

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный  
исследовательский университет»

ОТЧЕТ  
по лабораторной работе №1  
по дисциплине «Инструментальные средства построения баз знаний»

Работу выполнил  
студент гр. ПМИ-1,2

Проскуряков К.А.\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023

Проверил  
старший преподаватель  
кафедры МОВС

Леонтьева Т.А. \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023

Пермь 2023

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Постановка задачи.....                                       | 3  |
| Описание разработанной оболочки ЭС.....                      | 3  |
| Описание класса базы знаний .....                            | 4  |
| Описание класса компоненты ввода-вывода.....                 | 6  |
| Описание класса рабочей памяти.....                          | 6  |
| Описание класса механизма логического вывода.....            | 6  |
| Описание класса оболочки .....                               | 9  |
| Описание базы знаний .....                                   | 9  |
| Описание графического интерфейса разработанной оболочки..... | 11 |
| Тестирование МЛВ .....                                       | 18 |
| Приложение А .....   | 25 |
| Приложение В .....   | 25 |

## **Постановка задачи**

Разработать и реализовать оболочку экспертных систем. Использовать базу данных или объектную модель. Тестирование проводить на разработанной ранее экспертной системе.

## **Описание разработанной оболочки ЭС**

Для решения поставленной задачи была выбрана платформа .NET и язык программирования C#. Это решение объясняется универсальностью языка и простотой создания графического интерфейса при помощи технологии WinForms.

Сама оболочка ЭС представляется классом ExpertSystemShell. Для возможности сохранения базы знаний, а также её загрузки из файла используется класс IoComponent. База знаний представляется классом KnowledgeBase. В данном классе хранятся списки правил, переменных и доменов, а также операции для работы с ними. Для вывода значений целевых переменных используется механизм логического вывода, представленный классом InferenceEngine. Диаграмма классов представлена на рисунке Рисунок 1. Диаграмма классов.

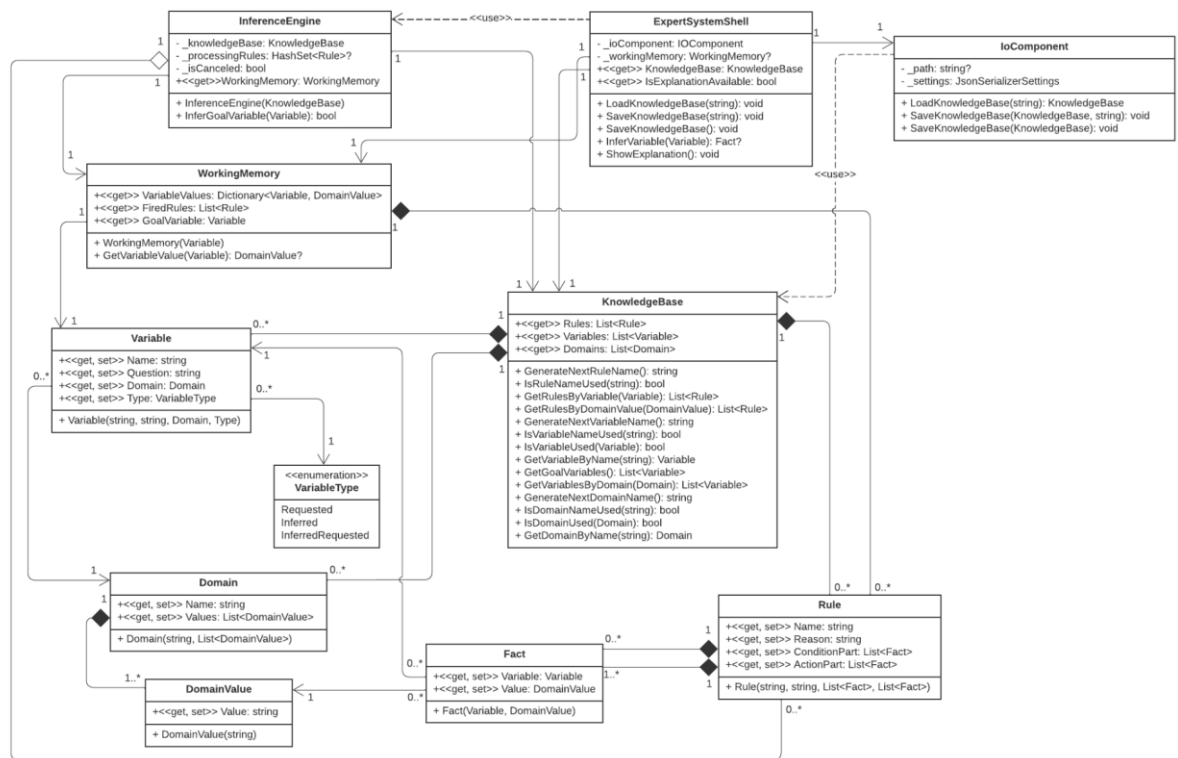


Рисунок 1. Диаграмма классов

## Описание класса базы знаний

В системе используется продукционная модель представления знаний. Правило представляется классом Rule. Свойствами правила являются его имя, пояснение, а также посылка и заключение, представленные списками класс Fact. Правило может иметь пустую посылку, но в заключении должен присутствовать как минимум один факт.

Факт представляет из себя пару – переменную (объект класса Variable), а также её значение (объект класса DomainValue). Класс Variable характеризуется именем, вопросом, доменом, а также типом. Тип принимает одно из значений перечисления VariableType – запрашиваемая (Requested), выводимая (Inferred), или выводимо-запрашиваемая (InferredRequested).

Домен представлен классом Domain, свойствами которого являются его название и список значений (объектов класса DomainValue). В одном домене все значения (объекты класса DomainValue) уникальны.

База знаний представляется классом KnowledgeBase и хранит списки правил, переменных и доменов. Все сущности в любом из списков имеют уникальные имена.

Для работы с базой знаний используются следующие методы класса KnowledgeBase:

- **GenerateNextRuleName** – генерирует название для следующего правила в формате «Rule[Номер]», где номер изначально равен текущему количеству правил в списке + 1. Если это имя занято, номер увеличивается до тех пор, пока имя не окажется свободным;
- **IsRuleNameUsed** – принимает на вход строку и проверяет, существует ли в базе знаний правило с таким именем;
- **GetRulesByVariable** – принимает на вход объект класса **Variable** и возвращает список правил, где используется данная переменная (либо в посылке, либо в заключении);
- **GetRulesByDomainValue** – метод аналогичен предыдущему за тем исключением, что принимает объект класса **DomainValue**;
- **GenerateNextVariableName** – генерирует название для следующей переменной в формате «Variable[Номер]», где номер изначально равен текущему количеству переменных в списке + 1. Если это имя занято, номер увеличивается до тех пор, пока имя не окажется свободным;
- **IsVariableNameUsed** – принимает на вход строку и проверяет, существует ли в базе знаний переменная с таким именем;
- **IsVariableUsed** – принимает на вход переменную и проверяет, используется ли она в каком-либо правиле;
- **GetVariableByName** – принимает на вход имя переменной и возвращает соответствующий объект класса **Variable**;
- **GetGoalVariables** – возвращает список переменных, тип которых **Inferred** или **InferredRequested**;
- **GetVariablesByDomain** – принимает на вход объект класса **Domain** и возвращает список переменных, где используется данный домен;

- `GenerateNextDomainName` – генерирует название для следующего домена в формате «Domain[Номер]», где номер изначально равен текущему количеству доменов в списке + 1. Если это имя занято, номер увеличивается до тех пор, пока имя не окажется свободным;
- `IsDomainNameUsed` – принимает на вход строку и проверяет, существует ли в базе знаний домен с таким именем;
- `IsDomainUsed` – принимает на вход домен и проверяет, используется ли он в какой-либо переменной;
- `GetDomainByName` – принимает на вход имя домена и возвращает соответствующий объект класса `Domain`.

### **Описание класса компоненты ввода-вывода**

Для загрузки базы знаний из файла используется метод `LoadKnowledgeBase`, принимающий путь до файла с базой знаний.

Для сохранения текущей базы знаний используются перегруженные методы `SaveKnowledgeBase`. Один из методов принимает путь, по которому нужно сохранить базу знаний, а второй использует путь, переданный при вызове одного из предыдущих методов.

Для хранения базы знаний используется расширение `.kb` (knowledge base). Для перевода базы знаний в этот формат она для начала сохраняется в формате JSON с сохранением ссылок, после чего переводится в бинарный формат при помощи класса `BinaryFormatter`. Для загрузки базы знаний из файла тот же процесс выполняется в обратном порядке.

Если в ходе работы одного из методов произошла исключительная ситуация (файл по переданному пути не существует, в ходе сериализации или десериализации возникли проблемы), для сокрытия от клиентского кода деталей реализации инициируется исключение `IOException` с соответствующим сообщением.

### **Описание класса рабочей памяти**

Рабочая память используется для хранения сработавших в ходе логического вывода правил, а также обозначенных значений переменных.

Рабочая память представлена классом `WorkingMemory`. Сработавшие правила хранятся в списке объектов `Rule`, переменные с полученными значениями в словаре. Также в классе имеется свойство для хранения изначальной целевой переменной, заданной в начале консультации и метод `GetVariableValue`, возвращающий объект класса `DomainValue`, если переданная переменная была обозначена, иначе `null`.

### **Описание класса механизма логического вывода**

Механизм логического вывода представлен классом `InferenceEngine`. В классе находятся 3 приватных поля – `_knowledgeBase` (для хранения базы

знаний), `_processingRules` (`HashSet`, в котором будут храниться текущие обрабатываемые правила), логическое значение `_isCanceled` (флаг, определяющий, отменил ли пользователь вывод целевой переменной). У этого класса есть конструктор, принимающий базу знаний, с которой он будет работать и есть единственный публичный метод `InferGoalVariable`, обнуляющий значения полей и пытающийся вывести значение переданной в него переменной и возвращающий логическое значение результата вывода.

