

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**"Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)"**
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра системного программирования

ОТЧЕТ

по учебной практике

бакалавра направления 02.03.02 "Фундаментальная информатика
и информационные технологии"

Выполнил: _____
студент группы КЭ-201
Гордеев А.С.

Проверил: _____
Докт. физ.-мат. наук, доцент,
Проф. кафедры СП
Макаровских Т.А.
Дата: _____, Оценка: _____

Челябинск-2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра системного программирования

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой
системного программирования

_____ Л.Б. Соколинский

ЗАДАНИЕ
по учебной практике

1. Цель работы

Разработать GUI-приложение, работающее с входной информацией, вводимой пользователем с помощью управляемых элементов формы, либо из текстового файла.

2. Исходные данные к работе

1. База данных пословиц, поговорок, афоризмов, каламбуров и других словесных курьезов.
2. Хранение данных в файле в формате json.
3. Файл хранит такую информацию как: автор, тема и фраза.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Определение структуры приложения (по модулям), структур данных, используемых для хранения основной пользовательской информации.
2. Дизайн оконного интерфейса, анализ структуры входных данных и их защита от некорректного ввода информации.
3. Разработка основного функционала приложения: основных форм и механизмов получения информации из их компонентов и их файлов; основного алгоритма функционирования приложения; тестирование приложения.
4. Подготовка руководства пользователя и документации для программиста.

4. Сроки

Дата выдачи задания: "27" июня 2022 г.

Срок сдачи законченной работы: "23" июля 2022 г.

Руководитель:

Докт. физ-мат наук, проф. кафедры СП

должность, ученая степень

подпись

Макаровских Т.А.

ФИО руководителя

Задание принял к исполнению:

подпись

Гордеев А.С.

ФИО студента

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	4
2. ДИЗАЙН ОКОННОГО ИНТЕРФЕЙСА	7
3. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛА ОСНОВНЫХ ФОРМ И МЕХАНИЗМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ.....	14
4. РАЗРАБОТКА ОСНОВНОГО МЕХАНИЗМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ.....	20
5. ТЕСТИРОВАНИЕ	26
5.1. Автономное тестирование	26
5.2. Комплексное тестирование.....	26
6. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ.....	29
6.1. Запуск приложения и обзор пользовательского интерфейса	29
6.2. Различные способы ввода и вывода информации	29
6.3. Описание всех возможностей программы.....	30
6.4. Перечень ошибок и способов их устранения.....	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	32
ЛИТЕРАТУРА.....	33

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Требуется написать справочник пословиц, поговорок, афоризмов, каламбуров, других словесных курьезов. Программа выполняет классификацию по авторам и источникам, поиск по темам и автору. Программа должна обеспечивать поиск по базе по заданным критериям, позволять редактировать и дополнять базу. Записи базы данных будут иметь следующие типы (табл.1).

Таблица 1. Переменные, используемые для хранения записей базы данных

Переменная	Тип переменной	Содержательный смысл
id	int	Идентификатор записи
author	QString	Автор (источник)
theme	QString	Тема
phrase	QString	Фраза

Реализовать решение данной задачи можно с помощью такой известной структуры как префиксное дерево, или же бор. Каждый его элемент — вершина дерева, включающая в себя символ поиска строки, номер вершины, хэш-таблицу с номерами следующих вершин в виде: ключ-символ, значение-номер; булеву переменную, является ли вершина листом и массив типа QVector для хранения идентификаторов записей. Само префиксное дерево будет состоять из символов (вершин) строки с названием источника (автора) и темы для их поиска по данным критериям, а каждый лист массив идентификаторов.

Листинг 1. Пример структуры вершины и класса, реализующего поиск в префиксном дереве

```
struct Node {
    QMap<QChar, int> nextNodes;
    bool isLeaf = false;
    QVector<int> ids;
};

class PrefixSearcher {
public:
```

```

PrefixSearcher() : countNodes_(1), countStrings_(0) {}
int getCountStrings() { return countStrings_; }
void insert(const QString& str, int input_id);
void erase(const QString& str, int erase_id);
QVector<int> find(const QString& prefix);

private:
    QMap<int, Node> trie_;
    int countNodes_;
    int countStrings_;

    bool canGoNode(int vertice, QChar sym);
    void createNode(int vertice, QChar sym);
    int getNextVertice(int vertice, QChar sym);
    bool isLeaf(int vretice);
    void depthFirstSearch(QVector<int>& result, int vertice);
};

```

Разрабатываемое приложение состоит из пяти оконных форм:

1. Главное окно программы.
2. Диалоговое окно добавление записи в базу.
3. Окно редактирования записи.
4. Окно с информацией о приложении.
5. Окно с информацией об авторе.

Каждой из разработанных оконных форм соответствует три файла (*.ui, *.h, *.cpp), приведенные в таблице 2. Там же приведена информация о файле prefixsearcher.h, в котором содержится информация о классе, реализующем работу префиксного дерева.

Таблица 2. Модули создаваемого проекта

Имя файла	Описание информации, содержащейся в нем	Функциональное назначение	Файлы проекта, подключенные к текущему файлу посредством директивы #include и файл разметки интерфейса
prefixsearcher.cpp	Класс реализации поиска в дереве	Работа с префиксным деревом	prefixsearcher.h
tabledata.cpp	Класс, реализующий базу данных таблицы	Хранение и обработка данных таблицы	tabledata.h
mainwindow.cpp	Класс основного	Работа с основным	mainwindow.h

	рабочего окна приложения	окном приложения	mainwindow.ui
additemdialog.cpp	Класс окна добавления записи	Ввод данных пользователя и добавление в базу	additemdialog.h additemdialog.ui
edititemdialog.cpp	Класс окна редактирования записи	Редактирование данных в базе	edititemdialog.h edititemdialog.ui
helpwindow.cpp	Класс окна с информацией о приложении	Вывод информации о приложении	helpwindow.h helpwindow.ui
aboutwindow.cpp	Класс окна с информацией об авторе	Вывод информации об авторе	aboutwindow.h aboutwindow.ui

На рисунке 1 представлена схема взаимодействия классов и оконных форм в приложении.

