

А.Е. Каримов, А.А. Квасников

## Прототип диалогового компонента экспертной системы по электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств

Разработан прототип диалогового компонента экспертной системы по электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, описан алгоритм его работы. Компонент предназначен для доступа к базе знаний экспертной системы. Представлен графический интерфейс пользователя прототипа.

**Ключевые слова:** диалоговый компонент, экспертная система, электромагнитная совместимость, графический интерфейс пользователя, база знаний, MongoDB, Qt Designer, Python, TALGAT.

С ростом числа радиоэлектронных средств (РЭС), которые могут приводить к сбоям в работе других РЭС, всё более актуальным становится обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС). Обеспечение ЭМС является сложной процедурой и требует проведения дорогостоящих и продолжительных испытаний. Для моделирования задач ЭМС необходимо не только использовать специализированное программное обеспечение, но и иметь экспертные знания в данной предметной области. Поэтому возникает потребность в разработке систем, основанных на экспертных знаниях, и их интеграции в системы моделирования и автоматизированного проектирования, которые значительно упрощают процесс проектирования РЭС.

Известна система моделирования задач ЭМС TALGAT, разрабатываемая в ТУСУРе, которая, помимо прочего, позволяет моделировать печатные проводники разной геометрической сложности [1]. Большая часть работы с этой системой ведется на внутреннем языке TALGAT\_Script, изучение которого для новых пользователей является весьма сложной задачей.

Ранее был разработан прототип модуля синтаксического анализатора экспертной системы (ЭС) для команд системы TALGAT [2]. Однако содержащиеся в нем экспертные знания, а именно информация о синтаксисе команд, интегрированы непосредственно в код программы, что ограничивает возможности расширения и поддержки базы знаний, а также дальнейшего совершенствования ЭС. Поэтому целесообразна разработка прототипа диалогового компонента ЭС в виде отдельного модуля с использованием базы данных (БД).

Диалоговый компонент необходим для вывода вспомогательной информации о функциях и ключевых словах языка TALGAT\_Script на основе знаний, хранящихся в БД. Это обеспечит больше гибкости при расширении и поддержке БД, а также откроет новые возможности для улучшения ЭС.

### Описание диалогового компонента

В ходе работы диалоговый компонент был программно реализован на языке Python с применением библиотек и классов кроссплатформенной среды Qt [3]. Выбор данных программных средств обусловлен особенностями системы TALGAT, а также простотой разработки оконных приложений с помощью Qt

Designer. В качестве БД была выбрана MongoDB, широко применяемая для разработки приложений различного назначения [4].

База данных фактов и правил является основой каждой ЭС и в сочетании с механизмом логического вывода позволяет преобразовывать данные в знания. В контексте данной разработки фактами являются правила использования команд системы TALGAT, включающие описание команды, список её аргументов и их типы данных, а также примеры использования команды. В качестве команд использована часть инструкций модуля MOM2D системы TALGAT (для расчета погонных параметров линий передачи).

Результатом проектирования прототипа компонента является структура, состоящая из трех связанных файлов на языке Python:

1. Файл «*direct*» содержит список функций, команд (модуля MOM2D) и справочную информацию о них. Пример описания одной геометрической команды представлен в таблице.

2. Файл «*find*» реализует алгоритм сохранения информации из файла «*direct*» в БД, обрабатывает введенные запросы и извлекает необходимую информацию из MongoDB.

3. Файл «*main*» является вспомогательным и используется для обращения к алгоритму из файла «*find*». В дальнейшем этот функционал будет интегрирован непосредственно в TALGAT.

### Пример описания команды LINE из БД ЭС по ЭМС

| LINE             |  |
|------------------|--|
| Название         | LINE   |
| Параметры        | double x1, double y1, double x2, double y2   |
| Число аргументов | 4  |
| Описание         | Команда LINE принимает 4 параметра типа double, [x1, y1, x2, y2]   |
| Пример           | Пример использования: построение линии из начальной точки с координатами [x=2, y=1] до конечной точки с координатами [x=5, y=1]. LINE 2. 1. 5. 1 |

Интерфейс программы разработан с помощью инструмента Qt Designer в виде UI-файла (User Interface). Для работы с таким типом файлов была подключена библиотека PyQt, которая является набором расширений графического фреймворка Qt для языка

программирования Python. После создания UI файла он подключен к файлу «main». Далее выполняется передача входных данных из окон ввода и вывода в соответствующие функции, а также некоторые вспомогательные функции (например, очищение поля вывода после нажатия кнопки).

