

ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЛОГИКО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ МИВАРНЫХ СЕТЕЙ «УНИВЕРСАЛЬНЫЙ РЕШАТЕЛЬ ЗАДАЧ ММС-УДАВ»

М.О. Чибирова, О.О. Варламов, Г.С. Сергушин, А.М. Хадиев, П.Д. Антонов, Осипов В.Г.

Представлены результаты создания прикладного программного обеспечения «ММС-УДАВ» и развития проекта "Миварный Универсальный решатель задач", которые основаны на автоматическом решении сложных логико-вычислительных задач и объяснении результатов. Миварные сети позволяют выполнять логический вывод с линейной вычислительной сложностью. Разработан модуль создания миварных сетей разных предметных областей (ММС). Модернизирован программный комплекс «логический движок» (УДАВ), который теперь обрабатывает более 5 млн. продукционных правил менее, чем за 0,1 сек.

Введение

Как известно, существует линейной сложности логический вывод на правилах "ЕСЛИ-ТО" в формализме миварных сетей (MIVAR net's). [Варламов, 2002-2013]. Этот новый инструмент можно применять для решения различных задач в области искусственного интеллекта. В данной работе миварные технологии применяются для создания нового поколения информационных образовательных ресурсов. Теперь стало возможным автоматически решать сложные задачи из курса школьной математики и физики.

Практические результаты создания Миварного образовательного ресурса "Универсальный решатель задач"

Продолжается развитие миварных программных комплексов и создание нового поколения информационных образовательных ресурсов. За этот прошедший год были решены следующие задачи:

- модернизация логического движка;
- создание автоматизированного модуля для формирования моделей миварных сетей предметных областей (ММС);
- создание "облачного" комплекса "УДАВ" с WEB-интерфейсом.

Для ускорения работы программного комплекса УДАВ известные алгоритмы на миварных сетях [Варламов, 2013] были реализованы на нативном языке программирования C++. Это потребовало гораздо больших затрат времени написания программ, но позволило значительно ускорить функционирование комплекса УДАВ. Если предыдущие версии УДАВ обрабатывали 3 млн. производственных правил за 180 минут, то теперь аналогичные задачи решаются не дольше долей секунд.

Результаты экспериментов приведены на рис. 1 и рис. 2.