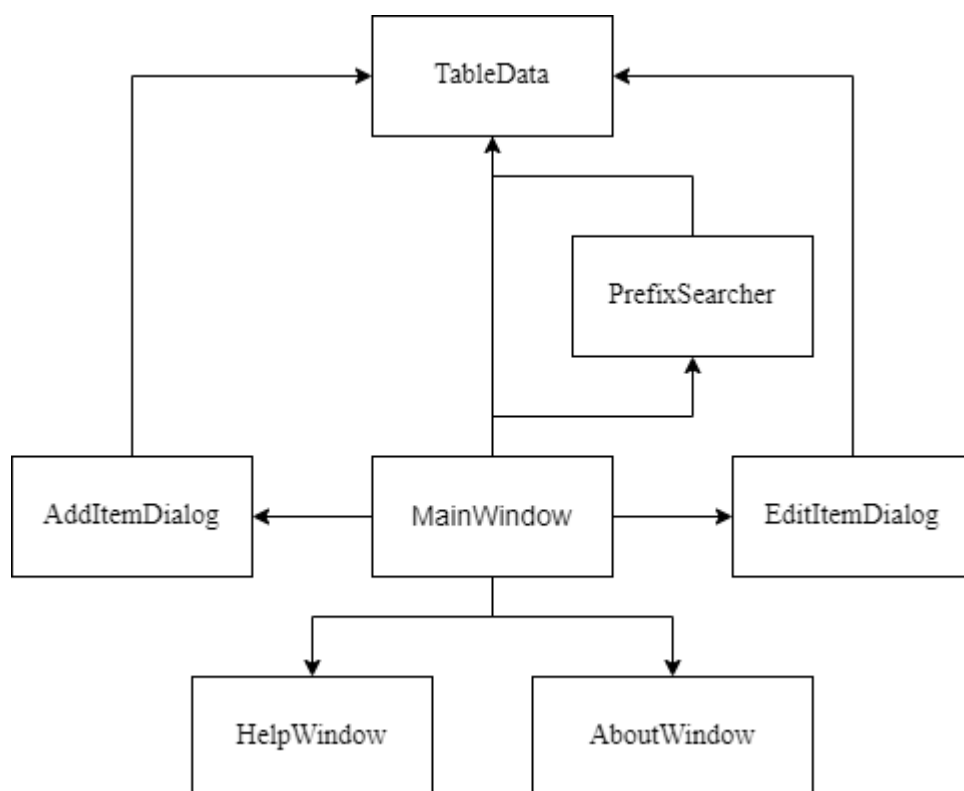


Рисунок 1. Блок-схема взаимодействия классов

2. ДИЗАЙН ОКОННОГО ИНТЕРФЕЙСА

В данном разделе приводится описание всех оконных форм, используемых для функционирования приложения:

- Основная форма для работы с таблицей.
- Форма добавление записи в таблицу.
- Форма редактирования записи таблицы.
- Форма информации о приложении.
- Форма информации об авторе.
- Вспомогательные окна.

При описании интерфейса приводится изображение соответствующей формы и приводится перечень помещенных на нее компонентов для ввода/вывода данных, оформления, и пр.

Для реализации работы с данными можно воспользоваться таблицей, реализованной в классе `QTableView`. На рисунке 2 представлено оформление основной формы приложения `MainWindow` класса `QMainWindow`.

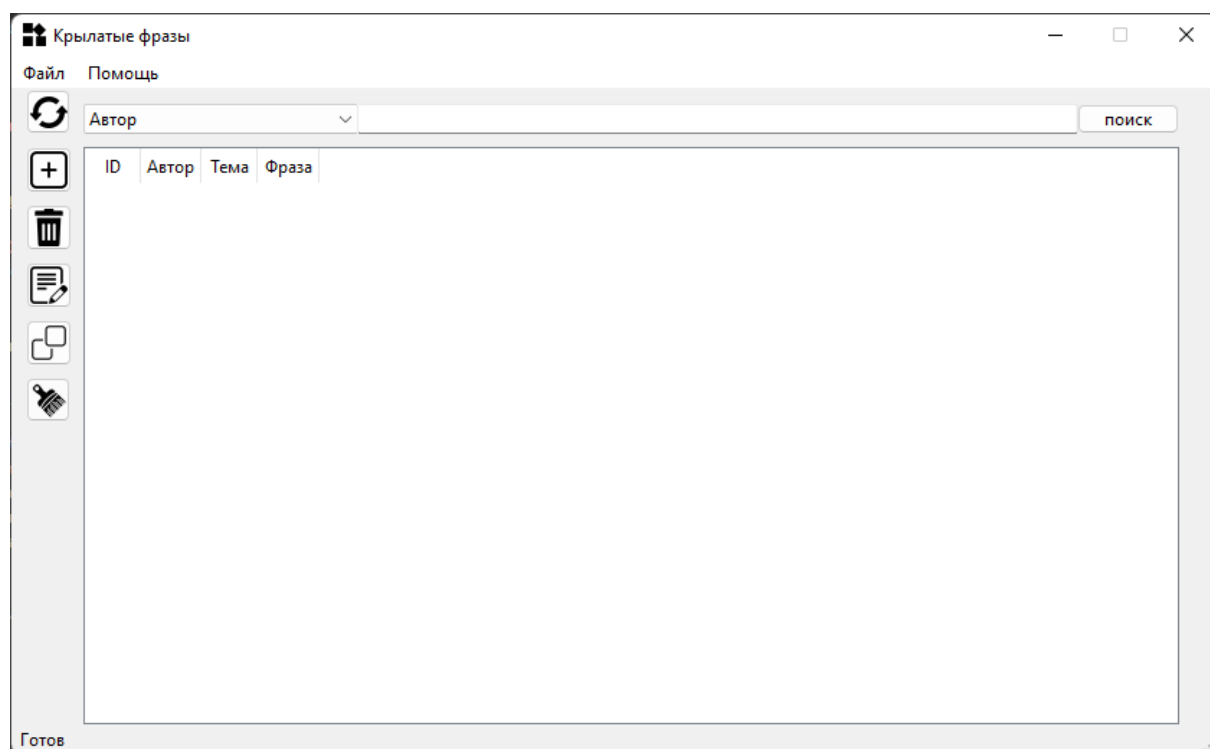


Рисунок 2. Оформление формы основного окна приложения `MainWindow`

Размещенные на форме компоненты и перечень методов и событий, которые необходимо реализовать приведен в таблице 3.

