime.utcnow() + datetime.timedelta(minutes=10)
36         token = jwt.encode({'email': email, 'exp': exp}, self.secret, algorithm=
37                             'HS256')
38         return token.decode()
39
40     def check_token(self, token):
```

```

40     try:
41         payload = jwt.decode(token.encode(), self.secret, algorithms=['HS256',
42                                 ])
43     except jwt.ExpiredSignatureError:
44         return False, 'Token expired!', 403
45     except (jwt.DecodeError, AttributeError):
46         return False, 'Invalid token!', 403
47     return True, payload['email'], 200
48
49 # Users
50
51 def add_users(self, users_data):
52     result = []
53     for user in users_data:
54         if self.users.find_one({'email': user['email']}):
55             result.append((False, 'User already exist!', 400))
56         else:
57             pwd_hash = sha256(user['pwd'].encode()).hexdigest()
58             user['pwd'] = pwd_hash
59             self.users.insert_one(user)
60             result.append((True, 'User has been added.', 200))
61     return result
62
63 def del_users(self, users_list):
64     result = []
65     for _id in users_list:
66         if self.users.delete_one({'_id': ObjectId(_id)}).deleted_count:
67             result.append((True, 'User has been removed.', 200))
68         else:
69             result.append((False, 'User not found!', 404))
70     return result
71
72 def edit_users(self, users_data):
73     result = []
74     for user in users_data:
75         if not self.users.find_one({'_id': ObjectId(user['_id'])}):
76             result.append([False, 'User not found!', 404])
77         else:
78             pwd_hash = sha256(user['pwd'].encode()).hexdigest()
79             user['pwd'] = pwd_hash
80             _id = user.pop('_id')

```



```

80         self.users.replace_one({'_id': ObjectId(_id)}, user)
81         result.append((True, 'User has been changed.', 200))
82     return result
83
84     def authorization(self, user_data):
85         email = user_data['email']
86         pwd = user_data['pwd']
87         user = self.users.find_one({'email': email})
88         if not user:
89             return False, 'User not found!', 404
90         if user['pwd'] == sha256(pwd.encode()).hexdigest():
91             return True, self.create_token(email), 200
92         return False, 'Wrong password!', 400
93
94     def get_all_users(self, params):
95         offset = params['offset']
96         length = params['length']
97         users = self.users.find({}, {'pwd': False})
98         users = list(users)[offset:offset + length]
99         for u in users:
100             u['_id'] = str(u['_id'])
101         return True, tuple(users), 200
102
103     def change_password(self, user_data):
104         email = user_data['email']
105         old_pwd = user_data['old_pwd']
106         new_pwd = user_data['new_pwd']
107         user = self.users.find_one({'email': email})
108         if not user:
109             return False, 'User not found!', 404
110         if user['pwd'] == sha256(old_pwd.encode()).hexdigest():
111             pwd_hash = sha256(new_pwd.encode()).hexdigest()
112             user['pwd'] = pwd_hash
113             self.users.replace_one({'_id': ObjectId(user['_id'])}, user)
114             return True, 'Password has been changed.', 200
115         return False, 'Wrong password!', 400
116
117     # Projets
118
119     def add_projects(self, projects_data):
120         result = []

```

```

121     for project in projects_data:
122         if self.projects.find_one({'name': project['name']}):
123             result.append([False, 'Project already exist!', 400])
124         else:
125             self.projects.insert_one(project)
126             result.append((True, 'Project has been added.', 200))
127     return result
128
129 def del_projects(self, projects_list):
130     result = []
131     for _id in projects_list:
132         if self.projects.delete_one({'_id': ObjectId(_id)}).deleted_count:
133             result.append((True, 'Project has been removed.', 200))
134         else:
135             result.append((False, 'Project not found!', 404))
136     return result
137
138 def edit_projects(self, projects_data):
139     result = []
140     for project in projects_data:
141         if not self.projects.find_one({'_id': ObjectId(project['_id'])}):
142             result.append([False, 'Project not found!', 404])
143         else:
144             _id = project.pop('_id')
145             self.projects.replace_one({'_id': ObjectId(_id)}, project)
146             result.append((True, 'Project has been changed.', 200))
147     return result
148
149 def get_all_projects(self, params):
150     offset = params['offset']
151     length = params['length']
152     projects = self.projects.find({})
153     projects = list(projects)[offset:offset + length]
154     for p in projects:
155         p['_id'] = str(p['_id'])
156     return True, tuple(projects), 200

```

6.3 Исходный код client/db_api.py

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2
3  import json
4  import requests
5  host = 'https://pms.kmm-vsu.ru/'
6
7
8  class API:
9      def __init__(self):
10         self.token = ''
11         self.user = ''
12         self.pwd = ''
13
14     def check_connect(self):
15         try:
16             requests.get(host)
17             return True
18         except requests.exceptions.ConnectionError:
19             return False
20
21     def authorization(self, email, pwd):
22         data = json.dumps({"requests": {"authorization": {"email": email, "pwd":
23             pwd}}, 'token': ''})
24         try:
25             response = requests.post(host, data=data).json()
26         except requests.exceptions.ConnectionError:
27             return False
28         self.token = response['content']['authorization']['content']
29         return response
30
31     def send_query(self, args):
32         data = json.dumps({"requests": args, 'token': self.token})
33         try:
34             response = requests.post(host, data=data).json()
35         except requests.exceptions.ConnectionError:
36             return False
37         try:
38             if response['error_code'] == 403:
39                 self.authorization(self.user, self.pwd)
40                 data = json.dumps({"requests": args, 'token': self.token})
```

```

40         response = requests.post(host, data=data).json()
41     except (KeyError, requests.exceptions.ConnectionError) as e:
42         if e == requests.exceptions.ConnectionError:
43             return False
44     if not (len(args) == 1):
45         pass
46     elif response['ok']:
47         try:
48             return tuple(response['content'].values())[0]['content']
49         except Exception:
50             pass
51     return response
52
53 def get_all_users(self, args):
54     return self.send_query({"get_all_users": args})
55
56 def get_all_projects(self, args):
57     return self.send_query({"get_all_projects": args})
58
59 def add_users(self, users):
60     return self.send_query({"add_users": users})
61
62 def edit_users(self, users):
63     return self.send_query({"edit_users": users})
64
65 def del_users(self, emails):
66     return self.send_query({"del_users": emails})
67
68 def add_projects(self, projects):
69     return self.send_query({"add_projects": projects})
70
71 def edit_projects(self, projects):
72     return self.send_query({"edit_projects": projects})
73
74 def del_projects(self, projects):
75     return self.send_query({"del_projects": projects})
76
77 def change_password(self, args):
78     return self.send_query({"change_password": args})
79
80 def get_users_count(self):