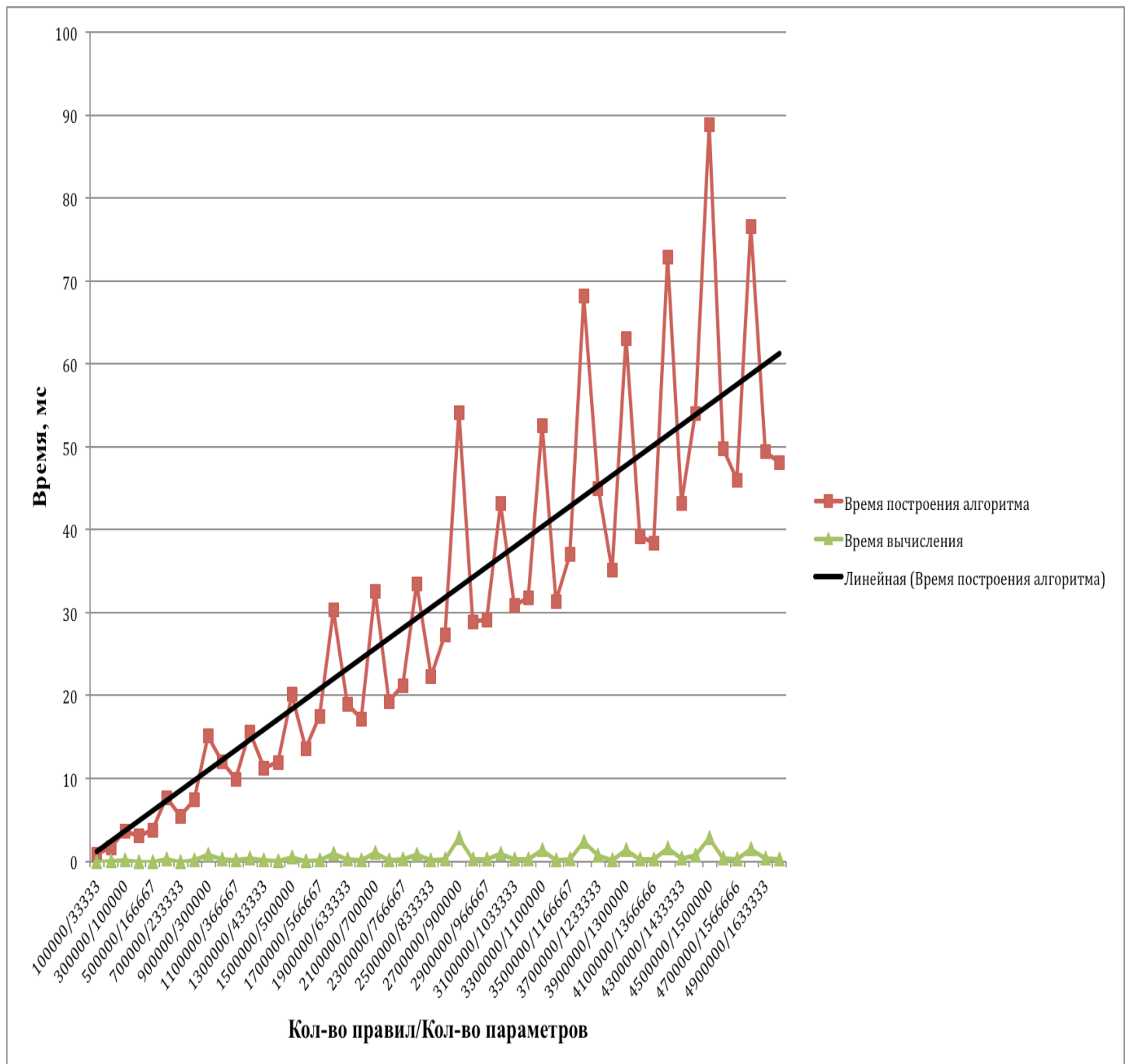


Рис. 1. Результаты экспериментов по логическому выводу на миварных матрицах с линейной вычислительной сложностью.