Таблица 3. Компоненты основного окна приложения

Имя компоненты	Тип	Ограничения для ввода информации	Реализованные события	Функциональное назначение
mainTableView	QTableView	Таблица с данными	Нет	Отображение таблицы из класса TableData
criterion-ComboBox	QComboBox	Выпадающее меню с пунктами: Автор, Тема	onCriterionComboBoxActivated	Выбор критерия для поиска в таблице
search-LineEdit	QLineEdit	Ввод данных в виде строки	Нет	Пользователь вводит строку для поиска значения из таблицы по заданному критерию
searchButton	QPushButton	Инициализация поиска с заданной строкой	onSearchButtonClicked	Пользователю выводится таблица с заданным критерием поиска
refreshButton	QPushButton	Обновление таблицы	onRefreshButtonClicked	Пользователь обновляет весь интерфейс таблицы
addButton	QPushButton	Вывод формы для добавления записи в таблицу	onAddButtonClicked	При нажатии таблицы открывается форма для заполнения
removeButton	QPushButton	Удаление записи с таблицы	onRemoveButtonClicked	При нажатии на кнопку осуществляется удаление выделенной записи

editButton	QPushButton	Вывод формы для редактирования записи	onEditButtonClicked	При нажатии на кнопку пользователь может редактировать выделенную запись таблицы
copyButton	QPushButton	Копирование записи таблицы	onCopyButtonClicked	При нажатии на кнопку выделенная запись копируется в буфер обмена
clearButton	QPushButton	Очистка таблицы	onClearButtonClicked	Пользователь может очистить таблицу от всех записей
menuBar	QMenuBar	Выбор пункта из выпадающего меню	Нет	Пользователь может обратиться к пунктам меню
actonSave	QAction	Формат файла json	onSaveFileClicked	Пользователь может сохранить свои изменения в файле
actionLoad	QAction	Формат файла json	onLoadFileClicked	Пользователь может загрузить необходимый ему файл с данными
actionHelp	QAction	Нет	onHelpActionClicked	Отображает окно с помощью для работы с программой
actionAbout	QAction	Нет	onAboutActionClicked	Отображает окно с информацией об авторе

Добавление и редактирование записи из таблицы реализованы в похожих формах AddItemDialog и EditItemDialog соответственно и имеют

класс QDialog. На рисунках 3 и 4 представлено оформление этих форм, а их компоненты в таблицах 4 и 5. Главные отличия в них, это название кнопок “Добавить” и “Изменить”, и в том, что данные в форме EditItemDialog берутся из таблицы для редактирования.

Рисунок 3. Оформление формы добавления записи AddItemDialog

Таблица 4. Компоненты диалогового окна AddItemDialog

Имя компоненты	Тип	Ограничения для ввода информации	Функциональное назначение
authorLabel	QLabel	Текстовая информация	Информация о вводимом поле “Автор”
authorLineEdit	QLineEdit	Ввод строки	Пользователь вводит имя автора или источника
themeLabel	QLabel	Текстовая информация	Информация о вводимом поле “Тема”
themeLineEdit	QLineEdit	Ввод строки	Пользователь вводит название темы фразы
phraseLabel	QLabel	Текстовая информация	Информация о вводимом поле “Фраза”
phraseTextEdit	QTextEdit	Ввод многострочных данных	Пользователь вводит фразу
acceptButton	QPushButton	Соглашение о вводимых данных	При нажатии на кнопку пользователь добавляет запись таблицы
cancelButton	QPushButton	Отмена изменений	При нажатии на кнопку пользователь отказывается от вводимых или измененных данных

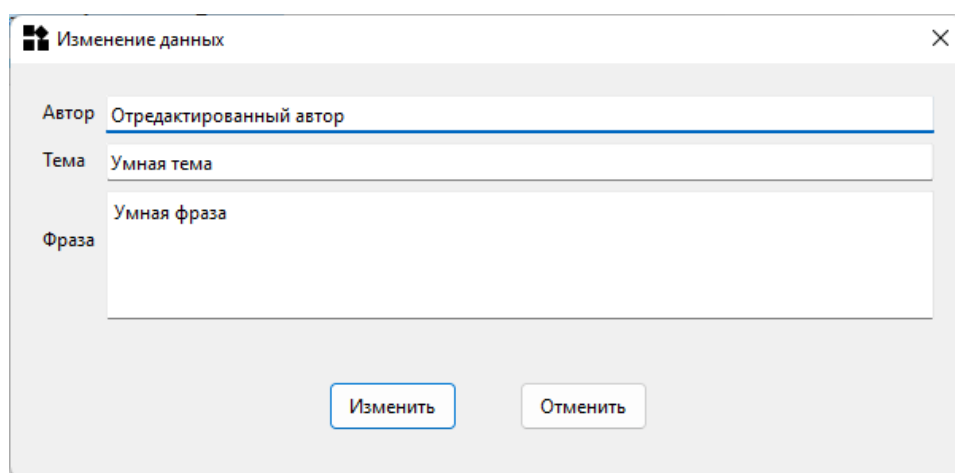


Рисунок 4. Оформление формы редактирования записи EditItemDialog

Таблица 5. Компоненты диалогового окна EditItemDialog

Имя компоненты	Тип	Ограничения для ввода информации	Функциональное назначение
authorLabel	QLabel	Текстовая информация	Информация о редактируемом поле “Автор”
authorLineEdit	QLineEdit	Ввод строки	Пользователь редактирует имя автора или источника
themeLabel	QLabel	Текстовая информация	Информация о вводимом поле “Тема”
themeLineEdit	QLineEdit	Ввод строки	Пользователь редактирует название темы
phraseLabel	QLabel	Текстовая информация	Информация о вводимом поле “Фраза”
phraseTextEdit	QTextEdit	Ввод многострочных данных	Пользователь редактирует фразу
acceptButton	QPushButton	Соглашение о вводимых данных	При нажатии на кнопку пользователь изменяет запись таблицы
cancelButton	QPushButton	Отмена изменений	При нажатии на кнопку пользователь отказывается от вводимых или измененных данных

Информационная форма содержит полезные подсказки для пользователя и представлена на рисунке 5, ее компоненты в таблице 6.