Для реализации обратного вывода реализован рекурсивный метод `InferVariable`, принимающий переменную, значение которой необходимо вывести. Алгоритм метода выглядит следующим образом:

- 1) Формируем список правил, которые будут использоваться при попытке вывести значение переменной. В этот список попадут все правила, в заключении которых есть факты, содержащие целевую переменную, за исключением уже обрабатываемых (`processingRules`);
- 2) Проходимся в цикле по данному списку правил. В начале рассмотрения текущего правила добавляем его в список обрабатываемых, далее обрабатываем посылку правила, вызвав метод `ProcessConditionPart`, передавая в него данное правило;
- 3) Если метод `ProcessConditionPart` вернул `true`, сохраняем все значение переменных из заключения и само правило в рабочую память и возвращаем `true`;
- 4) Иначе удаляем текущее правило из списка рассматриваемых, и смотрим, не был ли вывод отменён пользователем (поле `_isCanceled`);
- 5) Если вывод был отменён пользователем, возвращаем `false`, иначе переходим к следующему правилу.
- 6) Если правила в списке закончились, а значение переменной не было обозначено, возвращаем `false`.

Для обработки посылки правила в пункте 2 вызывается метод `ProcessConditionPart`. Данный метод принимает правило и возвращает



логическое значение – можно ли обозначить переменную по фактам в посылке. Алгоритм метода:

- 1) Проходимся в цикле по всем фактам посылки. В начале рассмотрения текущего факта пытаемся получить значение переменной, сохранённое в рабочей памяти;
- 2) Если смогли получить значение из рабочей памяти, то сравнением его со значением в текущем факте;
- 3) Если значения совпали, то переходим к следующему факту посылки;
- 4) Иначе возвращаем false (поскольку в системе предусмотрена только операция конъюнкции между фактами посылки правила);
- 5) Если значения не было в рабочей памяти, то пытаемся вывести его, вызвав метод `ProcessVariable`;
- 6) Если вывести значение переменной не удалось, или же выведенное значение не совпало со значением текущего факта, возвращаем false;
- 7) Иначе переходим к рассмотрению следующего факта посылки;
- 8) Если факты в посылке закончились, то возвращаем true.

Для обработки переменной вызывается метод `ProcessVariable`, принимающий переменную и возвращающий логическое значение. Алгоритм метода:

- 1) Если тип переменной – запрашиваемый, вызываем метод `RequestVariable`;
- 2) Если тип переменной – выводимый, то рекурсивно вызываем метод `InferVariable`, описанный ранее;
- 3) Если тип переменной – выводимо-запрашиваемый, то сначала пробуем вывести её значение, вызывая метод `InferVariable`. Если вывести значение не удалось, то запрашиваем его вызывая метод `RequestVariable`.

Метод `RequestVariable` запрашивает у пользователя значение переменной посредством вызова формы с вопросом. Если пользователь закрыл форму, то возвращаем false, предварительно установив флаг `isCanceled`, иначе – true.

## **Описание класса оболочки**

Класс ExpertSystemShell представляет собой «фасад», объединяющий все описанные выше компоненты для предоставления их функциональности клиентскому коду.

Данный класс имеет приватное поле \_ioComponent, которому делегируется выполнение методов LoadKnowledgeBase и SaveKnowledgeBase.

Также у данного класса есть метод InferVariable, которой создаёт экземпляр класса InferenceEngine, вызывает у него метод InferGoalVariable и возвращает факт с переменной и обозначенным значением, если переменная была обозначена или null иначе.

Следующим методом класса является ShowExplanation, который открывает форму компоненты объяснений и передаёт в неё объект рабочей памяти.

## **Описание базы знаний**

Для тестирования разработанной оболочки ЭС использовалась база знаний «dogees», разработанная в ходе курса «Базы знаний и оболочки экспертных систем».

Цель данной ЭС – помочь человеку выбрать подходящую для него породу собаки-компаньона в зависимости от его образа жизни и окружающих условий.

Концептуальная модель предметной области ЭС представлена на рисунке Рисунок 2. Концептуальная модель предметной области Список правил представлен в Приложение В.

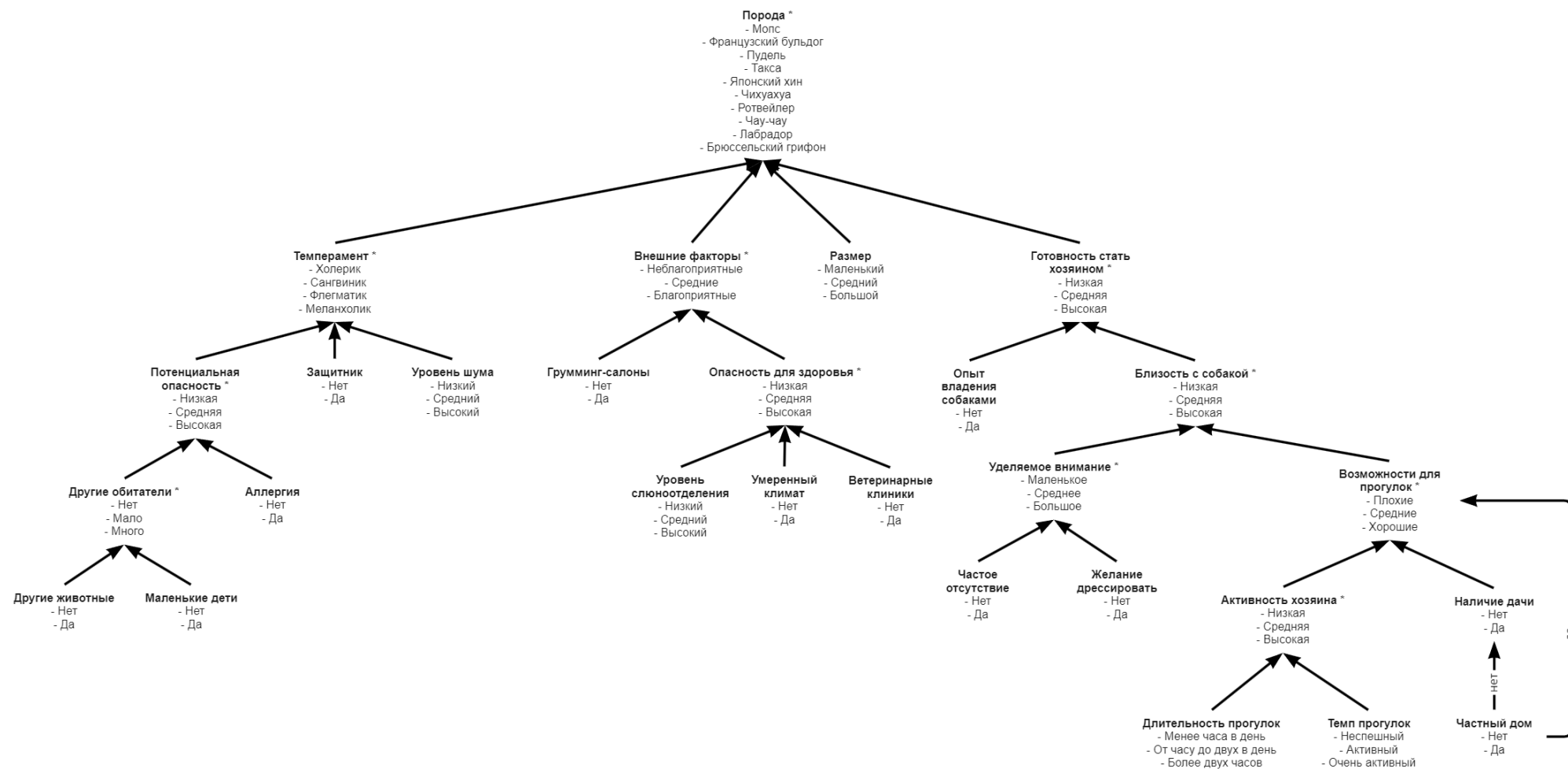


Рисунок 2. Концептуальная модель предметной области

## Описание графического интерфейса разработанной оболочки

Внешний вид оболочки ЭС при её запуске представлен на рисунке Рисунок 3. Внешний вид оболочки при запуске.

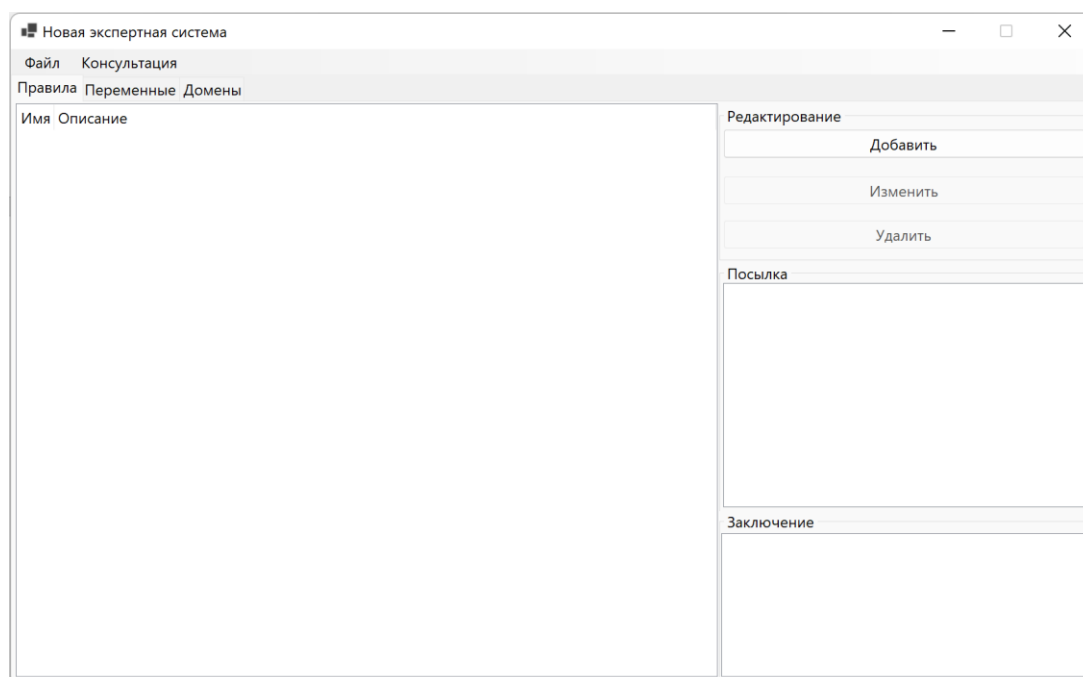


Рисунок 3. Внешний вид оболочки при запуске

На форме присутствует меню, состоящее из пунктов «Файл» и «Консультация».

В пункте «Файл» расположены подпункты, позволяющие создать новую базу знаний, загрузить базу знаний из файла, сохранить базу знаний в файл, а также завершить работу. В пункте «Консультация» находятся подпункты с началом консультации, а также объяснением результатов. Описанные подпункты меню представлены на рисунке Рисунок 4. Описанные подпункты меню.