```

```
81     return self.send_query({"get_users_count": {}})
82
83 def assign_to_projects(self, args):
84     return self.send_query({"assign_to_projects": args})
85
86 def remove_from_projects(self, args):
87     return self.send_query({"remove_from_projects": args})
88
89 # def get_users_projects(self, ):
90 # return self.send_query({}, 'get_users_projects')
91
92 # def get_all_projects(self):
93 # return self.send_query({}, 'get_all_projects')
```

6.4 Исходный код client/main_logic.py

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2
3  import json
4  import sys
5
6  from PyQt5 import QtWidgets
7  from PyQt5.QtCore import Qt, QTimer
8  from PyQt5.QtGui import QColor
9
10 import db_api
11 # Import Interface Files
12 from ui import add_inproject_dialog
13 from ui import (add_new_project_dialog, add_new_user_dialog, login_stack,
14                 main_window)
15 # Class responsible for the main window of working with the database
16 class miWindow(QtWidgets.QMainWindow, main_window.Ui_MainWindow):
17     def __init__(self, api):
18         super().__init__()
19         self.setupUi(self)
20
21         self.api = api
22
23         # Local save changes to workers
24         self.worker_rows_to_delete = [] # Here are the workers selected for
25                                         deletion
26         self.worker_rows_were_changed = [] # Employees whose data has been
27                                         changed are stored here
28         self.unpacked_worker_rows_were_changed = [] # To save data from other
29                                         pages
30         self.new_worker_rows = [] # New employees are stored here.
31         self.old_data_workers_rows = [] # Old employee data is stored here if it
32                                         is necessary to return it.
33
34         # Local save changes to projects
35         self.project_rows_to_delete = [] # The projects selected for deletion
36                                         are stored here
37         self.project_rows_were_changed = [] # Projects whose data has been
38                                         modified are stored here
```

```

33     self.unpacked_project_rows_were_changed = [] # To save data from other
        pages
34     self.new_project_rows = [] # New projects are stored here
35     self.old_data_projects_rows = [] # Old project data is stored here if
        you need to return it.
36
37     self.user_projects = {} # Dictionary "email - project"
38     self.clicked_worker_row = None # Modal selected worker
39
40     self.workers_table_page = 0 # The current page of the workers table
41
42     self.update_workers()
43     self.update_projects()
44
45     # buttons events for workers table
46     self.add_worker.clicked.connect(self.add_worker_click)
47     self.del_worker.clicked.connect(self.del_worker_click)
48     self.save_workers.clicked.connect(self.save_workers_click)
49     self.workers_table.doubleClicked.connect(self.changed_cell_workers_table
        )
50     self.workers_table.itemClicked.connect(self.show_user_projects)
51
52     # buttons events for employee projects
53     self.new_inproject.clicked.connect(self.new_inproject_click)
54     self.new_inproject.clicked.connect(self.current_projects_table.
        scrollToBottom)
55     self.del_inproject.clicked.connect(self.del_inproject_click)
56     self.save_inprojects.clicked.connect(self.save_inprojects_click)
57
58     # buttons events for projects table
59     self.add_project.clicked.connect(self.add_project_click)
60     self.del_project.clicked.connect(self.del_project_click)
61     self.save_projects.clicked.connect(self.save_projects_click)
62     self.projects_table.doubleClicked.connect(self.
        changed_cell_projects_table)
63
64     # buttons events for other functions
65     self.undo_changes_workers.clicked.connect(self.
        undo_changes_workers_table)
66     self.undo_changes_projects.clicked.connect(self.
        undo_changes_projects_table)

```