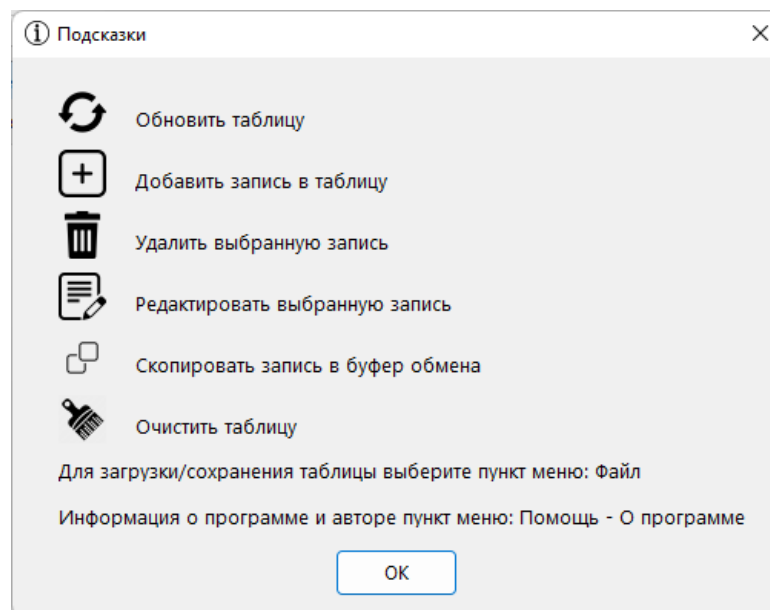


Рисунок 5. Оформление информационной формы HelpWindow

Таблица 6. Компоненты информационной формы HelpWindow

Имя компоненты	Тип	Функциональное назначение
updateIcon	QLabel	Иконка кнопки “Обновить”
updateLabel	QLabel	Подпись иконки “Обновить”
addIcon	QLabel	Иконка кнопки “Добавить”
addLabel	QLabel	Подпись иконки “Добавить”
removeIcon	QLabel	Иконка кнопки “Удалить”
removeLabel	QLabel	Подпись иконки “Удалить”
editIcon	QLabel	Иконка кнопки “Редактировать”
editLabel	QLabel	Подпись иконки “Редактировать”
copyIcon	QLabel	Иконка кнопки “Скопировать”
copyLabel	QLabel	Подпись иконки “Скопировать”
clearIcon	QLabel	Иконка кнопки “Очистить”
clearLabel	QLabel	Подпись иконки “Очистить”
fileLabel	QLabel	Информация о работе с файлами
aboutLabel	QLabel	Информация как вызвать окно “О программе”
okButton	QPushButton	Позволяет выйти из формы

Форма об авторе содержит полезную информацию о программе и ее авторе и представлена на рисунке 6, компоненты в таблице 7.

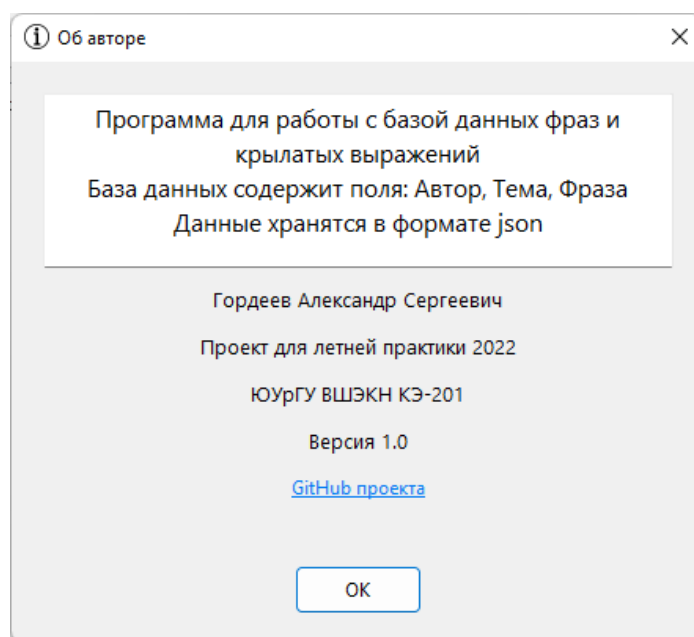


Рисунок 6. Оформление формы об авторе AboutWindow

Таблица 6. Компоненты формы об авторе AboutWindow

Имя компоненты	Тип	Функциональное назначение
aboutProgram	QTextEdit	Информация о программе
aboutLabel	QLabel	Информация об авторе
okButton	QPushButton	Позволяет выйти из формы

Алгоритмы и программная реализация приведенных в этой главе событий и методов приведены в следующем разделе.

3. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛА ОСНОВНЫХ ФОРМ И МЕХАНИЗМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Главная форма MainWindow содержит множество кнопок, которые привязаны к событиям QAbstractButton::clicked, а также QAction к событиям QAction::triggered. Здесь приводится информация обо всех событиях и методах.

При нажатии на кнопку refreshButton вызывается метод onRefreshButtonClicked, который обновляет таблицу и сбрасывает состояние поиска. Исходный код представлен в листинге 2.

Листинг 2. Метод onRefreshButtonClicked

```
void MainWindow::onRefreshButtonClicked() {
    QAbstractItemModel* ui_model = ui_>mainTableView->model();
    if (ui_model != tableData_>getModel() && ui_model != nullptr) {
        delete ui_model;
    }
    ui_>mainTableView->setModel(tableData_>getModel());
    ui_>criterionComboBox->setCurrentIndex(0);
    ui_>searchLineEdit->clear();
    statusBar()->showMessage("Таблица обновлена");
}
```

Кнопка addButton вызывает метод onAddButtonClicked, который в свою очередь открывает форму для добавления записи в таблицу AddItemDialog. Исходный код в листинге 3.

Листинг 3. Метод onAddButtonClicked

```
void MainWindow::onAddButtonClicked() {
    AddItemDialog dialog(this);
    dialog.exec();

    if (dialog.result() == QDialog::Accepted) {
        QVector<QString> data = {dialog.getAuthor(), dialog.getTheme(),
                                dialog.getPhrase()};
        tableData_>addRow(data);
        refreshTable();
        statusBar()->showMessage("Запись успешно добавлена в таблицу");
    }
}
```

Кнопка `removeButton` удаляет выделенную строку в таблице. Удаление происходит по идентификатору (ID) записи. Исходный код представлен в листинге 4.

Листинг 4. Метод `onRemoveButtonClicked`

```
void MainWindow::onRemoveButtonClicked() {
    QModelIndexList selected_rows =
        ui_>mainTableView->selectionModel()->selectedRows();
    if (selected_rows.size() != 1) {
        buttonMessageBox("Выберите строку для удаления");
        return;
    }

    int id = selected_rows.first().data().toInt();
    tableData_>removeRow(id);
    refreshTable();
    statusBar()->showMessage("Запись успешно удалена");
}
```

Кнопка `editButton` вызывает форму редактирования выделенной записи таблицы `EditItemDialog`. Нужная запись также выбирается по идентификатору. Исходный код в листинге 5.