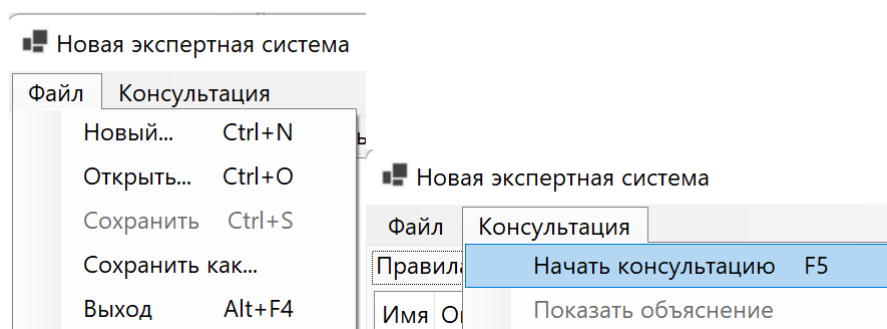


Рисунок 4. Описанные подпункты меню

Загрузим созданную ранее базу знаний из файла. Состояние формы после загрузки базы знаний представлено на рисунке Рисунок 5. Состояние формы после загрузки базы знаний Можно заметить, что поменялось и название базы знаний, отображённое в левом верхнем углу формы.

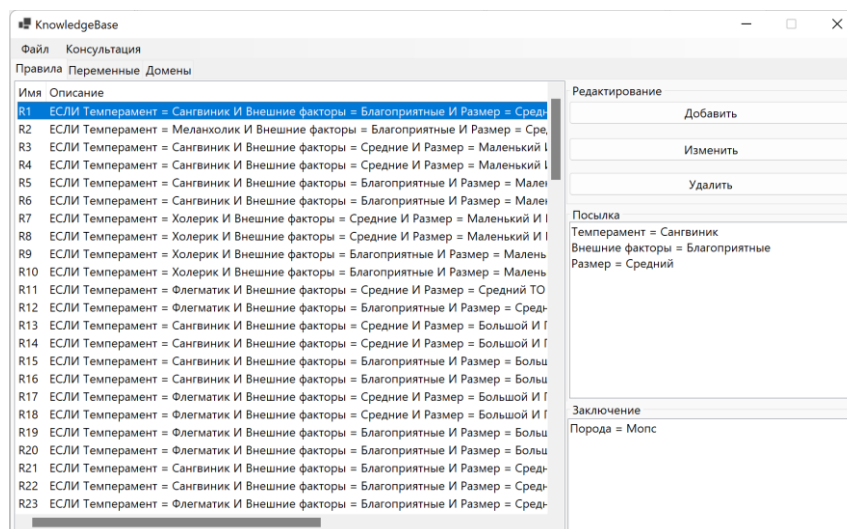


Рисунок 5. Состояние формы после загрузки базы знаний

На форме представлены вкладки с правилами, переменными и доменами. На вкладке с правилами, при выборе конкретного правила, справа показываются его посылка и заключение. Также есть возможность добавить новое правило, изменить или удалить выбранное. Поддерживается множественное удаление (можно выбрать несколько правил и удалить за раз). Также поддерживается Drag & Drop (можно менять правила местами на форме, и они поменяются в базе знаний). При добавлении нового правила, оно добавится после первого выбранного.

При создании нового или редактировании существующего правила отрывается форма правила. Внешний вид данной формы представлен на рисунке Рисунок 6. Форма правила.

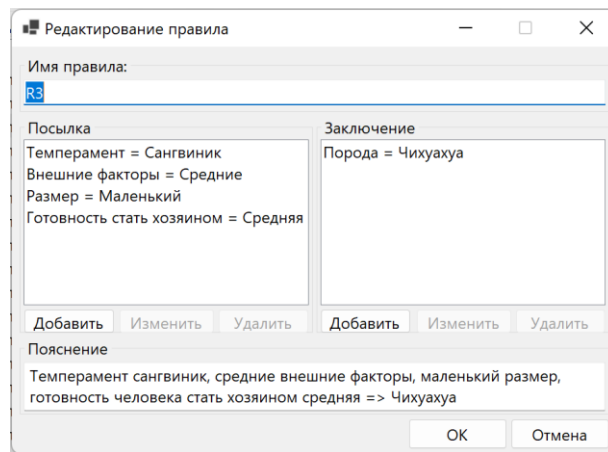


Рисунок 6. Форма правила

На данной форме можно работать с именем правила, пояснением, а также посылкой и заключением. У каждого правила должно быть имя, и, как минимум, один факт в заключении. При попытке создать правило с именем, уже имеющимся в базе знаний, пользователю будет выведено сообщение, что нужно выбрать другое имя правила. Для списка фактов посылки поддерживается Drag & Drop.

При нажатии кнопки «добавить» или «изменить» откроется форма факта, представленная на рисунке Рисунок 7. Форма факта

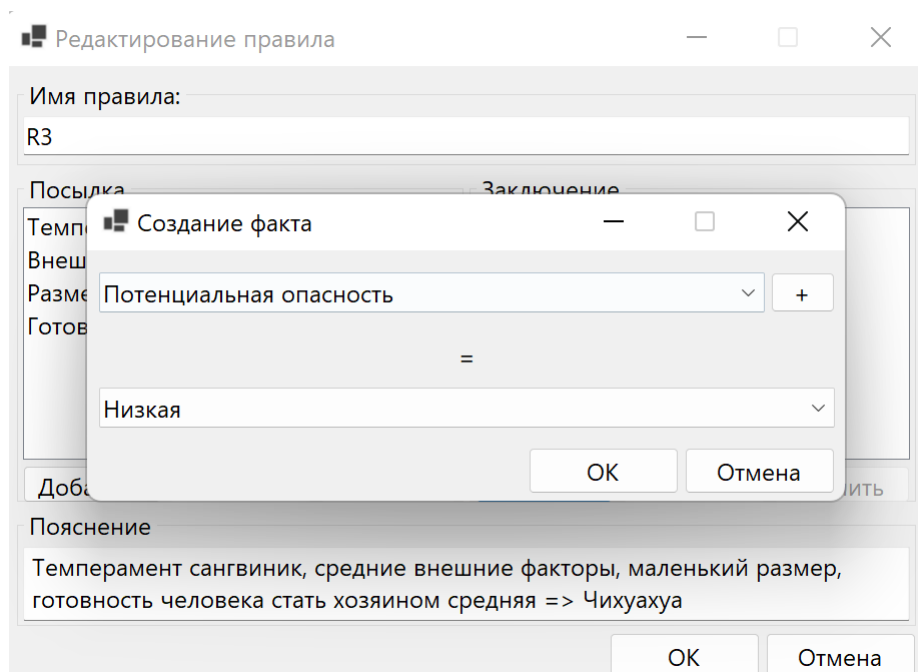


Рисунок 7. Форма факта

На данной форме присутствует компонент выбора переменной, а также значений из её домена. При открытии формы выбирается первая доступная переменная, если она есть, а также подтягивается первое значение её домена.

При создании фактов в послыке доступны все ещё не занятые переменные, в то время как при создании факта послыки доступны только свободные выводимые и выводимо-запрашиваемые переменные.

Также на форме присутствует кнопка «+», позволяющая добавить переменную и открывающая соответствующую форму, представленную на рисунке 8.

При создании новой переменной, в поле имени подставится следующее свободное имя в базе знаний, а тип будет запрашиваемым. При редактировании все данные переменной подтянутся вместе с ней. Если тип переменной запрашиваемый или выводимо-запрашиваемый, однако пользователь не указал вопрос, ему предложат использовать стандартный, сгенерированный на основе имени.

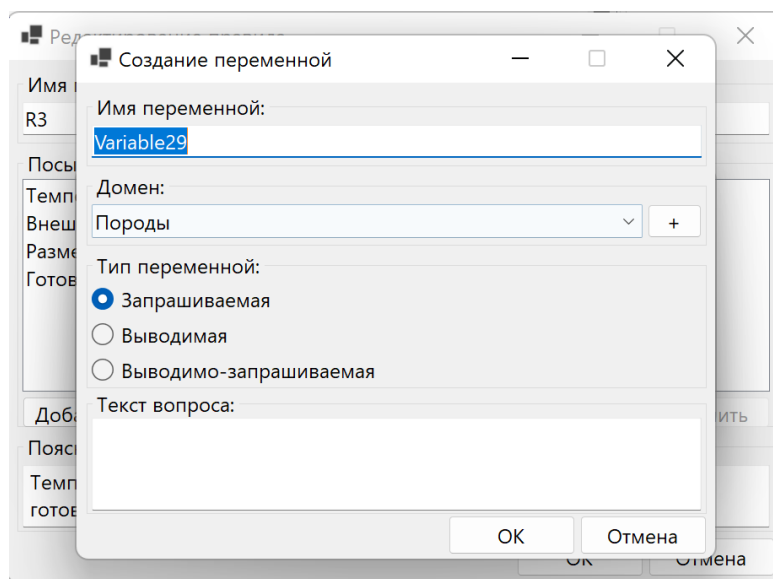


Рисунок 8. Форма переменной

На этой форме также имеется кнопка «+», позволяющая добавить новый домен и открывающую форму домена, представленную на рисунке Рисунок 9. Форма домена. При попытке создать переменную, имя которой занято, пользователю будет сообщено, что нужно выбрать другое имя.