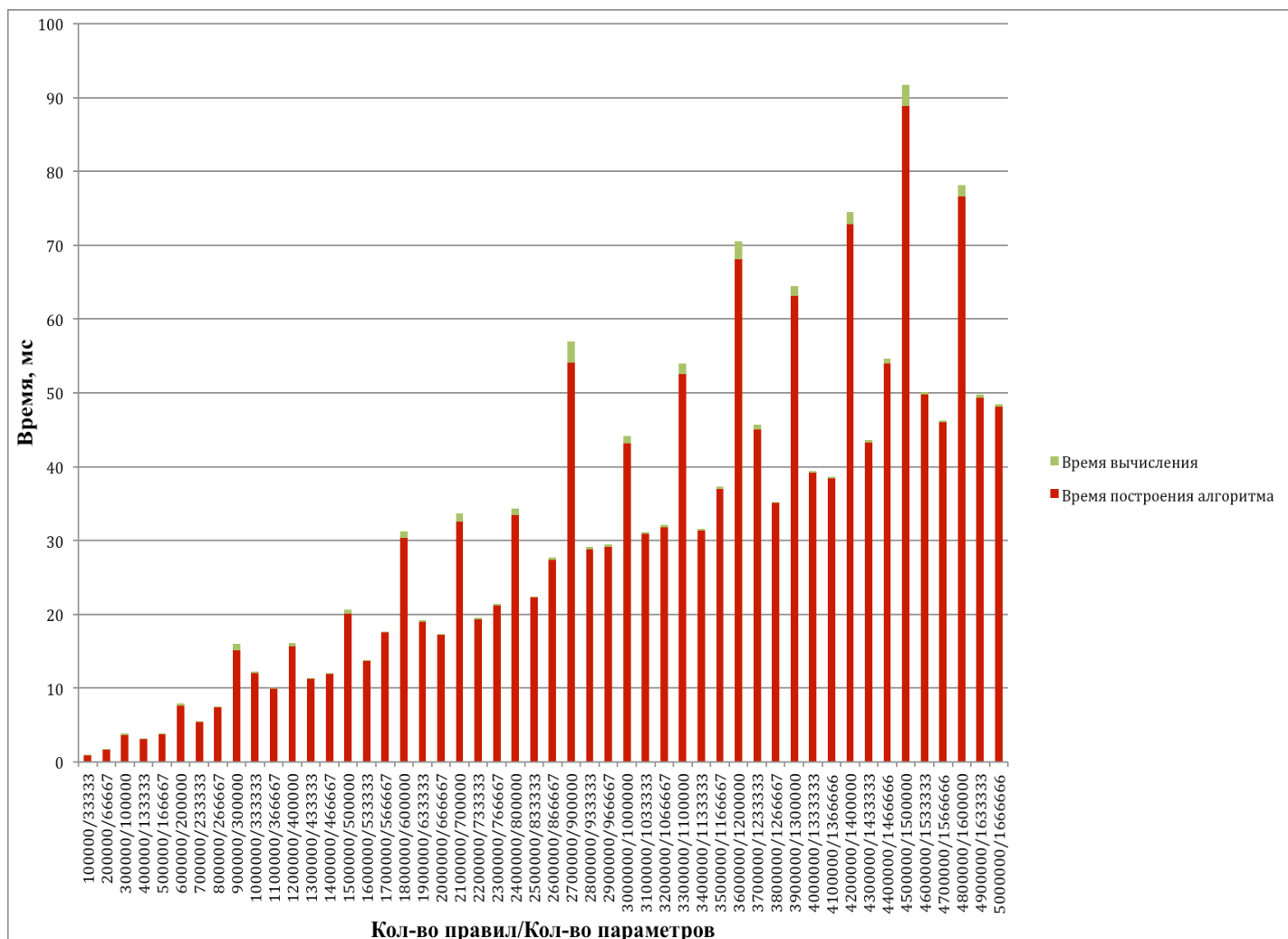


Рис. 2. Иллюстрация результатов времени решения логико-вычислительных задач на миварных сетях, состоящая из времени построения алгоритма и времени вычисления.

Как известно, миварная обработка включает три этапа: составление миварной матрицы, нахождение алгоритма решения задачи и вычисление решения. Составление миварной матрицы новой предметной области является творческой задачей, выполняемой инженерами по знаниям (когнитологами). Для облегчения их работы создан новый модуль создания моделей миварных сетей (ММС).

"Облачные" технологии обработки информации предоставляют новые возможности взаимодействия пользователей с требуемыми ресурсами. Поэтому, кроме создания локальных версий УДАВ, создан клиент-серверный комплекс "УДАВ". Непосредственно ознакомиться с работой нашего ресурса можно на сайте www.mivar.ru.

Выводы

Продолжается активное развитие миварного интеллектуального образовательного ресурса, называемого "Универсальный решатель задач". Практическая польза: преподаватель может готовить индивидуальные задания

и проверять контрольные задания, а ученики могут получать объяснения. Сайт www.mivar.ru является примером новых интеллектуальных образовательных ресурсов, которые в реальном времени могут решать сложные логические и вычислительные задачи и помогать как учителям, так и ученикам.

Список литературы

[Варламов, 2002] Варламов О.О. Разработка линейного матричного метода определения маршрута логического вывода на адаптивной сети правил // Известия вузов. Электроника. 2002. № 6. С. 43-51.