```

67     self.logout.clicked.connect(self.logout_click)
68     self.logout_2.clicked.connect(self.logout_click)
69     self.settings.clicked.connect(self.settings_click)
70     self.settings_2.clicked.connect(self.settings_click)
71     self.update_data.clicked.connect(self.update_workers_table_click)
72     self.update_data_2.clicked.connect(self.update_projects_table_click)
73
74     # buttons events pagination display table workers
75     self.full_left.clicked.connect(self.full_left_click)
76     self.page_left.clicked.connect(self.page_left_click)
77     self.page_right.clicked.connect(self.page_right_click)
78     self.full_right.clicked.connect(self.full_right_click)
79     self.size_page.editingFinished.connect(self.full_left_click)
80
81     # Properties for hiding columns with _id entries
82     self.workers_table.setColumnHidden(5, True)
83     self.projects_table.setColumnHidden(2, True)
84
85     self._main_timer = QTimer()
86     self._main_timer.timeout.connect(self._timer_tick)
87     self._main_timer.start(10000)
88     self.connect_status = 0
89
90     def _timer_tick(self):
91         self.connect_status = self.api.check_connect()
92         if self.connect_status:
93             self.label_log_main.setText("")
94             self.button_status(True)
95         else:
96             self.label_log_main.setText("Server is not available!")
97             self.button_status(False)
98
99     def button_status(self, status):
100         self.add_worker.setEnabled(status)
101         self.save_workers.setEnabled(status)
102         self.new_inproject.setEnabled(status)
103         self.del_inproject.setEnabled(status)
104         self.save_inprojects.setEnabled(status)
105         self.update_data.setEnabled(status)
106         self.add_project.setEnabled(status)
107         self.save_projects.setEnabled(status)

```



```

108     self.update_data_2.setEnabled(status)
109
110     def resizeEvent(self, event):
111         self.workers_table.setColumnWidth(0, self.width() / 6)
112         self.workers_table.setColumnWidth(1, self.width() / 12)
113         self.workers_table.setColumnWidth(2, self.width() / 12)
114         self.workers_table.setColumnWidth(3, self.width() / 12)
115         self.workers_table.setColumnWidth(4, self.width() / 4)
116         self.projects_table.setColumnWidth(0, self.width() / 1.5)
117
118     # Update employee table
119     def update_workers(self):
120         self.connect_status = self.api.check_connect()
121         if self.connect_status:
122             answer = self.api.get_all_users({"offset": self.workers_table_page, "
123                                             length": int(self.size_page.text())})
124             self.user_projects.clear()
125             self.workers_table.clearContents() # Table cleaning
126             self.workers_table.setRowCount(0) #
127             self.current_projects_table.clearContents() # Clearing the users
128             self.current_projects_table.setRowCount(0)
129             project table
130             for worker in answer:
131                 self.user_projects.update({worker["email"]: worker["projects"]})
132                 row_pos = self.workers_table.rowCount()
133                 self.workers_table.insertRow(row_pos)
134                 self.workers_table.setItem(row_pos, 0, QTableWidgetItem(
135                     worker["email"]))
136                 for x in range(1, 4): # Parsing of the name of the employee
137                     self.workers_table.setItem(row_pos, x, QTableWidgetItem(
138                         worker["name"][x - 1]))
139                 self.workers_table.setItem(row_pos, 4, QTableWidgetItem(
140                     worker["position"]))
141                 self.workers_table.setItem(row_pos, 5, QTableWidgetItem(
142                     worker["_id"]))
143                 # Attempt to change the row id in the table
144                 index_list = [str(item + 1) for item in range(self.workers_table_page,
145                     self.workers_table_page + int(self.size_page.text()))]
146                 self.workers_table.setVerticalHeaderLabels(index_list)
147             else:
148                 self.label_log_main.setText("Server is not available!")

```

```

142         return
143
144     # Update projects table
145     def update_projects(self):
146         self.connect_status = self.api.check_connect()
147         if self.connect_status:
148             answer = self.api.get_all_projects({"offset": self.workers_table_page,
149                                                  "length": 1000}) # No pages
149             self.projects_table.clearContents() # Table cleaning
150             self.projects_table.setRowCount(0)
151             for project in answer:
152                 row_pos = self.projects_table.rowCount()
153                 self.projects_table.insertRow(row_pos)
154                 self.projects_table.setItem(row_pos, 0, QTableWidgetItem(
155                     project["name"]))
156                 self.projects_table.setItem(row_pos, 1, QTableWidgetItem(
157                     project["deadline"]))
158                 self.projects_table.setItem(row_pos, 2, QTableWidgetItem(
159                     project["_id"]))
160             else:
161                 self.label_log_main.setText("Server is not available!")
162                 return
163
164     # Unpacking data from QModelIndex into edited worker lists (solving
165     # strange model problems)
166     def unpacked_worker_changed(self):
167         for obj in self.worker_rows_were_changed:
168             self.unpacked_worker_rows_were_changed.append({
169                 "_id": obj.sibling(obj.row(), 5).data(),
170                 "email": obj.sibling(obj.row(), 0).data(),
171                 "name": [obj.sibling(obj.row(), 1).data(), obj.sibling(obj.row(), 2).
172                         data(), obj.sibling(obj.row(), 3).data()],
173                 "position": obj.sibling(obj.row(), 4).data()
174             })
175
176     # Call add user dialog
177     def add_worker_click(self):
178         self.full_right_click()
179         chose_dialog = newUserDialogWindow(self, self.api, self.workers_table,
180                                             self.new_worker_rows)
181         chose_dialog.exec_()

```