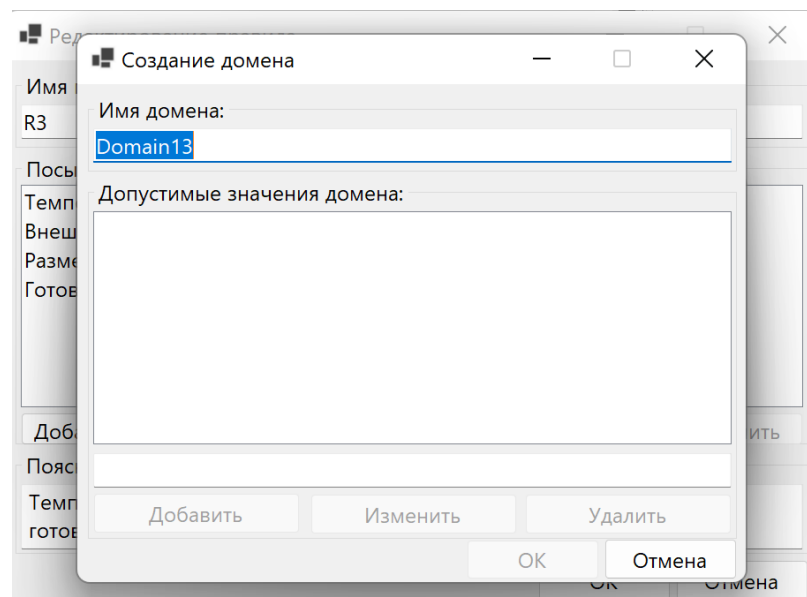


Рисунок 9. Форма домена

На данной форме есть поле для ввода имени домена, а также список значений. При создании нового домена подставляется следующее имя, сгенерированное базой знаний. Если у домена нет имени, или его имя совпадает с каким-то доменом, или не представлено ни одного значения, пользователю будет выведено соответствующее сообщение. При попытке изменения или удаления значения домена, используемого в каком-либо правиле пользователю также будет выведено сообщение со списком правил, использующих данное значение. Для значений доменов в списке поддерживается Drag & Drop.

Далее перейдём к вкладке с переменными, представленной на рисунке Рисунок 10. Вкладка переменных



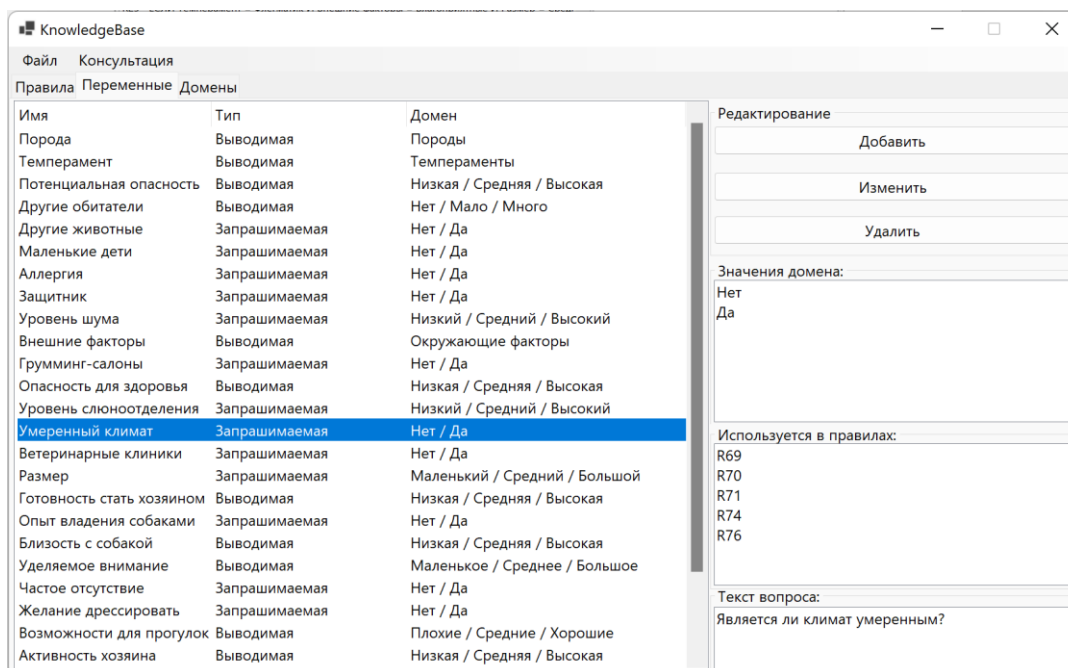


Рисунок 10. Вкладка переменных

На вкладке представлен список переменных, для каждой переменной отображено её имя, тип и название домена. В правой части формы для первой выбранной переменной отображены значения домена, правила, в которых используется данная переменная, а также текст вопроса, который будет задан пользователю при консультации. На вкладке поддерживается множественное удаление. Однако, если выбранная переменная используется в одном или более правилах, то при попытке её редактирования или удаления пользователю будет сообщено, что переменная используется и её нельзя изменять.

При добавлении новой переменной или изменении существующей, будет открыта форма переменной, представленная на рисунке Рисунок 8. Форма переменной.

Теперь рассмотрим вкладку с доменами, изображённую на рисунке Рисунок 11. Вкладка доменов.

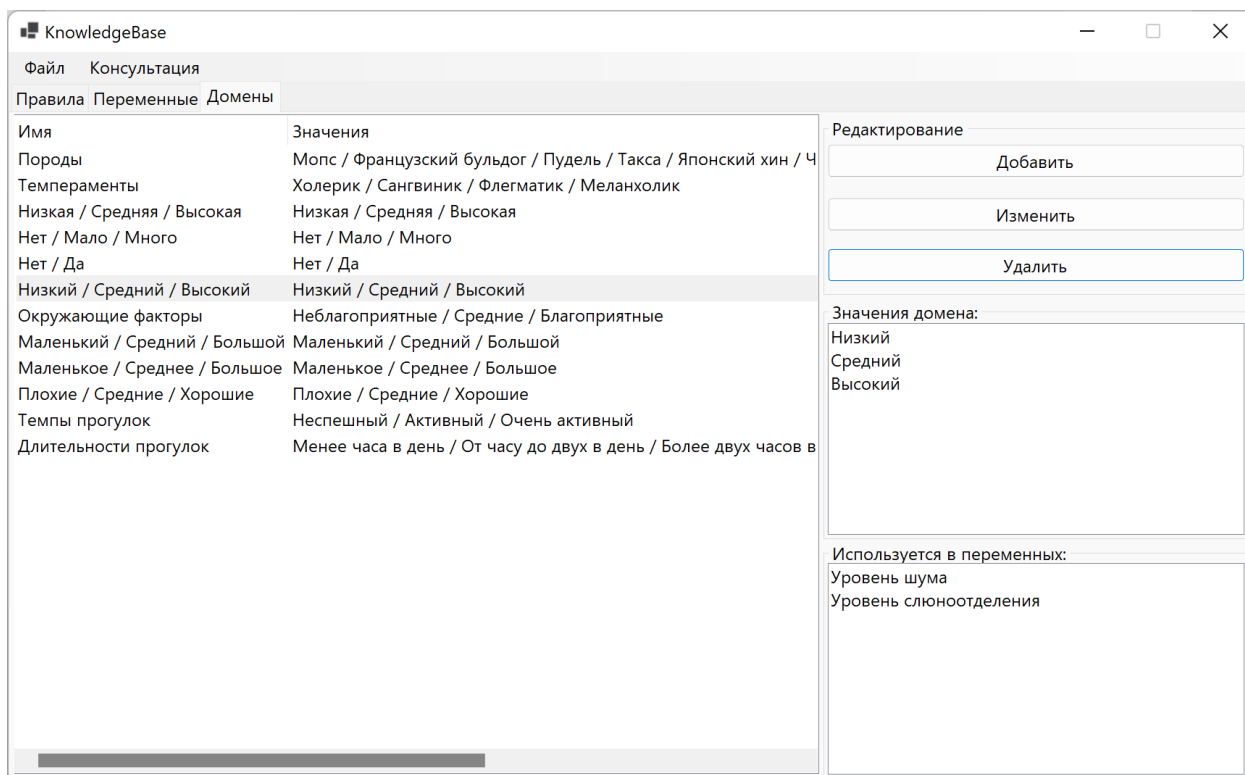


Рисунок 11. Вкладка доменов

На данной вкладке представлен список доменов. При выборе конкретного домена в правой части формы будет список его значений, а также список переменных, в которых он используется. При добавлении или изменении домена откроется форма домена, представленная на рисунке Рисунок 9. Форма домена.

При выборе в меню пункта «Начать консультацию» открывается форма консультации, на которой пользователя просят выбрать целевую переменную. Внешний вид формы предтавлен на рисунке Рисунок 12. Форма консультации.

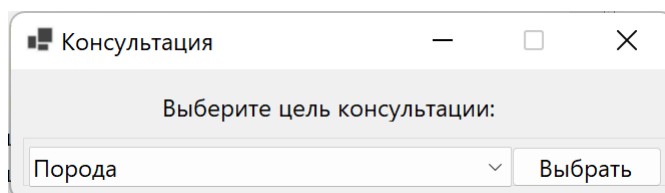


Рисунок 12. Форма консультации

В данном списке представлены только выводимые и выводимо-запрашиваемые переменные. По умолчанию, подтягивается первый возможный вариант, если это возможно.

В ходе работы МЛВ у пользователя нужно будет запросить значения запрашиваемых переменных. Для этого используется форма вопроса, внешний вид которой представлен на рисунке Рисунок 13. Форма вопроса.

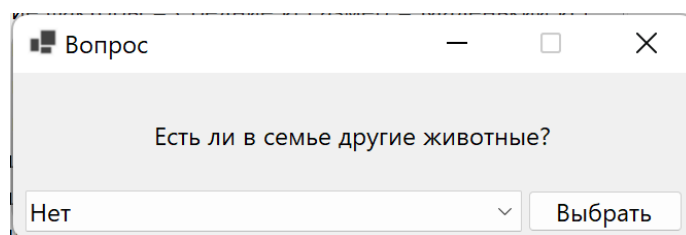


Рисунок 13. Форма вопроса

Если в ходе консультации удалось вывести значение запрашиваемой переменной, то пользователь увидит результат консультации. Если же обозначить целевую переменную не удалось, или пользователь отказался отвечать на задаваемый вопрос, он будет уведомлён, что цель консультации не была достигнута. Возможные результаты консультации представлены на рисунке Рисунок 14. Возможные результаты консультации

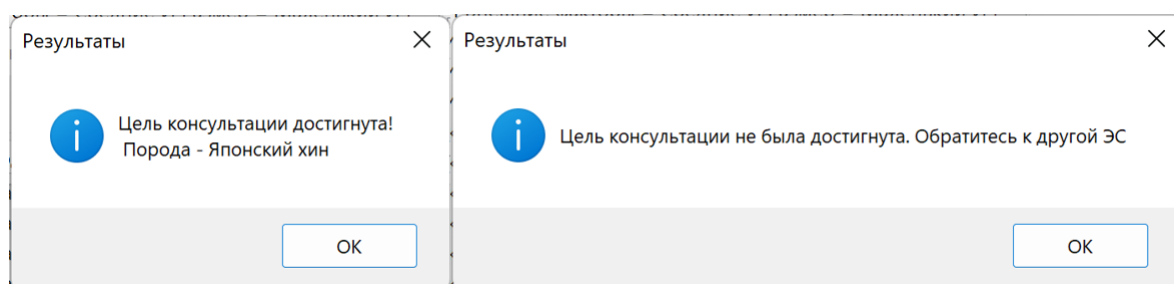


Рисунок 14. Возможные результаты консультации

Если консультация завершилась успешно, форма консультации изменится. На ней появятся кнопки, предлагающие провести ещё одну консультацию или показать объяснение текущей. Текущее состояние формы консультации представлен на рисунке 15