Листинг 5. Метод `onEditButtonClicked`

```
void MainWindow::onEditButtonClicked() {
    QModelIndexList selected_rows =
        ui_>mainTableView->selectionModel()->selectedRows();
    if (selected_rows.size() != 1) {
        buttonMessageBox("Выберите строку для редактирования");
        return;
    }

    int id = selected_rows.first().data().toInt();
    QVector<QString> data = tableData_>getRowData(id);
    EditItemDialog dialog(data, this);
    dialog.exec();

    if (dialog.result() == QDialog::Accepted) {
        QVector<QString> data = {dialog.getAuthor(), dialog.getTheme(),
                                dialog.getPhrase()};
        tableData_>editRow(data, id);
        refreshTable();
        statusBar()->showMessage("Запись в таблице успешно изменена");
    }
}
```

Кнопка `copyButton` копирует выделенную запись таблицы в буфер обмена. Код в листинге 6.

Листинг 6. Метод `onCopyButtonClicked`

```
void MainWindow::onCopyButtonClicked() {
    QModelIndexList selected_rows =
        ui_>mainTableView->selectionModel()->selectedRows();
    if (selected_rows.size() != 1) {
        QMessageBox("Выберите строку для копирования");
        return;
    }

    int id = selected_rows.first().data().toInt();
    QVector<QString> data = tableData_>getRowData(id);
    QString result = data[1];
    for (int i = 2; i < data.size(); ++i) {
        result += '\t' + data[i];
    }

    QApplication::clipboard()->setText(result);
    statusBar()->showMessage("Строка скопирована");
}
```

Кнопка `clearButton` полностью очищает таблицу от записей. Исходный код представлен в листинге 7.

Листинг 7. Метод `onClearButtonClicked`

```
void MainWindow::onClearButtonClicked() {
    QAbstractItemModel* model = tableData_>clearModel();
    if (model) {
        QAbstractItemModel* ui_model = ui_>mainTableView->model();
        if (ui_model != nullptr) {
            delete ui_model;
        }
        ui_>mainTableView->setModel(model);
        statusBar()->showMessage("Таблица успешно очищена");
    } else {
        statusBar()->showMessage("Ошибка очистки таблицы");
    }
}
```

Выбор в `criterionComboBox` меняет критерий поиска, а также устанавливает столбец для `QCompleter` (о нем будет сказано позднее). Метод представлен в листинге 8.

Листинг 8. Метод onCriterionComboBoxActivated

```
void MainWindow::onCriterionComboBoxActivated(int index) {
    compl_>setCompletionColumn(index + 1);
}
```

Кнопка `searchButton` вызывает метод `onSearchButtonClicked`, который делегирует свою работу методу `refreshTable`. Исходный код этих двух методов представлен в листинге 9.

Листинг 9. Метод onSearchButtonClicked и refreshTable

```
void MainWindow::onSearchButtonClicked() { refreshTable(); }

void MainWindow::refreshTable() {
    QAbstractItemModel* ui_model = ui_>mainTableView->model();
    if (ui_model != tableData_>getModel() && ui_model != nullptr) {
        delete ui_model;
    }

    QString criterion = ui_>criterionComboBox->currentText();
    QString search_string = ui_>searchLineEdit->text();
    if (search_string.isNull() || search_string.isEmpty()) {
        QAbstractItemModel* model = tableData_>getModel();
        ui_>mainTableView->setModel(model);
        compl_>setModel(model);
        return;
    }

    QAbstractItemModel* model = tableData_>search(criterion,
search_string);
    ui_>mainTableView->setModel(model);
    compl_>setModel(model);
}
```

Вызов меню `actionSave` позволяет выбрать место для сохранения данных таблицы в формате `json`. Код в листинге 10.

Листинг 10. Метод onSaveFileClicked

```
void MainWindow::onSaveFileClicked() {
    QString path = QFileDialog::getSaveFileName(this, "Сохранить
файл", "", "Фразы (*.json)");
    if (path.isNull() || path.isEmpty())
        return;
    if (tableData_>saveToJson(path)) {
        statusBar()->showMessage("Файл успешно сохранен");
    } else {
        statusBar()->showMessage("Ошибка сохранения файла");
    }
}
```

Вызов меню `actionLoad` открывает окно с выбором файла для загрузки данных таблицы в формате `json`. Код представлен в листинге 11.

Листинг 11. Метод `onLoadFileClicked`

```
void MainWindow::onLoadFileClicked() {
    QString path = QFileDialog::getOpenFileName(this, "Загрузить
файл", "", "Фразы (*.json)");
    if (path.isNull() || path.isEmpty()) {
        return;
    }

    QAbstractItemModel* model = tableData_>loadFromJson(path);
    if (model) {
        ui_>mainTableView->setModel(model);
        compl_>setModel(model);
        statusBar()->showMessage("Файл успешно загружен");
    } else {
        statusBar()->showMessage("Ошибка загрузки файла");
    }
}
```

Вызов меню `actionHelp` открывает окно с подсказками для пользователя `HelpWindow`. Исходный код вызывающего метода в листинге 12.

Листинг 12. Метод `onHelpActionClicked`

```
void MainWindow::onHelpActionClicked() {
    HelpWindow wnd(this);
    wnd.exec();
}
```

Вызов меню `actionAbout` открывает окно `AboutWindow` с информацией об авторе и самой программе. Код метода в листинге 13.

Листинг 13. Метод `onAboutActionClicked`

```
void MainWindow::onAboutActionClicked() {
    AboutWindow wnd(this);
    wnd.exec();
}
```

Вспомогательный метод для вызова окон с сообщениями о различных ошибках типа `QMessageBox`. Исходный код метода в листинге 14.

Листинг 14. Метод `buttonMessageBox`

```
void MainWindow::buttonMessageBox(const QString& text) {  
    QMessageBox msg_box;  
    msg_box.setWindowTitle("Таблица");  
    msg_box.setWindowIcon(windowIcon());  
    msg_box.setIcon(QMessageBox::Information);  
    msg_box.setText(text);  
    msg_box.exec();  
}
```

4. РАЗРАБОТКА ОСНОВНОГО МЕХАНИЗМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ

В данном разделе описываются методы классов, в которых происходит сохранение или загрузка файла и изменение данных приложения:

- Добавление элемента
- Удаление элемента
- Изменение элемента
- Поиск по заданному критерию
- Чтение файла
- Запись в файл

Добавление записи в таблицу начинается с вызова и заполнения формы AddItemDialog (рисунок 3). Данные отправляются в метод `addRow` класса `TableData`, который и взаимодействует с моделью таблицы `QAbstractItemModel`. Модель самостоятельно реагирует на изменения и отображается в главном окне. Также для возможности поиска по критериям заполняется бор, реализованный в классе `PrefixSearcher`, о котором будет рассказано далее. Реализованный метод представлен в листинге 15.

