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.

1. **Исходные данные к работе**
2. База данных пословиц, поговорок, афоризмов, каламбуров и других словесных курьезов.
3. Хранение данных в файле в формате json.
4. Файл хранит такую информацию как: автор, тема и фраза.
5. **Перечень подлежащих разработке вопросов**
6. Определение структуры приложения (по модулям), структур данных, используемых для хранения основной пользовательской информации.
7. Дизайн оконного интерфейса, анализ структуры входных данных и их защита от некорректного ввода информации.
8. Разработка основного функционала приложения: основных форм и механизмов получения информации из их компонентов и их файлов; основного алгоритма функционирования приложения; тестирование приложения.
9. Подготовка руководства пользователя и документации для программиста.
10. **Сроки**

Дата выдачи задания: "27" июня 2022 г.

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

**Руководитель:**

Докт. физ-мат наук, проф. кафедры СП \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Макаровских Т.А.

должность, ученая степень подпись ФИО руководителя

**Задание принял к исполнению:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гордеев А.С.

подпись ФИО студента

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ 4](#_Toc109082343)

[2. ДИЗАЙН ОКОННОГО ИНТЕРФЕЙСА 7](#_Toc109082344)

[3. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛА ОСНОВНЫХ ФОРМ И МЕХАНИЗМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ 14](#_Toc109082345)

[4. РАЗРАБОТКА ОСНОВНОГО МЕХАНИЗМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ 20](#_Toc109082346)

[5. ТЕСТИРОВАНИЕ 26](#_Toc109082347)

[5.1. Автономное тестирование 26](#_Toc109082348)

[5.2. Комплексное тестирование 26](#_Toc109082349)

[6. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 29](#_Toc109082350)

[6.1. Запуск приложения и обзор пользовательского интерфейса 29](#_Toc109082351)

[6.2. Различные способы ввода и вывода информации 29](#_Toc109082352)

[6.3. Описание всех возможностей программы 30](#_Toc109082353)

[6.4. Перечень ошибок и способов их устранения 31](#_Toc109082354)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 32](#_Toc109082355)

[ЛИТЕРАТУРА 33](#_Toc109082356)

# 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 префиксном деревом | prefixsearcher.h |
| tabledata.cpp | Класс, реализующий базу данных таблицы | Хранение и обработка данных таблицы | tabledata.h |
| mainwindow.cpp | Класс основного рабочего окна приложения | Работа с основным окном приложения | mainwindow.h  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 информаци об авторе | aboutwindow.h  aboutwindow.ui |

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

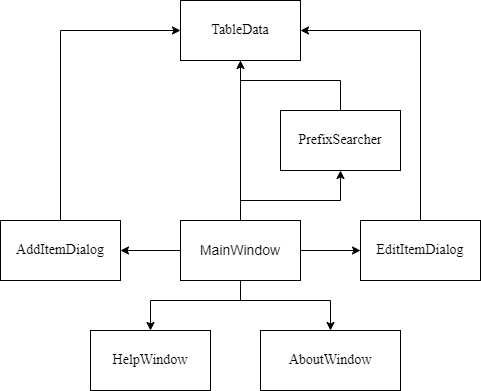


Рисунок 1. Блок-схема взаимодействия классов

# 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.

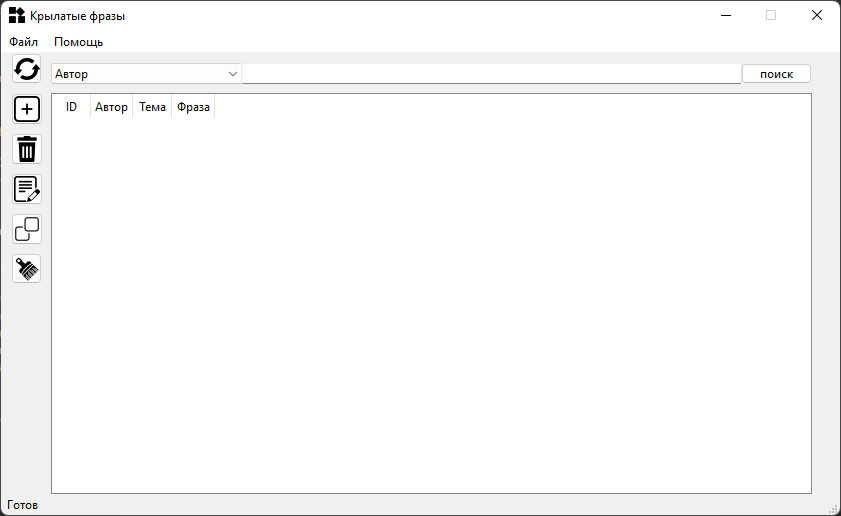


Рисунок 2. Оформление формы основного окна приложения MainWindow

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 |
| criterionComboBox | QComboBox | Выпадающее меню с пунктами: Автор, Тема | onCriterionCombo-  BoxActivated | Выбор критерия для поиска в таблице |
| searchLineEdit | 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.