```

176
177 # Removal of workers
178 def del_worker_click(self):
179     selected_rows = self.workers_table.selectionModel().selectedRows()
180     for row in selected_rows:
181         table = row.model()
182         index = row.row()
183         row_id = row.sibling(row.row(), 5).data()
184         try: # If the employee is already marked as deleted, remove him from
              the lists for deletion
185             self.worker_rows_to_delete.remove(row_id)
186             for x in range(0, 5):
187                 table.setData(table.index(index, x), QColor(255, 255, 255), Qt.
                             BackgroundRole)
188         except ValueError:
189             self.worker_rows_to_delete.append(row_id)
190             for x in range(0, 5):
191                 table.setData(table.index(index, x), QColor(255, 127, 127), Qt.
                             BackgroundRole)
192
193 # Sending all changes to the employee table to the server
194 def save_workers_click(self):
195     self.connect_status = self.api.check_connect()
196     if self.connect_status:
197         if self.worker_rows_to_delete:
198             self.api.del_users(self.worker_rows_to_delete)
199             self.worker_rows_to_delete.clear()
200         if self.new_worker_rows:
201             self.api.add_users(self.new_worker_rows)
202             self.new_worker_rows.clear()
203         self.unpacked_worker_changed()
204         if self.unpacked_worker_rows_were_changed:
205             self.api.edit_users(self.unpacked_worker_rows_were_changed)
206             self.unpacked_worker_rows_were_changed.clear()
207             self.worker_rows_were_changed.clear()
208         self.update_workers()
209     else:
210         self.label_log_main.setText("Server is not available!")
211         return
212
213 # Employee data change

```

```

214 # [A bad signal is used, an analog is needed]
215 def changed_cell_workers_table(self):
216     row = self.workers_table.selectionModel().selectedRows()[0]
217     if not self.worker_rows_to_delete.count(row.sibling(row.row(), 5).data()
218         ):
219         table = row.model()
220         index = row.row()
221         self.old_data_workers_rows.append({
222             "_id": row.sibling(index, 5).data(), # Id is hidden in the table
223             "email": row.sibling(index, 0).data(),
224             "name": [row.sibling(index, 1).data(), row.sibling(index, 2).data(),
225                 row.sibling(index, 3).data()],
226             "position": row.sibling(index, 4).data()
227         })
228         for x in range(0, 5):
229             table.setData(table.index(index, x), QColor(255, 253, 153), Qt.
230                 BackgroundRole)
231         self.worker_rows_were_changed.append(row)
232
233 # Add selected employee to project
234 # [Awful implementation, you also need to get away from instant sending to
235     the server]
236 def new_inproject_click(self):
237     rows = self.workers_table.selectionModel().selectedRows()
238     if rows:
239         self.connect_status = self.api.check_connect()
240         if self.connect_status:
241             answer = self.api.get_all_projects({"offset": 0, "length": 1000}) #
242                 :/
243             chose_dialog = inprojectDialogWindow(answer)
244             chose_dialog.exec_()
245             answer_user = chose_dialog.answer
246             if answer_user:
247                 data = []
248                 for item in rows:
249                     index = item.row()
250                     email = item.sibling(index, 0).data()
251                     data.append({
252                         "email": email,
253                         "project": answer_user[0].text()
254                     })

```

```

250         self.user_projects[email].append({"name": answer_user[0].text(),
        "deadline": answer_user[1].text()})
251     self.api.assign_to_projects(data)
252     row_pos = self.current_projects_table.rowCount()
253     self.current_projects_table.insertRow(row_pos)
254     self.current_projects_table.setItem(row_pos, 0, QtWidgets.
        QTableWidgetItem(answer_user[0]))
255     self.current_projects_table.setItem(row_pos, 1, QtWidgets.
        QTableWidgetItem(answer_user[1]))
256     else:
257         self.label_log_main.setText("Server is not available!")
258         return
259
260     # Remove selected worker from project
261     # [Need to get away from instant sending to the server]
262     def del_inproject_click(self):
263         selected_rows = self.current_projects_table.selectionModel().
            selectedRows()
264         request = []
265         for row in selected_rows:
266             name = row.sibling(row.row(), 0).data()
267             request.append({
268                 "email": self.clicked_worker_row,
269                 "project": name
270             })
271         for item in self.user_projects[self.clicked_worker_row]:
272             # Search in the "email - project" dictionary of project matching for
                the selected employee
273             # [We need the best solution to find matches]
274             if item["name"] == name and item["deadline"] == row.sibling(row.row(),
                1).data():
275                 self.user_projects[self.clicked_worker_row].remove(item)
276         list_index_rows = sorted([i.row() for i in selected_rows]) # Creating a
            separated list of indices of selected lines
277         while len(list_index_rows): # Deleting rows from an employee's project
            table
278             self.current_projects_table.removeRow(list_index_rows[-1])
279             list_index_rows.pop()
280         self.api.remove_from_projects(request)
281
282     def save_inprojects_click(self):

```