Листинг 15. Метод `addRow`

```
bool TableData::addRow(const QVector<QString>& columns) {
    if (columns.size() > model_>columnCount()) {
        return false;
    }

    int row_count = model_>rowCount();
    int last_id = lastID();
    model_>insertRow(row_count);
    model_>setData(model_>index(row_count, 0), last_id);

    for (int i = 0; i < columns.size(); ++i) {
        QModelIndex index = model_>index(row_count, i + 1);
        model_>setData(index, columns[i]);
        criterionSearch_[headers_[i + 1]]>insert(columns[i], last_id);
    }

    return true;
}
```

Удаление выбранной записи осуществляется нажатием кнопки `removeButton` (событие в листинге 4). Вызывается метод `removeRow` с параметром идентификатора выбранной строки. Запись также удаляется из поиска. Метод реализован в листинге 16.

Листинг 16. Метод `removeRow`

```
bool TableData::removeRow(int id) {
    int row = findRow(id);
    for (int i = 1; i < headers_.size(); ++i) {
        QModelIndex index = model_->index(row, i);
        QString data = model_->data(index).toString();
        criterionSearch_[headers_[i]]->erase(data, id);
    }
    return model_->removeRow(row);
}
```

Изменение записи происходит в форме `EditItemDialog` (рисунок 4), вызванный кнопкой `editButton` (событие в листинге 5). В метод `editRow` отправляются измененные данные и идентификатор строки. Изменение также касается поиска. Исходный код в листинге 17.

Листинг 17. Метод `editRow`

```
void TableData::editRow(const QVector<QString>& columns, int id) {
    if (columns.size() > model_->columnCount()) {
        return;
    }

    int row = findRow(id);
    for (int i = 0; i < columns.size(); ++i) {
        QModelIndex index = model_->index(row, i + 1);
        QString data = model_->data(index).toString();
        criterionSearch_[headers_[i + 1]]->erase(data, id);
        criterionSearch_[headers_[i + 1]]->insert(columns[i], id);
        model_->setData(index, columns[i]);
    }
}
```

Поиск осуществляется путем выбора критерия для поиска из `criterionComboBox`, ввода данных для поиска в `searchLineEdit` и нажатием кнопки `searchButton`. Выпадающий список при вводе в `searchLineEdit`, или же `QCompleter`, самостоятельно адаптируется под выбор критерия и предлагает подходящие варианты поиска. В метод `search` отправляется выбранный

критерий и строка для поиска, для этого используется класс `PrefixSearcher`. Данный метод возвращает новую модель (`QAbstractModel`) для отображения в таблице. Исходный код представлен в листинге 18.

Листинг 18. Метод `search`

```
QAbstractItemModel* TableData::search(const QString& header, const
QString& search_string) {
    QVector<int> ids = criterionSearch_[header]->find(search_string);

    QAbstractItemModel* searchModel_ =
        new QStandardItemModel(ids.size(), headers_.size());
    for (int i = 0; i < headers_.size(); ++i) {
        searchModel_->setHeaderData(i, Qt::Horizontal, headers_[i]);
    }

    for (int i = 0; i < ids.count(); ++i) {
        for (int j = 0; j < model_->rowCount(); ++j) {
            QModelIndex index = model_->index(j, 0);
            int id = model_->data(index).toInt();
            if (id == ids[i]) {
                for (int k = 0; k < model_->columnCount(); ++k) {
                    index = model_->index(j, k);
                    QString data = model_->data(index).toString();
                    QModelIndex index_search = searchModel_->index(i, k);
                    searchModel_->setData(index_search, data);
                }
                break;
            }
        }
    }

    return searchModel_;
}
```

Класс `PrefixSearcher` реализует такую структуру данных как «Префиксное дерево» или же по-другому «Бор». Бор — структура данных для хранения набора строк, представляющая из себя подвешенное дерево с символами на рёбрах. Строки получаются последовательной записью всех символов, хранящихся на рёбрах между корнем бора и терминальной вершиной. Размер бора линейно зависит от суммы длин всех строк, а поиск в бору занимает время, пропорциональное длине образца. Структура класса была представлена в листинге 1, а сам класс хранится и объявлен в классе `TableData` как хэш таблица `QHash<QString, PrefixSearcher*>criterionSearch_`

для удобства обращения к нужным критериям с типом QString. В листингах 19 и 20 представлены методы вставки и удаления.

Листинг 19. Метод вставки в префиксное дерево

```
void PrefixSearcher::insert(const QString& str, int input_id) {
    int vertice = 0;
    for (QChar sym : str) {
        if (!canGoNode(vertice, sym)) {
            createNode(vertice, sym);
        }
        vertice = getNextVertice(vertice, sym);
    }
    trie_[vertice].isLeaf = true;
    trie_[vertice].ids.push_back(input_id);
}
```

Листинг 20. Метод удаления в префиксном дереве

```
void PrefixSearcher::erase(const QString& str, int erase_id) {
    int vertice = 0;
    for (QChar sym : str) {
        if (!canGoNode(vertice, sym)) {
            return;
        }
        vertice = getNextVertice(vertice, sym);
    }

    Node& node = trie_[vertice];
    auto it = std::find(node.ids.begin(), node.ids.end(), erase_id);
    if (it != node.ids.end()) {
        node.ids.erase(it);
    }
    node.isLeaf = node.ids.size();
}
```

Так как это префиксное дерево, в нем можно найти все строки, начинающиеся определенной подстрокой. Для данной задачи идеально подойдет такой алгоритм обхода графов (в нашем случае дерева) как поиск в глубину (или же DFS – Depth First Search). Метод поиска, который будет собирать результат и начнет вызов рекурсивного поиска в глубину представлен в листинге 21, а сам алгоритм DFS в листинге 22.

Листинг 21. Метод поиска всех подстрок в префиксном дереве

```
QVector<int> PrefixSearcher::find(const QString& prefix) {
    int vertice = 0;
    for (QChar sym : prefix) {
```

```

        if (!canGoNode(vertice, sym)) {
            return QVector<int>();
        }
        vertice = getNextVertice(vertice, sym);
    }
    QVector<int> result;
    depthFirstSearch(result, vertice);
    std::sort(result.begin(), result.end());
    return result;
}

```

Листинг 22. Алгоритм поиска в глубину (DFS)

```

void PrefixSearcher::depthFirstSearch(QVector<int>& result, int vertice) {
    if (isLeaf(vertice)) {
        for (int id : trie_[vertice].ids) {
            result.push_back(id);
        }
    }
    QList vertices = trie_[vertice].nextNodes.values();
    for (int& next_vertice : vertices) {
        depthFirstSearch(result, next_vertice);
    }
}

```

Чтение файла начинается с выбора файла для чтения с помощью встроенного `QFileDialog` (листинг 10). Далее путь до файла отправляется в метод `saveToJson`, описанный в листинге 23. В этом методе проверяется, возможно ли открыть файл, и имеет ли он параметр `TABLE_DATA`. Данный параметр указывает на то, что файл был сохранен именно этой программой и имеет правильную архитектуру формата `json` и поля для считывания данных. Данные заполняются в модель таблицы.