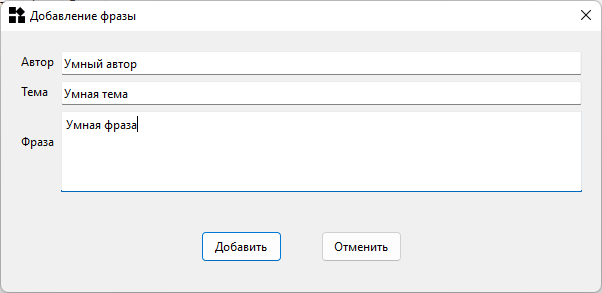


Рисунок 3. Оформление формы добавления записи AddItemDialog

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 |

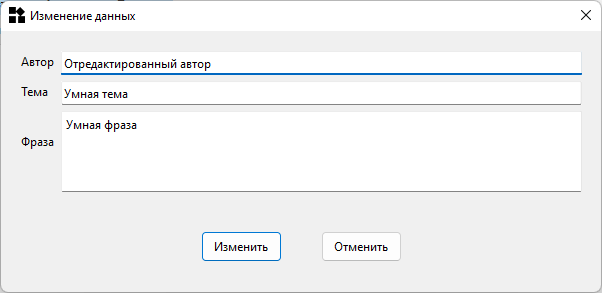


Рисунок 4. Оформление формы редактирования записи EditItemDialog

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.

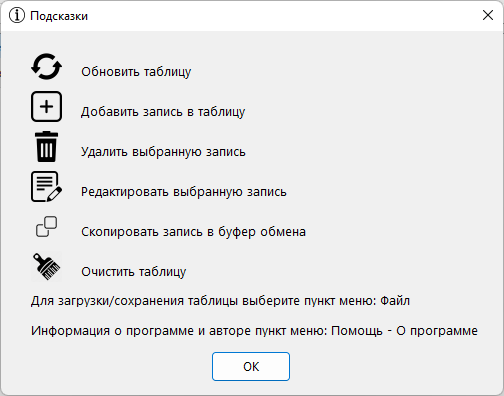


Рисунок 5. Оформление информационной формы HelpWindow

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.

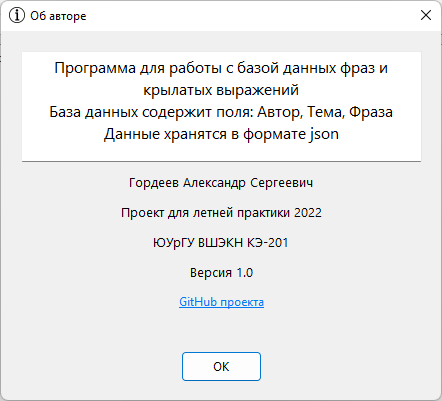


Рисунок 6. Оформление формы об авторе AboutWindow

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.

# 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) {

buttonMessageBox("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();

}

# 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;

}

# ТЕСТИРОВАНИЕ

## 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 insert. | Префиксное дерево. Количество строк равняется N. | Да. |
| Удаление некоторой строки из префиксного дерева методом erase. | Префиксное дерево без одного листа (строки). Количество строк N-1. | Да. |
| Поиск всех подстрок в префиксном дереве из входной строки методом find. | Возвращается список всех подстрок входящих в префиксное дерево. | Да. |
| Поиск несуществующих подстрок в префиксном дереве из входной строки методом find. | Возвращается пустой список. | Да. |

## 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 невыделенного 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 загрузки. | 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. |

# РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

## 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, навестив 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.

## Различные способы ввода и вывода информации

Приложение поддерживает два типа ввода информации: вручную 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.

## 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».

## 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 введена 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 С++. 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](https://git-scm.com/) (дата обращения: 02.07.2022 г.).
5. GitHub [Электронный ресурс] URL: [https://github.com](https://github.com/) (дата обращения: 02.07.2022 г.).