```

283     print("save_inprojects_click")
284
285     # Call the project creation dialog
286     def add_project_click(self):
287         chose_dialog = newProjectDialogWindow(self.api, self.projects_table,
288             self.new_project_rows)
289         chose_dialog.exec_()
290
291     # Project deletion
292     def del_project_click(self):
293         selected_rows = self.projects_table.selectionModel().selectedRows()
294         for row in selected_rows:
295             table = row.model()
296             index = row.row()
297             row_id = row.sibling(row.row(), 2).data()
298             try: # If the employee is already marked as deleted, remove him from
299                 # the lists for deletion
300                 self.project_rows_to_delete.remove(row_id)
301                 for x in range(0, 5):
302                     table.setData(table.index(index, x), QColor(255, 255, 255), Qt.
303                         BackgroundRole)
304             except ValueError:
305                 self.project_rows_to_delete.append(row_id)
306                 for x in range(0, 5):
307                     table.setData(table.index(index, x), QColor(255, 127, 127), Qt.
308                         BackgroundRole)
309
310     # Saving changes to the project table
311     def save_projects_click(self):
312         self.connect_status = self.api.check_connect()
313         if self.connect_status:
314             if self.project_rows_to_delete:
315                 self.api.del_projects(self.project_rows_to_delete)
316                 self.project_rows_to_delete.clear()
317             if self.new_project_rows:
318                 self.api.add_projects(self.new_project_rows)
319                 self.new_project_rows.clear()
320             for obj in self.project_rows_were_changed:
321                 # [Will need to be moved to the function if the pages appear]
322                 self.unpacked_project_rows_were_changed.append({
323                     "_id": obj.sibling(obj.row(), 2).data(),

```

```

320         "name": obj.sibling(obj.row(), 0).data(),
321         "deadline": obj.sibling(obj.row(), 1).data()
322     })
323     if self.unpacked_project_rows_were_changed:
324         self.api.edit_projects(self.unpacked_project_rows_were_changed)
325         self.unpacked_project_rows_were_changed.clear()
326         self.project_rows_were_changed.clear()
327         self.update_projects()
328     else:
329         self.label_log_main.setText("Server is not available!")
330         return
331
332     # Change project data
333     # [A bad signal is used, an analog is needed]
334     def changed_cell_projects_table(self):
335         row = self.projects_table.selectionModel().selectedRows()[0]
336         if not self.project_rows_to_delete.count(row.sibling(row.row(), 2).data
            ()):
337             table = row.model()
338             index = row.row()
339             self.old_data_projects_rows.append({
340                 "_id": row.sibling(index, 2).data(),
341                 "name": row.sibling(index, 0).data(),
342                 "deadline": row.sibling(index, 1).data()
343             })
344             for x in range(0, 5):
345                 table.setData(table.index(index, x), QColor(255, 253, 153), Qt.
                    BackgroundRole)
346             self.project_rows_were_changed.append(row)
347
348     # Undo changes for employee table
349     def undo_changes_workers_table(self):
350         self.worker_rows_to_delete.clear()
351         self.unpacked_worker_rows_were_changed.clear()
352         self.workers_table.selectAll() # The selection of all elements, followed
            by painting in white
353         for item in self.worker_rows_were_changed:
354             row_id = item.sibling(item.row(), 5).data()
355             index = item.row()
356             for old_item in self.old_data_workers_rows: # Returning old data if
                editing

```

```

357         if old_item["_id"] == row_id:
358             self.workers_table.setItem(index, 0, QtWidgets.QTableWidgetItem(
                 old_item["email"]))
359         for x in range(1, 4):
360             self.workers_table.setItem(index, x, QtWidgets.QTableWidgetItem(
                 old_item["name"][x - 1]))
361             self.workers_table.setItem(index, 4, QtWidgets.QTableWidgetItem(
                 old_item["position"]))
362         break
363     self.worker_rows_were_changed.clear()
364     self.old_data_workers_rows.clear()
365     rows = self.workers_table.selectedItems()
366     for x in rows:
367         x.setBackground(QColor(255, 255, 255))
368     for item in [item["email"] for item in self.new_worker_rows]: # Delete
        new users if added
369         self.workers_table.removeRow(self.workers_table.findItems(item, Qt.
            MatchContains)[0].row())
370     self.new_worker_rows.clear()
371
372     # Discarding changes to the project table
373     def undo_changes_projects_table(self):
374         self.project_rows_to_delete.clear()
375         self.unpacked_project_rows_were_changed.clear()
376         self.projects_table.selectAll() # The selection of all elements,
            followed by painting in white
377         for item in self.project_rows_were_changed:
378             row_id = item.sibling(item.row(), 2).data()
379             index = item.row()
380             for old_item in self.old_data_projects_rows: # Returning old data if
                editing
381                 if old_item["_id"] == row_id:
382                     self.projects_table.setItem(index, 0, QtWidgets.QTableWidgetItem(
                         old_item["name"]))
383                     self.projects_table.setItem(index, 1, QtWidgets.QTableWidgetItem(
                         old_item["deadline"]))
384                 break
385         self.project_rows_were_changed.clear()
386         self.old_data_projects_rows.clear()
387         rows = self.projects_table.selectedItems()
388         for x in rows:

```



```

389         x.setBackground(QColor(255, 255, 255))
390     for item in [item["name"] for item in self.new_project_rows]: # Delete
        new users if added
391         self.projects_table.removeRow(self.projects_table.findItems(item, Qt.
            MatchContains)[0].row())
392     self.new_project_rows.clear()
393
394     # User logout
395     # [Somewhere here memory leaks...]
396     def logout_click(self):
397         self._main_timer.stop()
398         self.workers_table.clear()
399         self.projects_table.clear()
400         self.current_projects_table.clear()
401         self.last_window._login_timer.start(10000)
402         self.destroy()
403         self.last_window.show()
404
405     # Displaying employee projects after selecting them
406     # [A bad signal is used, an analog is needed]
407     def show_user_projects(self):
408         self.current_projects_table.clearContents()
409         self.current_projects_table.setRowCount(0)
410         row = self.workers_table.selectionModel().selectedRows()[0]
411         self.clicked_worker_row = row.sibling(row.row(), 0).data()
412         try:
413             for project in self.user_projects[self.clicked_worker_row]:
414                 row_pos = self.current_projects_table.rowCount()
415                 self.current_projects_table.insertRow(row_pos)
416                 self.current_projects_table.setItem(row_pos, 0, QtWidgets.
                    QTableWidgetItem(project["name"]))
417                 self.current_projects_table.setItem(row_pos, 1, QtWidgets.
                    QTableWidgetItem(project["deadline"]))
418         except KeyError:
419             pass
420
421     def settings_click(self):
422         print("settings_click")
423
424     # Updating data for the table of workers through the server
425     def update_workers_table_click(self):

```