Листинг 23. Метод чтения и заполнения таблицы из файла json

```

QAbstractItemModel* TableData::loadFromJson(const QString& path) {
    QFile file(path);
    if (!file.open(QIODevice::ReadOnly)) {
        return nullptr;
    }
    QJsonDocument load_doc(QJsonDocument::fromJson(file.readAll()));
    if (!load_doc.object().contains("TABLE_DATA")) {
        return nullptr;
    }
    QJsonArray array = load_doc.object()["TABLE_DATA"].toArray();
    if (model_ != nullptr) {
        delete model_;
    }
    model_ = new QStandardItemModel(array.size(), headers_.size());
}

```



```

initHeaders();
clearSearcher();
initSearcher();
for (int i = 0; i < array.size(); ++i) {
    int id = array[i].toObject()[headers_[0]].toString().toInt();
    for (int j = 0; j < headers_.size(); ++j) {
        QModelIndex index = model_->index(i, j);
        QString data = array[i].toObject()[headers_[j]].toString();
        model_->setData(index, data);
        if (j > 0) {
            criterionSearch_[headers_[j]]->insert(data, id);
        }
    }
}
return model_;
}

```

Запись в файл происходит аналогичным образом. В файл json обязательно устанавливается опция TABLE_DATA, описанная выше. Метод приведен в листинге 24.

Листинг 24. Метод сохранения данных таблицы в файл json

```

bool TableData::saveToJson(const QString& path) {
    QFile file(path);
    if (!file.open(QIODevice::WriteOnly)) {
        return false;
    }

    QJsonArray array;
    for (int i = 0; i < model_->rowCount(); ++i) {
        QJsonObject obj;
        for (int j = 0; j < model_->columnCount(); ++j) {
            QModelIndex index = model_->index(i, j);
            QString data = model_->data(index).toString();
            obj[headers_[j]] = data;
        }
        array.push_back(obj);
    }

    QJsonObject save_data;
    save_data.insert("TABLE_DATA", array);
    file.write(QJsonDocument(save_data).toJson());
    return true;
}

```

5. ТЕСТИРОВАНИЕ

5.1. Автономное тестирование

Тестирование отдельных частей графического интерфейса программы в автономном тестировании не нуждалось. Все необходимые тесты представлены в разделе «5.2 Комплексное тестирование». В тестировании необходим лишь класс `PrefixSearcher`, в котором реализована сложная часть программы в виде префиксного дерева. Результаты тестирования представлены в таблице 7.

Таблица 7. Тестирование класса `PrefixSearcher`

Входные данные	Выходные данные	Верно ли?
Ввод N тестовых данных в метод <code>insert</code> .	Префиксное дерево. Количество строк равняется N.	Да.
Удаление некоторой строки из префиксного дерева методом <code>erase</code> .	Префиксное дерево без одного листа (строки). Количество строк N-1.	Да.
Поиск всех подстрок в префиксном дереве из входной строки методом <code>find</code> .	Возвращается список всех подстрок входящих в префиксное дерево.	Да.
Поиск несуществующих подстрок в префиксном дереве из входной строки методом <code>find</code> .	Возвращается пустой список.	Да.

5.2. Комплексное тестирование

После разработки приложения было проведено комплексное тестирование в целях проверки реализуемости функциональных требований, то есть способности программы решать поставленные задачи, необходимые пользователем. Набор тестов представлен в таблице 8.

Таблица 8. Комплексное тестирование приложения

№ п/п	Описание ситуации	Действия	Результат	Тест пройден?
1.	Обновление таблицы.	Нажатие кнопки «Обновить».	Вывод сообщения «Таблица обновлена».	Да.

2.	Удаление невыбранного элемента таблицы.	Нажатие кнопки «Удалить».	Вывод окна с сообщением «Выберите строку для удаления».	Да.
3.	Редактирование невыбранного элемента из таблицы.	Нажатие кнопки «Редактировать».	Вывод окна с сообщением «Выберите строку для редактирования».	Да.
4.	Копирование выделенного элемента из таблицы.	Нажатие кнопки «Скопировать».	Вывод окна с сообщением «Выберите строку для копирования».	Да.
5.	Очистка таблицы.	Нажатие кнопки «Очистить».	Вывод сообщения «Таблица успешно очищена».	Да.
6.	Добавление элемента в таблицу.	Нажатие кнопки «Добавить» и ввод некоторых данных.	Вывод диалогового окна для добавления записи и отображение добавленной записи в таблице. Также вывод сообщения об успешном добавлении записи.	Да.
7.	Изменение выделенной строки.	Выбор строки, нажатие кнопки «Редактировать» и ввод новых данных.	Вывод диалогового окна для изменения записи. Строки заполнены выделенной записью. Измененная запись отобразилась в таблице. Также вывод сообщения об успешном изменении записи.	Да.
8.	Копирование выделенной строки.	Выбор строки и нажатие кнопки «Скопировать».	Вывод сообщения о том, что строка скопирована в буфер обмена.	Да.
9.	Удаление выделенной строки.	Выбор строки и нажатие кнопки «Удалить».	Вывод сообщения об успешном удалении записи.	Да.
10.	Вызов окна «Подсказки».	Выбор меню: Помощь - Элементы управления.	Вывод окна с подсказками об элементах управления программы.	Да.
11.	Вызов окна «Об авторе».	Выбор меню: Помощь - О программе.	Вывод окна с информацией об авторе и приложении.	Да.
12.	Сохранение таблицы в файл.	Выбор меню: Файл – Сохранить файл. Указать расположение файла.	Файл сохранен в формате json и вывод сообщения об успешном сохранении.	Да.