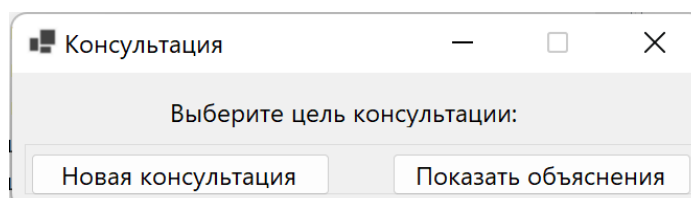


Рисунок 15. Текущее состояние формы консультации

После клика на кнопку «Показать объяснение», открывается форма объяснения, внешний вид которой представлен на рисунке Рисунок 16. Форма объяснения

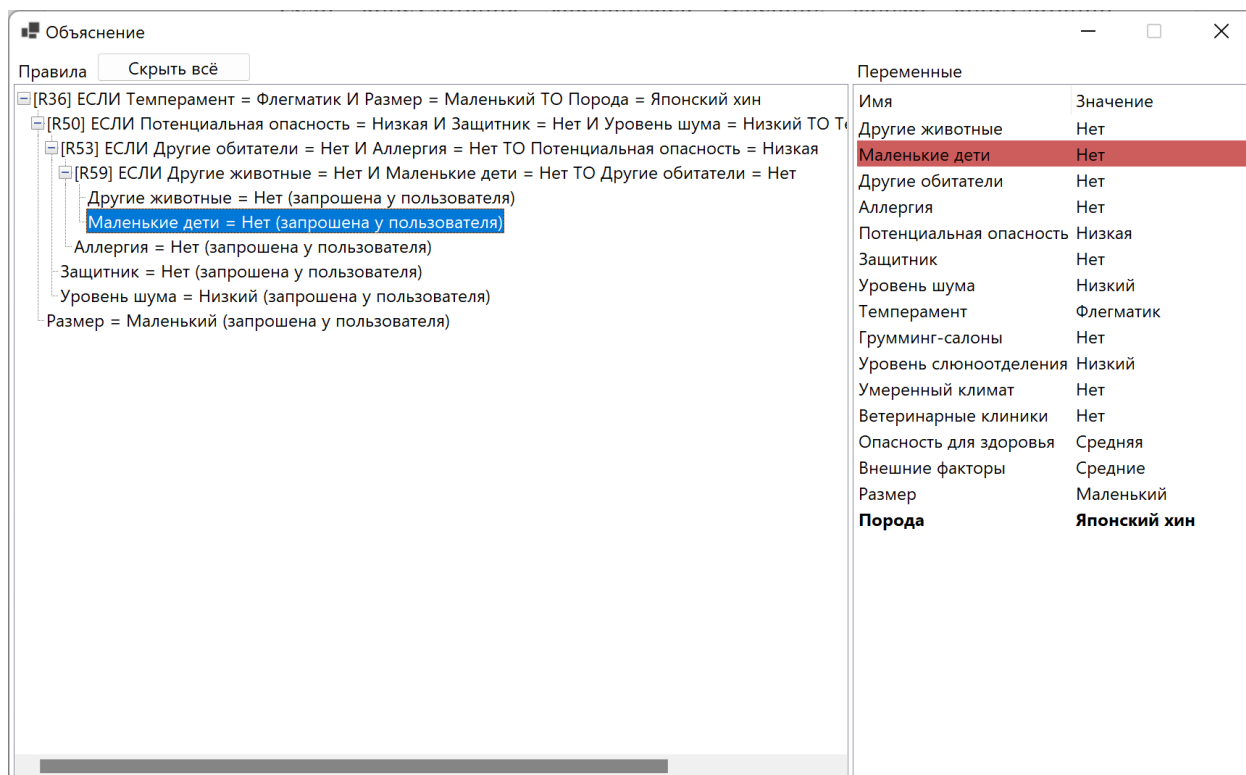


Рисунок 16. Форма объяснения

На данной форме представлены дерево сработавших правил, в котором находятся все правила, значения из заключений которых поучаствовала в обозначении значения целевой переменной. Справа находится список всех переменных, получивших значение в ходе работы МЛВ. В этом списке целевая переменная выделена жирным, а переменная, значение которой было получено в ходе срабатывания правила или запроса, выделенного в дереве – красным.

Также на форме присутствуют кнопка скрытия/раскрытия всех узлов дерева. Также есть обработчик нажатия клавиш «shift -» и «shift +», нажатие на которые приводит к тому же результату.

## Тестирование МЛВ

1. Проверим, что в ходе работы обратного вывода не происходит «зацикливания». Для этого создадим единственный домен с одним значением, две выводимых переменных, использующих этот домен, а также два правила, представленных на рисунке Рисунок 17. Исходные данные первого теста.

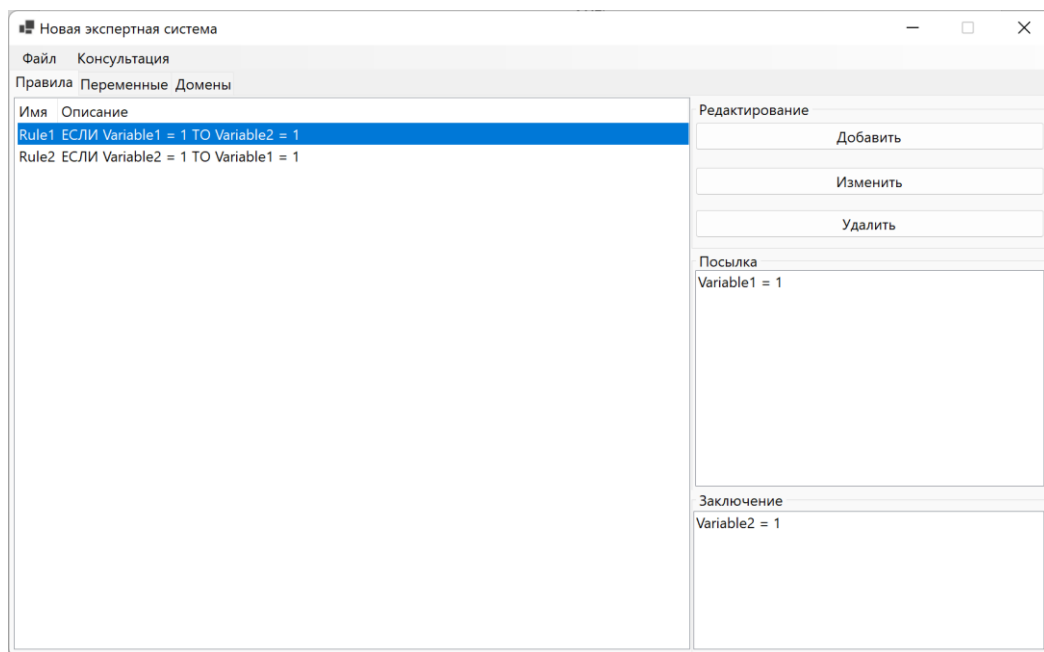


Рисунок 17. Исходные данные первого теста

Получается, что правилу Rule1 нужно значение, обозначаемое в Rule2 и наоборот. Таким образом, невозможно вывести значение ни одной из переменных. Результат попыток вывода переменных Variable1 и Variable2 представлен на рисунке Рисунок 18. Результаты первого текста.

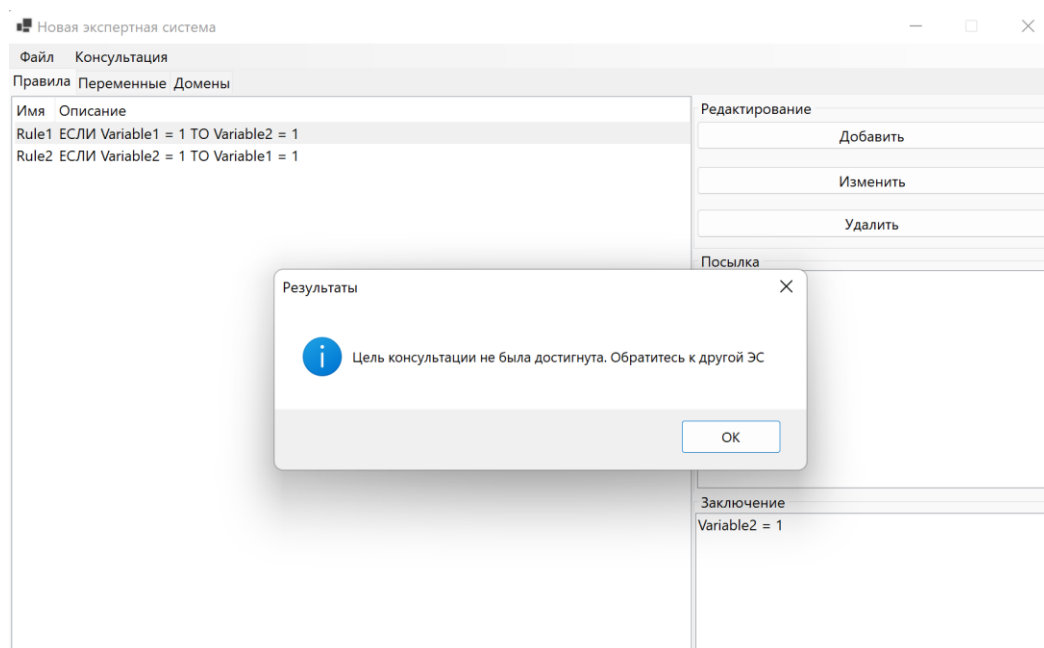


Рисунок 18. Результаты первого текста

Теперь будем тестировать МЛВ на базе знаний «dogees». Повторим тесты из курса «Базы знаний и оболочки экспертных систем», проведённые в оболочке GURU.