Пример графического интерфейса диалогового компонента представлен на рис. 1. Интерфейс содержит окно ввода, используемое для ввода названия инструкции, а также окно вывода, которое заполняется информацией из БД. Поиск информации в БД инициируется по нажатию на кнопку в нижней части окна.

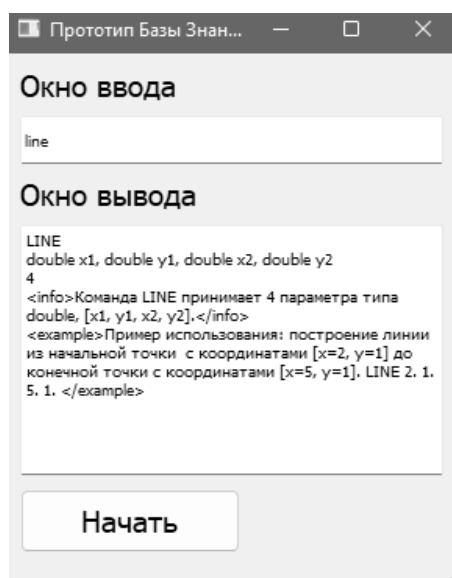


Рис. 1. Интерфейс прототипа диалогового компонента

После подключения БД MongoDB к прототипу программы исходный код без БД был модифицирован с учетом синтаксиса и особенностей работы БД. В результате изменениям подверглись файлы «direct» и «find». В первый была добавлена команда загрузки списка команд в БД, а во второй – команда поиска данных в базе. Схема взаимодействия файлов прототипа диалогового компонента приведена на рис. 2.

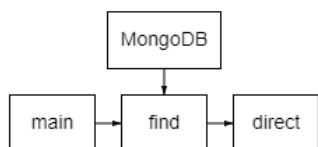


Рис. 2. Схема взаимодействия прототипа диалогового компонента

Для работы БД необходимо запустить 2 программных средства:

1. *mongod* – сервер БД MongoDB, который обрабатывает запросы, управляет форматом данных и выполняет различные операции в фоновом режиме по управлению БД.

2. *mongos* – служба маршрутизации MongoDB, которая помогает обрабатывать запросы и определять местоположение данных в кластере MongoDB.

**Алгоритм работы диалогового компонента**

Для работы диалогового компонента предварительно запускаются *mongod* и *mongos*, которые являются сервером БД и её маршрутизатором. После запуска программы выводится интерфейс диалогового компонента. Файл «main» является посредником между интерфейсом и файлом, производящим поиск информации в БД. В поле ввода прописывается команда из списка, данные о которой необходимо вывести. Текст из окна ввода передается в файл «find», который проводит фильтрацию информации для поиска в MongoDB. Файл «direct» содержит список команд, которые далее передаются в БД.

**Заключение**

В ходе работы реализован фрагмент базы знаний ЭС по ЭМС. Для этого был создан словарь, описывающий команды системы TALGAT. Описан алгоритм работы диалогового компонента ЭС. Программно реализованы прототип модуля и его пользовательский интерфейс. В дальнейшем целесообразна интеграция данного модуля в систему TALGAT.

*Литература*

1. Квасников А.А. Программное обеспечение для проектирования оптимальной сети высоковольтного электропитания космического аппарата / А.А. Квасников, С.П. Куксенко, А.А. Иванов // Сборник трудов Всерос. науч.-техн. конф. «Проблемы разработки перспективных микро- и нанoeлектронных систем». – М., 2020. – Т. 3. – С. 100–107.

2. Каримов А.Е. Прототип модуля синтаксического анализатора экспертной системы по электромагнитной совместимости / А.Е. Каримов, А.М. Аманжанов, А.А. Квасников // Матер. XVIII Междунар. науч.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления», Томск, Россия, 16–18 ноября, 2022. – Ч. 1. – Томск: В-Спектр, 2022. – С. 279–281.

3. PyQt [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/PyQt>, свободный (дата обращения: 02.08.2023).

4. MongoDB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/MongoDB>, свободный (дата обращения: 01.07.2023).

**Каримов Амир Ерланович**

Студент каф. телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) Томского государственного ун-та систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)  
Эл. почта: amis312002@mail.ru

**Квасников Алексей Андреевич**

Аспирант каф. телевидения и управления (ТУ) ТУСУРа  
Эл. почта: aleksejkvasnikov@tu.tusur.ru