```

426     self.update_workers()
427
428     # Data update for project table via server
429     def update_projects_table_click(self):
430         self.update_projects()
431
432     # Page back one
433     def page_left_click(self):
434         self.workers_table_page -= int(self.size_page.text())
435         self.full_right.setEnabled(True)
436         self.page_right.setEnabled(True)
437         if not self.workers_table_page:
438             self.full_left.setEnabled(False)
439             self.page_left.setEnabled(False)
440         self.unpacked_worker_changed()
441         self.worker_rows_were_changed.clear()
442         self.update_workers()
443
444     # One page ahead
445     def page_right_click(self):
446         self.workers_table_page += int(self.size_page.text())
447         if self.api.get_users_count() - self.workers_table_page <= int(self.
            size_page.text()):
448             self.full_right.setEnabled(False)
449             self.page_right.setEnabled(False)
450         self.full_left.setEnabled(True)
451         self.page_left.setEnabled(True)
452         self.unpacked_worker_changed()
453         self.worker_rows_were_changed.clear()
454         self.update_workers()
455
456     # Page change to first
457     def full_left_click(self):
458         self.workers_table_page = 0
459         self.full_left.setEnabled(False)
460         self.page_left.setEnabled(False)
461         self.full_right.setEnabled(True)
462         self.page_right.setEnabled(True)
463         self.unpacked_worker_changed()
464         self.worker_rows_were_changed.clear()
465         self.update_workers()

```

```

466
467 # Page change to last
468 def full_right_click(self):
469     size = self.api.get_users_count()
470     self.workers_table_page = size - size % int(self.size_page.text())
471     self.full_right.setEnabled(False)
472     self.page_right.setEnabled(False)
473     self.full_left.setEnabled(True)
474     self.page_left.setEnabled(True)
475     self.unpacked_worker_changed()
476     self.worker_rows_were_changed.clear()
477     self.update_workers()
478
479 # [X]
480 def closeEvent(self, event):
481     event.accept()
482     quit()
483
484 # Class responsible for the stack window
485 class loginStackWindow(QtWidgets.QDialog, login_stack.Ui_login_dialog):
486     def __init__(self):
487         super().__init__()
488         self.setupUi(self)
489         self.setWindowFlags(self.windowFlags() & ~Qt.WindowContextHelpButtonHint
490                               )
491         self.api = db_api.API()
492
493         # Finding or creating a new file of saved logged entries
494         # [You need to encrypt this file]
495         try:
496             with open("memory.json") as f:
497                 self.data = json.load(f)
498         except IOError:
499             self.data = {"user_info": {"login": "", "pwd": ""}, "flag": False}
500             with open("memory.json") as f:
501                 self.data = json.load(f)
502
503         # page_login(0) buttons events and data logic
504         self.check_save_loginpwd.setChecked(self.data["flag"])
505         self.input_login.setText(self.data["user_info"]["login"])
506         self.input_pwd.setText(self.data["user_info"]["pwd"])

```

```

506
507     # buttons events
508     self.login_button.clicked.connect(self.login_button_click)
509     self.newpwd_button.clicked.connect(self.newpwd_button_click)
510
511     # page_replace_pwd(1) buttons events
512     self.save_newpwd_button.clicked.connect(self.save_newpwd_button_click)
513     self.back_login_button.clicked.connect(self.back_login_button_click)
514
515     self._login_timer = QTimer()
516     self._login_timer.timeout.connect(self._timer_tick)
517     self._login_timer.start(10000)
518     self.connect_status = 0
519
520     def _timer_tick(self):
521         self.connect_status = self.api.check_connect()
522         if self.connect_status:
523             self.label_log_login.setText("")
524             self.button_status(True)
525         else:
526             self.label_log_login.setText("Server is not available!")
527             self.button_status(False)
528
529     def button_status(self, status):
530         self.login_button.setEnabled(status)
531         self.save_newpwd_button.setEnabled(status)
532
533     # page_login(0) login button
534     def login_button_click(self):
535         self.api.user = self.input_login.text()
536         self.api.pwd = self.input_pwd.text()
537         flag = self.check_save_loginpwd.isChecked()
538         self.connect_status = self.api.check_connect()
539         if self.connect_status:
540             answer = self.api.authorization(self.api.user, self.api.pwd)
541             if not answer["content"]["authorization"]["ok"]:
542                 self.error_loginpwd.setText("Wrong login or password!")
543             elif flag:
544                 with open("memory.json", "w") as f:
545                     f.write(json.dumps({"user_info": {"login": self.api.user, "pwd":

```