2. Проведём тест с самой короткой ветвью в дереве. Для этого у будущего владельца собаки не должно быть других домашних животных, маленьких детей и аллергии на собак. Собака должна обладать качествами защитника, при этом приемлемым является только низкий уровень шума. Климат является умеренным, поблизости есть груминг-салоны и ветеринарные клиники. Потенциальный хозяин готов к среднему уровню слюноотделения и хочет собаку среднего размера. Ожидается, что ЭС порекомендует японского хина. Результаты консультации представлены на рисунках Рисунок 19. Результаты второго теста-Рисунок 20. Объяснение результатов второго теста.

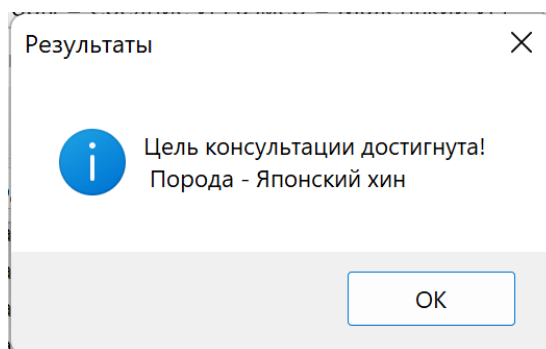


Рисунок 19. Результаты второго теста

| Объяснение   |  |                         |                     |
|--|--|-------------------------|---------------------|
| Правила  |  | Переменные              |                     |
| Раскрыть всё   |  | Имя                     | Значение            |
| [R36] ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Размер = Маленький ТО Порода = Японский хин |  | Другие животные         | Нет                 |
| [R49] ЕСЛИ Защитник = Да И Уровень шума = Низкий ТО Темперамент = Флегматик      |  | Маленькие дети          | Нет                 |
| Защитник = Да (запрошена у пользователя)   |  | Другие обитатели        | Нет                 |
| Уровень шума = Низкий (запрошена у пользователя)                                 |  | Аллергия                | Нет                 |
| Размер = Маленький (запрошена у пользователя)                                    |  | Потенциальная опасность | Низкая              |
|  |  | Защитник                | Да                  |
|  |  | Уровень шума            | Низкий              |
|  |  | Темперамент             | Флегматик           |
|  |  | Груминг-салоны          | Да                  |
|  |  | Уровень слюноотделения  | Средний             |
|  |  | Умеренный климат        | Да                  |
|  |  | Ветеринарные клиники    | Да                  |
|  |  | Опасность для здоровья  | Низкая              |
|  |  | Внешние факторы         | Благоприятные       |
|  |  | Размер                  | Маленький           |
|  |  | <b>Порода</b>           | <b>Японский хин</b> |

Рисунок 20. Объяснение результатов второго теста

Как видно из рисунков, полученный результат совпал с ожидаемым. Также видно, что для вывода целевой переменной понадобилось срабатывание всего двух правил.

Однако данное правило имеет номер 36, поэтому в ходе работы МЛВ были попытки вывода целевой переменной, используя предыдущие правила. В ходе данных попыток были выведены значения переменных, которые в итоге не были использованы.

3. Проведём тест с самой длинной ветвью в дереве. Для этого у будущего владельца собаки не должно быть других домашних животных, маленьких детей и аллергии на собак. Собака не должна обладать качествами защитника, при этом для хозяина является приемлемым средний уровень шума от питомца. Поблизости есть груминг-салоны и ветеринарные клиники, климат умеренный. Владелец готов завести собаку только с низким уровнем слюноотделения. Размер питомца должен быть маленьким. У будущего хозяина нет опыта владения собаками, он не желает заниматься дрессировкой, зато редко отсутствует дома. На прогулки он готов выделять от часу до двух в день, темп прогулок – активный. Собака будет жить в квартире, дачи не имеется. В

результате ЭС должна порекомендовать породу чихуахуа. Результаты консультации представлены на рисунках Рисунок 21. Результаты третьего теста-Рисунок 22.

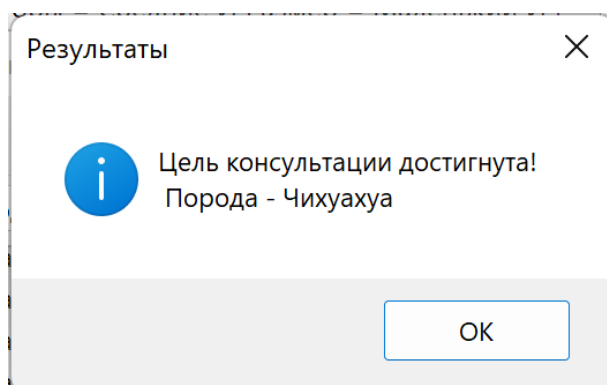


Рисунок 21. Результаты третьего теста

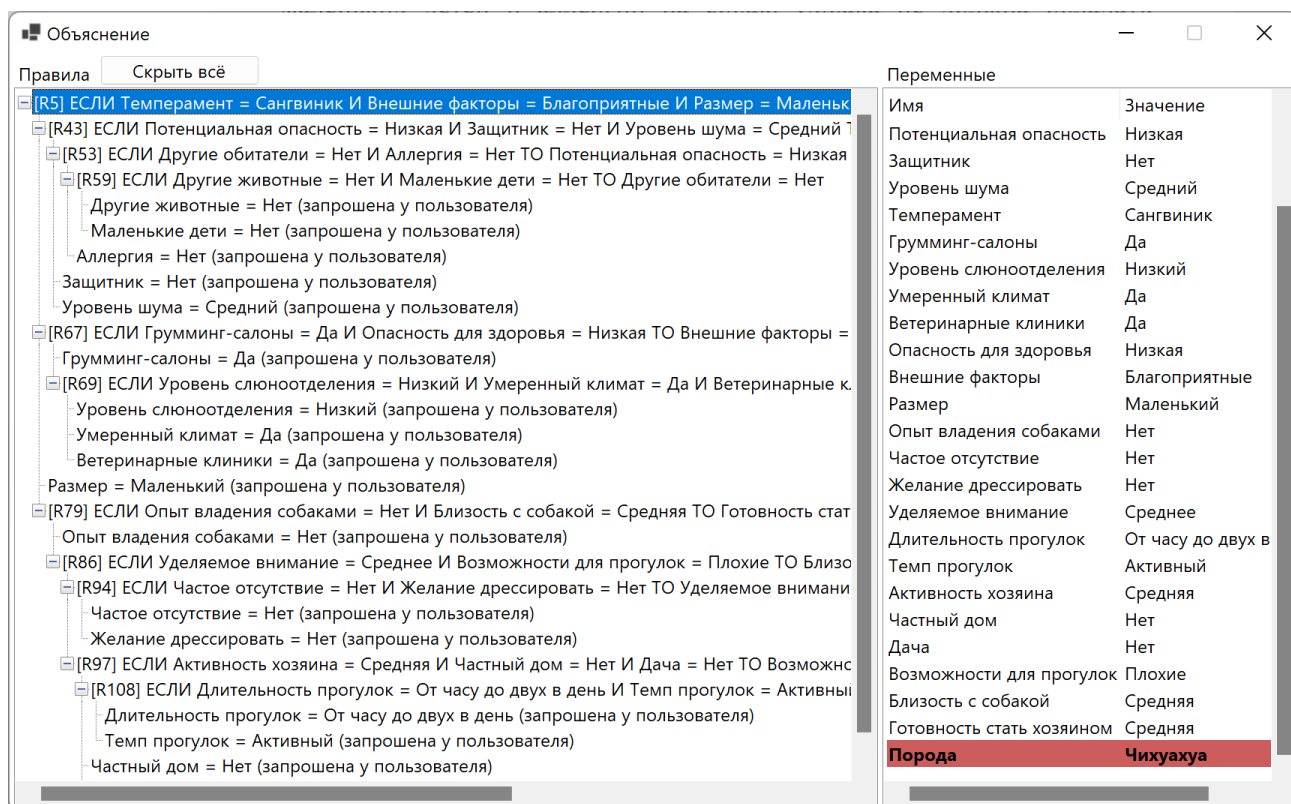


Рисунок 22. Объяснение результатов третьего теста

Как видно из тестов, полученный результат совпал с ожидаемым тестом, результат которого был получен в оболочке GURU.

4. Проведём тест, когда не удастся выбрать подходящую породу. Для этого у потенциального владельца не должно быть других домашних животных и маленьких детей, также не должно быть аллергии на собак. Собака должна обладать качествами защитника, при этом для хозяина



является приемлемым только низкий уровень шума от питомца. Поблизости нет груминг-салонов и ветеринарных клиник, климат умеренный. Владелец не против высокого уровня слюноотделения у животного. Размер питомца должен быть средним. У будущего хозяина нет опыта владения собаками, он не желает заниматься дрессировкой и часто отсутствует дома. На прогулки он готов выделять от часу до двух в день, темп прогулок – активный. Собака будет жить в квартире, дачи не имеется. В результате ЭС не сможет подобрать оптимальную породу собаки-компаньона. Результаты данного теста представлены на рисунке Рисунок 23.

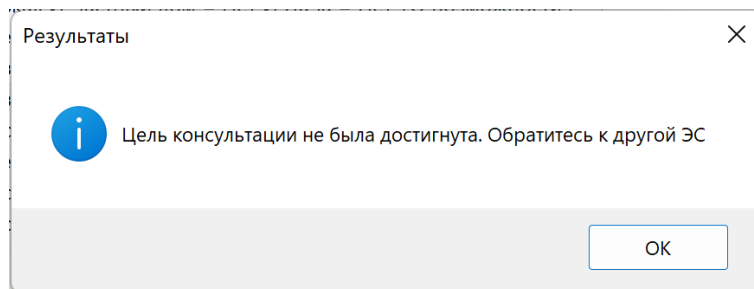


Рисунок 23. Результат четвертого теста

5. Проведём тест, когда значение выводимо-запрашиваемой переменной будет выведено. Для этого в качестве целевой переменной выберем возможности для прогулок. Длительность прогулок должна составить менее часа в день, при этом темп неспешный. Однако потенциальный владелец собаки будет жить в частном доме. В этом случае сработает правило, позволяющее не запрашивать у пользователя наличие дачи, выведя значение из ответа про дом. Результаты консультации представлены на рисунках Рисунок 24-Рисунок 25.