13.	Загрузка таблицы из файла.	Выбор меню: Файл – Загрузить файл. Указать расположение файла в формате json.	Файл загружен в таблицу. Данные из файла отображены. Вывод сообщения об успешной загрузке.	Да.
14.	Загрузка неверного формата файла	Выбор меню: Файл – Загрузить файл. Указать расположение файла в формате отличным от json.	Файл не загружен. Таблица не обновлена. Вывод сообщения об ошибке загрузки файла.	Да.
15.	Поиск в таблице по автору	Выбор критерия «Автор», ввод строки и нажатие кнопки «поиск».	Таблица обновлена с подходящими критериями поиска по автору.	Да.
16.	Поиск в таблице по теме.	Выбор критерия «Тема», ввод строки и нажатие кнопки «поиск».	Таблица обновлена с подходящими критериями поиска по теме.	Да.
17.	Обновление таблицы после поиска.	Выполнить поиск по одному из пунктов 15 или 16 и нажать кнопку «Обновить».	Поиск сброшен и отображена исходная таблица. Сбрасываются также критерий и строка поиска.	Да.
18.	Очистка таблицы после поиска.	Выполнить поиск по одному из пунктов 15 или 16 и нажать кнопку «Очистить».	Таблица очищена. Критерии и строка поиска сброшены.	Да.

6. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

6.1. Запуск приложения и обзор пользовательского интерфейса

Для запуска приложения под операционной системой Windows дополнительных программ или библиотек не требуется, все необходимые файлы (такие как *.dll) находятся рядом с исполняемым файлом. Запуск приложения под Linux потребует установку дополнительных библиотек Qt (подробнее об установке: <https://doc.qt.io/qt-6/linux.html>).

На рисунке 2 представлен интерфейс главного окна приложения. В середине окна располагается поле, в котором будет отображаться таблица. Слева в колонке располагаются кнопки для взаимодействия с таблицей. Над таблицей располагается панель поиска, слева выбирается критерий поиска, правее строка для ввода строки поиска и кнопка «поиск». В самом верху главного окна располагается меню. Раздел «Файл» содержит такие пункты меню как «Сохранить файл» и «Загрузить файл». Раздел «Помощь» содержит «Элементы управления» и «О программе». Узнать назначение каждой кнопки на левой панели можно, наведя мышкой по этой кнопке, либо открыть окно с подсказками, которое находится в разделе меню «Помощь» - «Элементы управления». Также в самом низу окна располагается информационная строка, оповещающая пользователя о результатах различных операций и состоянии программы.

6.2. Различные способы ввода и вывода информации

Приложение поддерживает два типа ввода информации: ручную и загрузка из файла. Для самостоятельного ввода необходимо нажать на кнопку «Добавить» и ввести такие данные в появившееся окошко (рисунок 3) как: автор, тема и фраза, и нажать кнопку «Добавить», для отмены добавления кнопку «Отменить». Для ввода таблицы из файла необходимо выбрать пункт меню «Файл» - «Загрузить файл» и в появившемся окне выбрать файл формата json, сохраненный этой программой.

6.3. Описание всех возможностей программы

Изменение записи таблицы. Для изменения записи таблицы, необходимо выделить строку в таблице и нажать на кнопку «Редактировать». Откроется диалоговое окно (рисунок 4), в котором будут отображаться данные строки возможные для редактирования. После внесения изменений необходимо нажать кнопку «Изменить», для отмены изменений кнопку «Отменить». Таблица обновится новыми данными.

Удаление записи таблицы. Для удаления записи нужно выделить строку и нажать кнопку «Удалить». Из таблицы удалится выбранная запись.

Копирование записи. Для копирования записи нужно выделить строку и нажать кнопку «Скопировать».

Очистка таблицы. Чтобы очистить таблицу нужно просто нажать на кнопку «Очистить». Таблица полностью очиститься.

Поиск по критерию. В строке поиска необходимо выбрать критерий поиска, в данном случае поиск по автору или по теме. Далее ввести строку для поиска и нажать кнопку «поиск». Таблица обновится и отобразит результат поиска.

Обновление таблицы. Чтобы обновить таблицу, или сбросить результаты поиска и вернуть исходные данные таблицы, необходимо нажать на кнопку «Обновить».

Сохранение данных таблицы. Чтобы сохранить таблицу необходимо нажать пункт меню «Помощь» - «Сохранить файл», откроется окно с проводником, в котором нужно выбрать место для сохранения и ввести имя файла. Файл сохранится в формате json.

Загрузка данных таблицы. Инструкция загрузки данных из файла уже была представлена в пункте «6.2. Различные способы ввода и вывода информации».

6.4. Перечень ошибок и способов их устранения

Загрузка некорректного файла. Если выбранный файл для загрузки был сохранен другой программой, скорее всего данные не смогут быть заполнены в таблицу. Во избежание таких ситуаций необходимо сохранять данные только через саму программу, с которой работает таблица.

Пустая таблица при поиске. Возможно, что в строку поиска введено значение, которой нет в таблице при заданном критерии. Чтобы сбросить поиск необходимо обновить таблицу нажатием кнопки «Обновить». Тогда поиск сбросится и отобразится исходная таблица.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа посвящена разработке оконного приложения для хранения, изменения и загрузки из файла записей о крылатых выражениях и их авторов с использованием языка C++ и платформы Qt. Для реализации приложения использовались такие классы как: `TableData` – реализующий основную функциональность для работы с таблицей, `QAbstractItemModel` – для хранения и отображения данных таблицы, `PrefixSearcher` – реализующий префиксное дерево для поиска подстрок по некоторому критерию.

В ходе выполнения работы были пройдены все основные этапы разработки программного обеспечения: анализ, написание спецификации, проектирование, разработка алгоритмов, кодирование, тестирование и сопровождение. Проведено автономное тестирование основных методов разработанного класса и комплексное тестирование программы в целом. В результате тестирования ошибок не обнаружено. В данных пунктах описана проделанная в каждом случае работа и ее результаты.

Внедрение данной программы в более крупный проект. Расширение функциональных возможностей данного приложения, способного осуществлять больше операций над таблицей или базой данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панюкова Т.А., Панюков А.В. Языки и методы программирования: Путеводитель по языку C++. Учебное пособие. – М.: Книжный дом «Либроком», 2013. – 216 с.
2. Панюкова Т.А. Документирование программного обеспечения: В помощь техническому писателю: Учебное пособие. – М.: Книжный дом «Либроком», 2012. – 264 с.
3. Qt documentation [Электронный ресурс] URL: <https://doc.qt.io/> (дата обращения: 29.06.2022 г.).
4. Git [Электронный ресурс] URL: <https://git-scm.com> (дата обращения: 02.07.2022 г.).
5. GitHub [Электронный ресурс] URL: <https://github.com> (дата обращения: 02.07.2022 г.).