```

546         self._login_timer.stop()
547         self.miWindow = miWindow(self.api)
548         self.miWindow.last_window = self
549         self.destroy()
550         self.miWindow.show()
551     else:
552         with open("memory.json", "w") as f:
553             f.write(json.dumps({"user_info": {"login": "", "pwd": ""}, "flag":
                                   False}))
554         self._login_timer.stop()
555         self.input_login.setText("")
556         self.input_pwd.setText("")
557         self.miWindow = miWindow(self.api)
558         self.miWindow.last_window = self
559         self.destroy()
560         self.miWindow.show()
561     else:
562         self.label_log_login.setText("Server is not available!")
563     return
564
565 # page_login(0) go to the user login change window
566 def newpwd_button_click(self):
567     self.login_stack.setCurrentIndex(1) # page_replace_login
568
569 # page_replace_pwd(2) back button
570 def back_login_button_click(self):
571     self.login_stack.setCurrentIndex(0) # page_login
572
573 # page_replace_pwd(2) button user pwd changes
574 def save_newpwd_button_click(self):
575     login = self.input_login_reppwd.text()
576     old_pwd = self.input_oldpwd.text()
577     new_pwd = self.input_newpwd.text()
578     self.connect_status = self.api.check_connect()
579     if self.connect_status:
580         if old_pwd != new_pwd:
581             answer = self.api.change_password({"email": login, "old_pwd":
                                                old_pwd, "new_pwd": new_pwd})
582             if answer == "Password has been changed.":
583                 self.error_reppwd.setStyleSheet("color: rgb(75, 225, 0);; font-
                                                    weight: bold;")

```

```

584         self.error_reppwd.setText("Password successfully changed")
585     else:
586         self.error_reppwd.setStyleSheet("color: rgb(255, 0, 0);; font-
            weight: bold;")
587         self.error_reppwd.setText("Wrong login or password!")
588     else:
589         self.error_reppwd.setStyleSheet("color: rgb(255, 0, 0);; font-weight:
            bold;")
590         self.error_reppwd.setText("New password is the same as current!")
591     else:
592         self.label_log_reppwd.setText("Server is not available!")
593
594 # [X]
595 def closeEvent(self, event):
596     event.accept()
597     quit()
598
599
600 class inprojectDialogWindow(QtWidgets.QDialog, add_inproject_dialog.
    Ui_add_inproject_dialog):
601     def __init__(self, list_projects):
602         super().__init__()
603         self.setupUi(self)
604
605         self.setWindowFlags(self.windowFlags() & ~Qt.WindowContextHelpButtonHint
            )
606         self.answer = False
607
608 # buttons events
609 self.add_button.clicked.connect(self.add_button_click)
610 self.cancel_button.clicked.connect(self.cancel_button_click)
611
612 for project in list_projects:
613     row_pos = self.table_projects.rowCount()
614     self.table_projects.insertRow(row_pos)
615     self.table_projects.setItem(row_pos, 0, QtWidgets.QTableWidgetItem(
        project["name"]))
616     self.table_projects.setItem(row_pos, 1, QtWidgets.QTableWidgetItem(
        project["deadline"]))
617
618 # Confirmation of choice

```

```

619 def add_button_click(self):
620     self.answer = self.table_projects.selectedItems()
621     self.close()
622
623 # Cancel selection
624 def cancel_button_click(self):
625     self.close()
626
627 # Enable confirmation button if item is selected
628 # [Perhaps you can do better]
629 def on_table_projects_itemClicked(self, item):
630     self.add_button.setEnabled(True)
631
632 # The class responsible for adding a new project window
633 class newProjectDialogWindow(QtWidgets.QDialog, add_new_project_dialog.
        Ui_add_new_project_dialog):
634     def __init__(self, api, table, list_new_projects):
635         super().__init__()
636         self.setupUi(self)
637         self.api = api
638         self.table = table
639         self.list = list_new_projects
640         self.setWindowFlags(self.windowFlags() & ~Qt.WindowContextHelpButtonHint
        )
641
642 # buttons events
643 self.add_button.clicked.connect(self.add_button_click)
644 self.cancel_button.clicked.connect(self.cancel_button_click)
645
646 self._new_project_timer = QTimer()
647 self._new_project_timer.timeout.connect(self._timer_tick)
648 self._new_project_timer.start(10000)
649 self.connect_status = 0
650
651 def _timer_tick(self):
652     self.connect_status = self.api.check_connect()
653     if self.connect_status:
654         self.label_error.setText("")
655         self.button_status(True)
656     else:
657         self.label_error.setText("Server is not available!")

```

```

658         self.button_status(False)
659
660     def button_status(self, status):
661         self.add_button.setEnabled(status)
662
663     # Add confirmation
664     def add_button_click(self):
665         self.connect_status = self.api.check_connect()
666         if self.connect_status:
667             name = self.line_project_name.text()
668             deadline = self.calendarWidget.selectedDate()
669             if not name or deadline.isNull():
670                 self.label_error.setText("Not all data is filled!")
671             elif len(name) > 65:
672                 self.label_error.setText("Project name is too big!")
673             else:
674                 date_deadline = str(deadline.day()) + "." + str(deadline.month()) +
675                     "." + str(deadline.year())
676                 data = [{"name": name, "deadline": date_deadline}]
677                 answer = self.api.add_projects(data)
678                 if answer["content"]["add_projects"][0]["ok"]:
679                     row_pos = self.table.rowCount()
680                     last_row = self.api.get_all_projects({"offset": -1, "length":
681                         row_pos+42})[0]
682                     self.api.del_projects([last_row["_id"]])
683                     self.table.insertRow(row_pos)
684                     self.table.setItem(row_pos, 0, QTableWidgetItem(name))
685                     self.table.setItem(row_pos, 1, QTableWidgetItem(
686                         date_deadline))
687                     self.list.extend(data)
688                     self.table.selectRow(row_pos)
689                     row = self.table.selectedItems()
690                     for x in row:
691                         x.setBackground(QColor(122, 255, 206))
692                     self.table.scrollToBottom()
693                     self._new_project_timer.stop()
694                     self.close()
695                 else:
696                     self.label_error.setText("A project with this name already exists!")
697                     )
698         else:

```