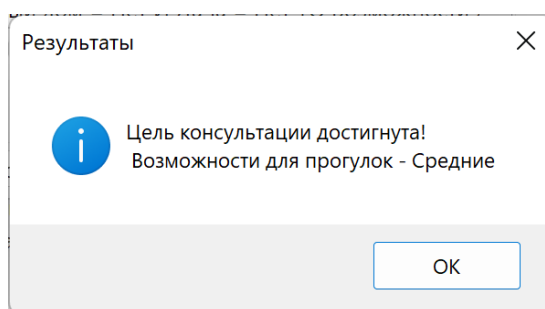


Рисунок 24. Результат пятого теста

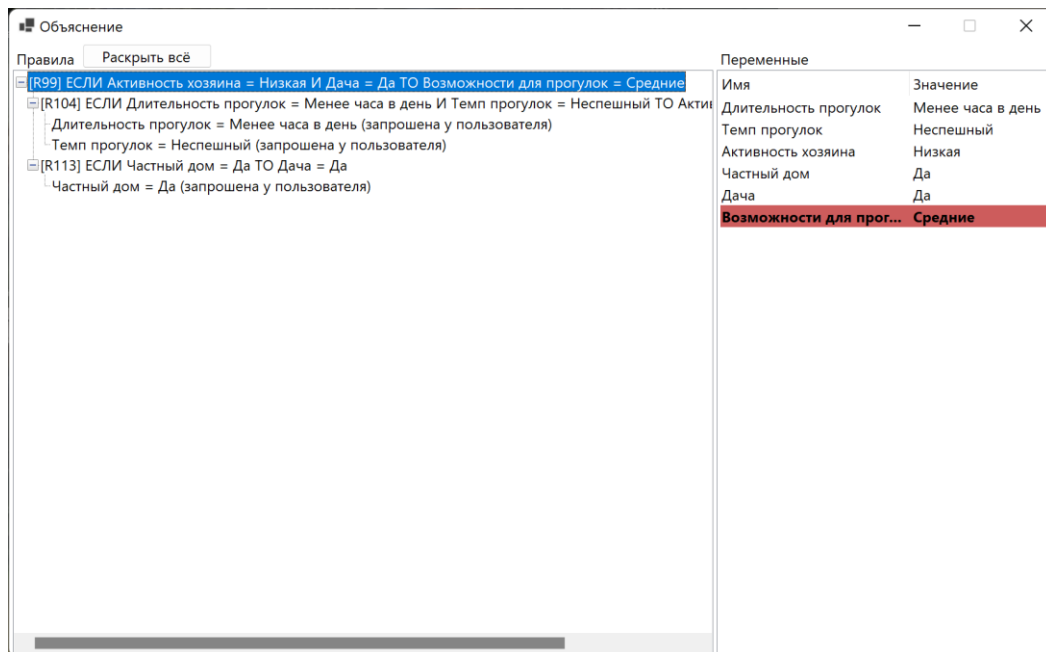


Рисунок 25. Объяснение результатов пятого теста

Как видно из рисунка выше, значение выводимо-запрашиваемой переменной действительно было выведено в ходе работы МЛВ.

6. Теперь проведём тест, схожий с предыдущим, но где значение выводимо-запрашиваемой переменной придётся запросить. Результаты теста представлены на рисунках Рисунок 26-Рисунок 27.

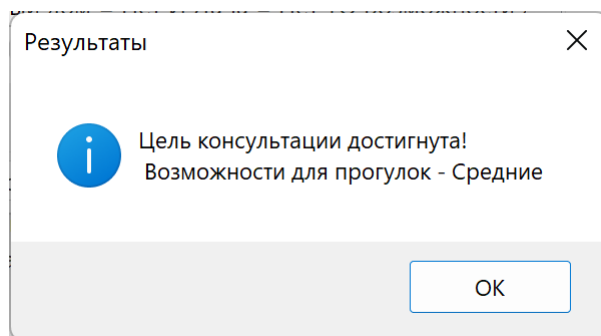


Рисунок 26. Результат шестого теста

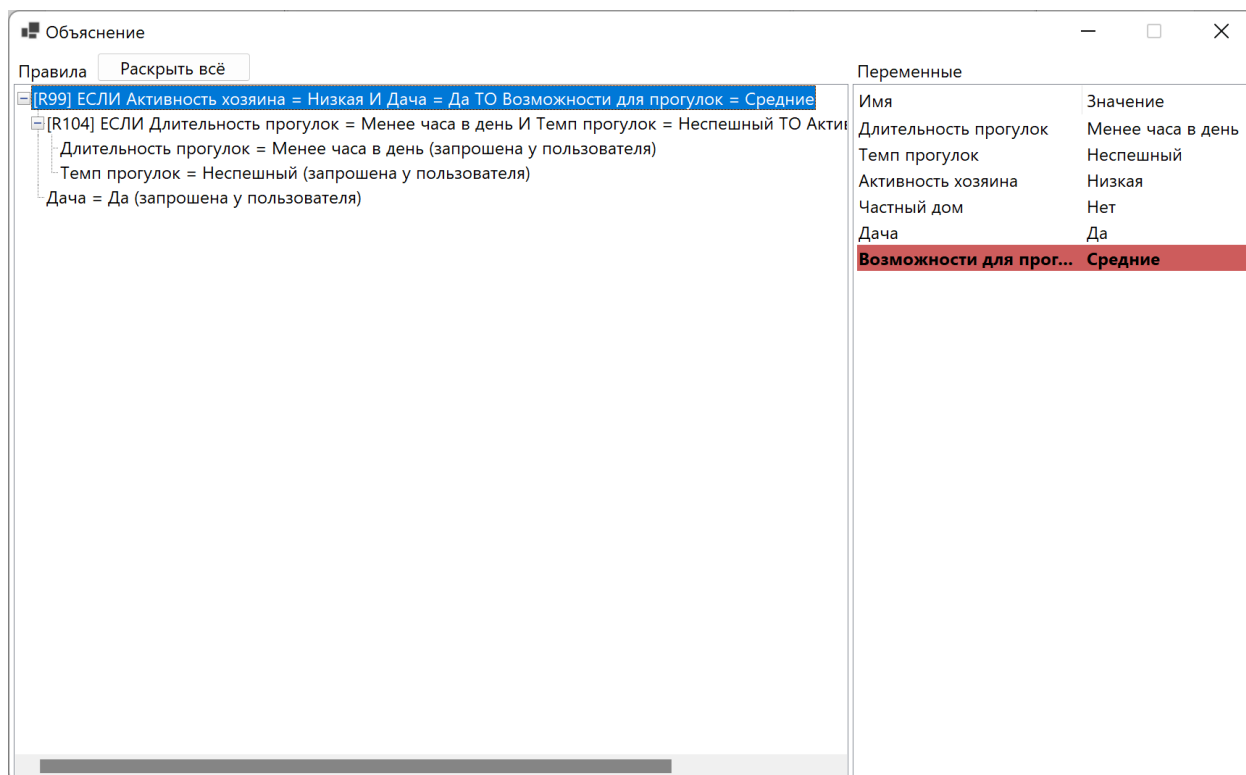


Рисунок 27. Объяснение результатов шестого теста

Как видно из рисунка выше, в этот раз значение переменной «Дача» уже было запрошено у пользователя.

Таким образом, все тесты были успешно пройдены.

## Приложение А

Ссылка на репозиторий с исходным кодом и базой знаний: [GitHub](#).

## Приложение В

Список правил в базе знаний:

- 1) ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Благоприятные И Размер = Средний ТО Порода = Мопс;
- 2) ЕСЛИ Темперамент = Меланхолик И Внешние факторы = Благоприятные И Размер = Средний ТО Порода = Мопс;
- 3) ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Средние И Размер = Маленький И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода = Чихуахуа;
- 4) ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Средние И Размер = Маленький И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода = Чихуахуа;
- 5) ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Благоприятные И Размер = Маленький И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода = Чихуахуа;
- 6) ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Благоприятные И Размер = Маленький И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода = Чихуахуа;
- 7) ЕСЛИ Темперамент = Холерик И Внешние факторы = Средние И Размер = Маленький И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода = Чихуахуа;
- 8) ЕСЛИ Темперамент = Холерик И Внешние факторы = Средние И Размер = Маленький И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода = Чихуахуа;
- 9) ЕСЛИ Темперамент = Холерик И Внешние факторы = Благоприятные И Размер = Маленький И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода = Чихуахуа;

- 10)ЕСЛИ Темперамент = Холерик И Внешние факторы = Благоприятные И  
Размер = Маленький И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода  
= Чихуахуа;
- 11)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Средние И  
Размер = Средний ТО Порода = Французский бульдог;
- 12)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Средний ТО Порода = Французский бульдог;
- 13)ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Средние И  
Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода =  
Ротвейлер;
- 14)ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Средние И  
Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода =  
Ротвейлер;
- 15)ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода  
= Ротвейлер;
- 16)ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода  
= Ротвейлер;
- 17)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Средние И  
Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода =  
Ротвейлер;
- 18)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Средние И  
Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода =  
Ротвейлер;
- 19)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода  
= Ротвейлер;

- 20)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода  
= Ротвейлер;
- 21)ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Средний И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода  
= Пудель;
- 22)ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Средний И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода  
= Пудель;
- 23)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Средний И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода  
= Пудель;
- 24)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Средний И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода  
= Пудель;
- 25)ЕСЛИ Темперамент = Холерик И Внешние факторы = Средние И Размер  
= Большой И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода = Чау-  
чау;
- 26)ЕСЛИ Темперамент = Холерик И Внешние факторы = Благоприятные И  
Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода =  
Чау-чау;
- 27)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Средние И  
Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода =  
Чау-чау;
- 28)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Внешние факторы = Благоприятные  
И Размер = Большой И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода  
= Чау-чау;
- 29)ЕСЛИ Темперамент = Меланхолик И Размер = Средний И Готовность  
стать хозяином = Средняя ТО Порода = Такса;