[Варламов, 2013] Варламов О.О. Практическая реализация линейной вычислительной сложности логического вывода на правилах "ЕСЛИ-ТО" в миварных сетях и обработка более трех миллионов правил // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 1(3); URL: <http://auts.esrae.ru/3-66> (дата обращения: 25.05.2014).

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ММС-УДАВ

Принципы и методы описания и моделирования предметных областей в формализме миварных технологий в программном продукте Mivar Model Creator (ММС-УДАВ)

Введение

В настоящее время разработано множество различных программных систем описания и моделирования предметных областей: экспертные системы, системы компьютерного имитационного моделирования, интеллектуального анализа данных и т.д. При этом объективные знания реального мира представляются субъективными экспертными оценками. В результате образ наблюдаемой ситуации отражает не только законы и закономерности ситуации, но и мировоззрение субъекта, его систему убеждений, ценностей, уровень образования, опыт и т.д. [1]. Вместе с тем, известен новый подход, объединяющий многомерное информационное пространство с логической обработкой линейной вычислительной сложности [2-27]. Этот подход активно развивается и называется миварные сети (миварный подход).

Миварный подход к описанию и моделированию ситуаций направлен на то, чтобы объединить все имеющиеся знания в рассматриваемой предметной области. Это возможно благодаря тому, что подход базируется на эволюционных базах данных и знаний, при этом линейный матричный метод поиска логического вывода способен обрабатывать большие массивы данных в режиме реального времени.

Назначение и применение.

Для описания модели данных в миварном пространстве необходимо выделить три оси: ось отношений O , ось признаков (свойств) элемента S и ось элементов (объектов) предметной области V . Данные множества являются независимыми.

Схематично миварный подход можно представить следующим образом:

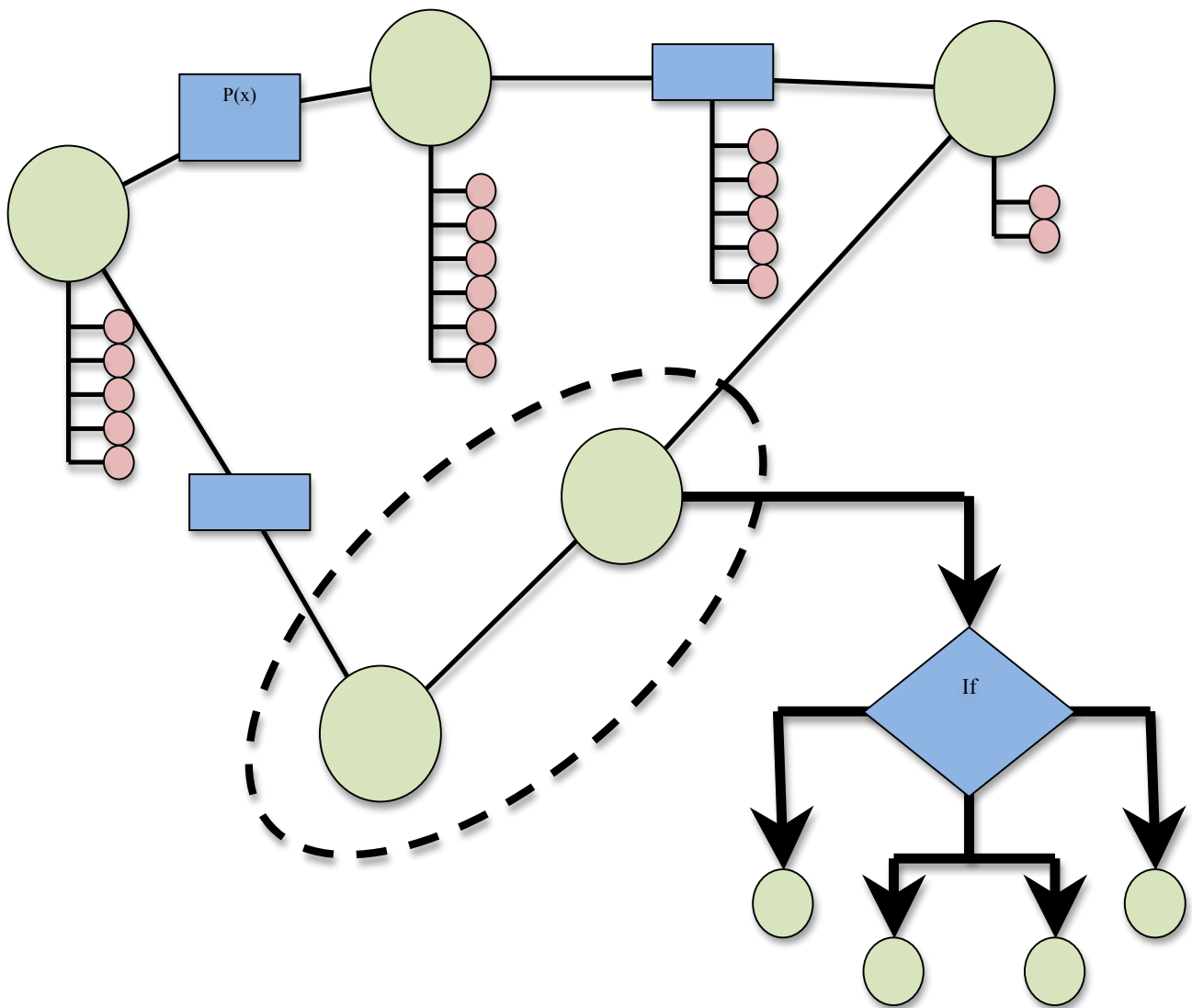
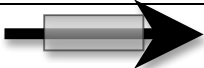