```

695         self.label_error.setText("Server is not available!")
696         return
697
698     # Cancel add
699     def cancel_button_click(self):
700         self._new_project_timer.stop()
701         self.close()
702
703     # The class responsible for adding a new user window
704     class newUserDialogWindow(QtWidgets.QDialog, add_new_user_dialog.
        Ui_add_new_user_dialog):
705     def __init__(self, main_class, api, table, list_new_workers):
706         super().__init__()
707         self.setupUi(self)
708         self.api = api
709         self.table = table
710         self.list = list_new_workers
711         # [I need help :( )]
712         self.main_class = main_class
713         self.setWindowFlags(self.windowFlags() & ~Qt.WindowContextHelpButtonHint
            )
714
715         # buttons events
716         self.add_button.clicked.connect(self.add_button_click)
717         self.cancel_button.clicked.connect(self.cancel_button_click)
718
719         self._new_user_timer = QTimer()
720         self._new_user_timer.timeout.connect(self._timer_tick)
721         self._new_user_timer.start(10000)
722         self.connect_status = 0
723
724     def _timer_tick(self):
725         self.connect_status = self.api.check_connect()
726         if self.connect_status:
727             self.label_error.setText("")
728             self.button_status(True)
729         else:
730             self.label_error.setText("Dve myasnykh katlety gril, spetsialnyy sous
                syr")
731             self.button_status(False)
732

```

```

733 def button_status(self, status):
734     self.add_button.setEnabled(status)
735
736 # Add confirmation
737 def add_button_click(self):
738     self.connect_status = self.api.check_connect()
739     if self.connect_status:
740         email = self.lineEdit_email.text()
741         surname = self.lineEdit_surname.text()
742         name = self.lineEdit_name.text()
743         patron = self.lineEdit_patron.text()
744         pos = self.lineEdit_pos.text()
745         pwd = self.lineEdit_pwd.text()
746         confpwd = self.lineEdit_confpwd.text()
747         if not (email and name and surname and patron and pos and pwd and
748                 confpwd):
749             self.label_error.setText("Not all fields are filled!")
749         elif not (pwd == confpwd):
750             self.label_error.setText("Passwords do not match!")
751         else:
752             data = [{"email": email, "pwd": pwd, "name": [surname, name, patron],
753                     "position": pos}]
754             answer = self.api.add_users(data)
755             if not answer["ok"]:
756                 self.label_error.setText("Invalid Email View!")
757             elif answer["content"]["add_users"][0]["ok"]:
758                 row_pos = self.table.rowCount()
759                 last_row = self.api.get_all_users({"offset": self.api.
760                                                     get_users_count()-1, "length": self.api.get_users_count()})[0]
761                 self.api.del_users([last_row["_id"]])
762                 self.table.insertRow(row_pos)
763                 # [I need help :( )]
764                 index_list = [str(item+1) for item in range(self.main_class.
765                                                             workers_table_page, self.main_class.workers_table_page + int(
766                                                                 self.main_class.size_page.text()))]
767                 self.main_class.workers_table.setVerticalHeaderLabels(index_list)
768                 self.table.setItem(row_pos, 0, QtWidgets.QTableWidgetItem(email))
769                 self.table.setItem(row_pos, 1, QtWidgets.QTableWidgetItem(surname))
770                 self.table.setItem(row_pos, 2, QtWidgets.QTableWidgetItem(name))
771                 self.table.setItem(row_pos, 3, QtWidgets.QTableWidgetItem(patron))
772                 self.table.setItem(row_pos, 4, QtWidgets.QTableWidgetItem(pos))

```

```

769         self.list.extend(data)
770         self.table.selectRow(row_pos)
771         row = self.table.selectedItems()
772         for x in row:
773             x.setBackground(QColor(122, 255, 206))
774         self.table.scrollToBottom()
775         self._new_user_timer.stop()
776         self.close()
777     else:
778         self.label_error.setText("A user with this Email already exists!")
779 else:
780     self.label_error.setText("Server is not available!")
781     return
782
783 # Cancel add
784 def cancel_button_click(self):
785     self._new_user_timer.stop()
786     self.close()
787
788 def main():
789     app = QtWidgets.QApplication(sys.argv)
790     login_window = loginStackWindow()
791     login_window.show()
792     app.exec_()
793
794 if __name__ == "__main__":
795     main()

```

Список литературы

1. Википедия — свободная энциклопедия. — Дата обращения: 01.02.2019. <https://ru.wikipedia.org/>.
2. Документация Qt5: для версии 5.12. — Дата обращения: 01.11.2018. <https://doc.qt.io/qt-5/>.
3. Документация языка программирования Python: для версии 3.6. — Дата обращения: 10.10.2018. <https://docs.python.org/3/>.
4. *Саммерфилд М.* Программирование на Python 3. Подробное руководство. — Символ-Плюс, 2009.
5. *Шлее М.* Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2018.