- 30)ЕСЛИ Темперамент = Меланхолик И Размер = Средний И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода = Такса;
- 31)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Размер = Средний И Готовность стать хозяином = Средняя ТО Порода = Такса;
- 32)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Размер = Средний И Готовность стать хозяином = Высокая ТО Порода = Такса;
- 33)ЕСЛИ Темперамент = Меланхолик И Размер = Большой ТО Порода = Лабрадор;
- 34)ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Размер = Большой ТО Порода = Лабрадор;
- 35)ЕСЛИ Темперамент = Меланхолик И Размер = Маленький ТО Порода = Японский хин;
- 36)ЕСЛИ Темперамент = Флегматик И Размер = Маленький ТО Порода = Японский хин;
- 37)ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Средние И Размер = Маленький ТО Порода = Брюссельский грифон;
- 38)ЕСЛИ Темперамент = Сангвиник И Внешние факторы = Благоприятные И Размер = Маленький ТО Порода = Брюссельский грифон;
- 39)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Низкая И Защитник = Да И Уровень шума = Средний ТО Темперамент = Холерик;
- 40)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Низкая И Защитник = Да И Уровень шума = Высокий ТО Темперамент = Холерик;
- 41)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Средняя И Защитник = Да И Уровень шума = Средний ТО Темперамент = Холерик;
- 42)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Средняя И Защитник = Да И Уровень шума = Высокий ТО Темперамент = Холерик;
- 43)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Низкая И Защитник = Нет И Уровень шума = Средний ТО Темперамент = Сангвиник;
- 44)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Низкая И Защитник = Нет И Уровень шума = Высокий ТО Темперамент = Сангвиник;

- 45)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Средняя И Защитник = Нет И Уровень шума = Средний ТО Темперамент = Сангвиник;
- 46)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Средняя И Защитник = Нет И Уровень шума = Высокий ТО Темперамент = Сангвиник;
- 47)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Высокая И Защитник = Да И Уровень шума = Средний ТО Темперамент = Сангвиник;
- 48)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Высокая И Защитник = Да И Уровень шума = Высокий ТО Темперамент = Сангвиник;
- 49)ЕСЛИ Защитник = Да И Уровень шума = Низкий ТО Темперамент = Флегматик;
- 50)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Низкая И Защитник = Нет И Уровень шума = Низкий ТО Темперамент = Флегматик;
- 51)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Средняя И Защитник = Нет И Уровень шума = Низкий ТО Темперамент = Меланхолик;
- 52)ЕСЛИ Потенциальная опасность = Высокая И Защитник = Нет ТО Темперамент = Меланхолик;
- 53)ЕСЛИ Другие обитатели = Нет И Аллергия = Нет ТО Потенциальная опасность = Низкая;
- 54)ЕСЛИ Другие обитатели = Мало И Аллергия = Нет ТО Потенциальная опасность = Низкая;
- 55)ЕСЛИ Другие обитатели = Много И Аллергия = Нет ТО Потенциальная опасность = Средняя;
- 56)ЕСЛИ Другие обитатели = Нет И Аллергия = Да ТО Потенциальная опасность = Средняя;
- 57)ЕСЛИ Другие обитатели = Мало И Аллергия = Да ТО Потенциальная опасность = Высокая;
- 58)ЕСЛИ Другие обитатели = Много И Аллергия = Да ТО Потенциальная опасность = Высокая;
- 59)ЕСЛИ Другие животные = Нет И Маленькие дети = Нет ТО Другие обитатели = Нет;



- 60)ЕСЛИ Другие животные = Нет И Маленькие дети = Да ТО Другие обитатели = Мало;
- 61)ЕСЛИ Другие животные = Да И Маленькие дети = Нет ТО Другие обитатели = Мало;
- 62)ЕСЛИ Другие животные = Да И Маленькие дети = Да ТО Другие обитатели = Много;
- 63)ЕСЛИ Груминг-салоны = Нет И Опасность для здоровья = Высокая ТО Внешние факторы = Неблагоприятные;
- 64)ЕСЛИ Груминг-салоны = Нет И Опасность для здоровья = Низкая ТО Внешние факторы = Средние;
- 65)ЕСЛИ Груминг-салоны = Нет И Опасность для здоровья = Средняя ТО Внешние факторы = Средние;
- 66)ЕСЛИ Груминг-салоны = Да И Опасность для здоровья = Высокая ТО Внешние факторы = Средние;
- 67)ЕСЛИ Груминг-салоны = Да И Опасность для здоровья = Низкая ТО Внешние факторы = Благоприятные;
- 68)ЕСЛИ Груминг-салоны = Да И Опасность для здоровья = Средняя ТО Внешние факторы = Благоприятные;
- 69)ЕСЛИ Уровень слюноотделения = Низкий И Умеренный климат = Да И Ветеринарные клинки = Да ТО Опасность для здоровья = Низкая;
- 70)ЕСЛИ Уровень слюноотделения = Средний И Умеренный климат = Да И Ветеринарные клинки = Да ТО Опасность для здоровья = Низкая;
- 71)ЕСЛИ Уровень слюноотделения = Низкий И Умеренный климат = Нет И Ветеринарные клинки = Да ТО Опасность для здоровья = Низкая;
- 72)ЕСЛИ Уровень слюноотделения = Низкий И Ветеринарные клинки = Нет ТО Опасность для здоровья = Средняя;
- 73)ЕСЛИ Уровень слюноотделения = Средний И Ветеринарные клинки = Да ТО Опасность для здоровья = Средняя;
- 74)ЕСЛИ Уровень слюноотделения = Средний И Умеренный климат = Да ТО Опасность для здоровья = Средняя;

- 75)ЕСЛИ Уровень слюноотделения = Высокий И Ветеринарные клинки = Да ТО Опасность для здоровья = Средняя;
- 76)ЕСЛИ Уровень слюноотделения = Средний И Умеренный климат = Нет И Ветеринарные клинки = Нет ТО Опасность для здоровья = Высокая;
- 77)ЕСЛИ Уровень слюноотделения = Высокий И Ветеринарные клинки = Нет ТО Опасность для здоровья = Высокая;
- 78)ЕСЛИ Опыт владения собаками = Нет И Близость с собакой = Низкая ТО Готовность стать хозяином = Низкая;
- 79)ЕСЛИ Опыт владения собаками = Нет И Близость с собакой = Средняя ТО Готовность стать хозяином = Средняя;
- 80)ЕСЛИ Опыт владения собаками = Да И Близость с собакой = Низкая ТО Готовность стать хозяином = Средняя;
- 81)ЕСЛИ Опыт владения собаками = Да И Близость с собакой = Средняя ТО Готовность стать хозяином = Средняя;
- 82)ЕСЛИ Близость с собакой = Высокая ТО Готовность стать хозяином = Высокая;
- 83)ЕСЛИ Уделяемое внимание = Маленькое И Возможности для прогулок = Плохие ТО Близость с собакой = Низкая;
- 84)ЕСЛИ Уделяемое внимание = Маленькое И Возможности для прогулок = Средние ТО Близость с собакой = Низкая;
- 85)ЕСЛИ Уделяемое внимание = Маленькое И Возможности для прогулок = Хорошие ТО Близость с собакой = Средняя;
- 86)ЕСЛИ Уделяемое внимание = Среднее И Возможности для прогулок = Плохие ТО Близость с собакой = Средняя;
- 87)ЕСЛИ Уделяемое внимание = Среднее И Возможности для прогулок = Средние ТО Близость с собакой = Средняя;
- 88)ЕСЛИ Уделяемое внимание = Большое И Возможности для прогулок = Плохие ТО Близость с собакой = Средняя;
- 89)ЕСЛИ Уделяемое внимание = Среднее И Возможности для прогулок = Хорошие ТО Близость с собакой = Высокая;

- 90)ЕСЛИ Уделяемое внимание = Большое И Возможности для прогулок = Средние ТО Близость с собакой = Высокая;
- 91)ЕСЛИ Уделяемое внимание = Большое И Возможности для прогулок = Хорошие ТО Близость с собакой = Высокая;
- 92)ЕСЛИ Частое отсутствие = Да И Желание дрессировать = Нет ТО Уделяемое внимание = Маленькое;
- 93)ЕСЛИ Частое отсутствие = Да И Желание дрессировать = Да ТО Уделяемое внимание = Среднее;
- 94)ЕСЛИ Частое отсутствие = Нет И Желание дрессировать = Нет ТО Уделяемое внимание = Среднее;
- 95)ЕСЛИ Частое отсутствие = Нет И Желание дрессировать = Да ТО Уделяемое внимание = Среднее;
- 96)ЕСЛИ Активность хозяина = Низкая И Частный дом = Нет И Дача = Нет ТО Возможности для прогулок = Плохие;
- 97)ЕСЛИ Активность хозяина = Низкая И Дача = Да ТО Возможности для прогулок = Средние;
- 98)ЕСЛИ Активность хозяина = Низкая И Дача = Да ТО Возможности для прогулок = Средние;
- 99)ЕСЛИ Активность хозяина = Низкая И Частный дом = Да ТО Возможности для прогулок = Средние;
- 100)ЕСЛИ Активность хозяина = Высокая И Частный дом = Нет И Дача = Нет ТО Возможности для прогулок = Средние;
- 101)ЕСЛИ Активность хозяина = Средняя И Частный дом = Да ТО Возможности для прогулок = Хорошие;
- 102)ЕСЛИ Активность хозяина = Высокая И Частный дом = Да ТО Возможности для прогулок = Хорошие;
- 103)ЕСЛИ Активность хозяина = Высокая И Дача = Да ТО Возможности для прогулок = Хорошие;
- 104)ЕСЛИ Длительность прогулок = Меньше часа в день И Темп прогулок = Неспешный ТО Активность хозяина = Низкая;

- 105)ЕСЛИ Длительность прогулок = Меньше часа в день И Темп прогулок = Активный ТО Активность хозяина = Низкая;
- 106)ЕСЛИ Длительность прогулок = От часу до двух в день И Темп прогулок = Неспешный ТО Активность хозяина = Низкая;
- 107)ЕСЛИ Длительность прогулок = Меньше часа в день И Темп прогулок = Очень активный ТО Активность хозяина = Средняя;
- 108)ЕСЛИ Длительность прогулок = От часу до двух в день И Темп прогулок = Активный ТО Активность хозяина = Средняя;
- 109)ЕСЛИ Длительность прогулок = Больше двух часов в день И Темп прогулок = Неспешный ТО Активность хозяина = Средняя;
- 110)ЕСЛИ Длительность прогулок = От часу до двух в день И Темп прогулок = Очень активный ТО Активность хозяина = Высокая;
- 111)ЕСЛИ Длительность прогулок = Больше двух часов в день И Темп прогулок = Активный ТО Активность хозяина = Высокая;
- 112)ЕСЛИ Длительность прогулок = Больше двух часов в день И Темп прогулок = Очень активный ТО Активность хозяина = Высокая;
- 113)ЕСЛИ Частный дом = Да ТО Дача = Да;