Рис.1. Пример миварной сети.

Здесь:

	-	ОБЪЕКТ	
	-	СВЯЗЬ	
	-	СВОЙСТВА	
	-	ГРУППИРОВКА (объектов, связей, свойств)	

Процесс анализа и построения миварной модели предметной области состоит из следующих этапов:

- 1) сбор существующих данных в рассматриваемой области;
- 2) выделение и описание объектов, их признаков и отношений.

Отношения «О» связывают элементы пространства «V». Множество всех точек многомерного пространства соответствует модели данных. При миварном подходе ее структура определяется точками пространства, которые хранят соответствующие значения атрибутов отношения.

Миварная сеть может быть представлена в виде двудольного графа (рис. 2). Отношения могут описываться в любом виде: формулы, логические переходы, текстовые выражения, функции, сервисы и т.д. При этом в отношениях не ограничено количество входных и выходных параметров, что обеспечивает полноту описания связей между элементами области и возможность учесть все факторы, способные повлиять на ситуацию.

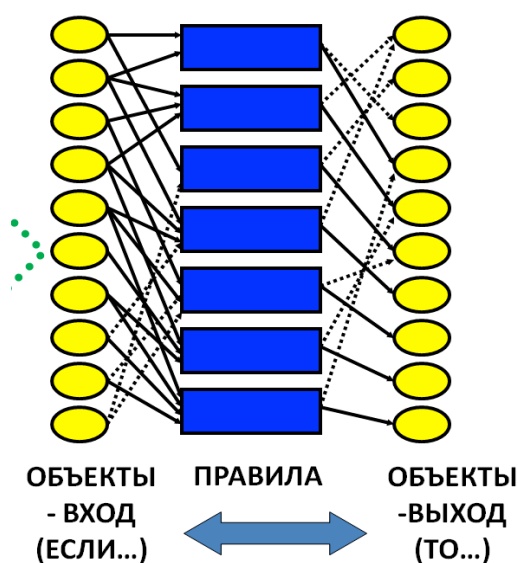


Рис.2.

Программа обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- Создание и редактирование описания моделей предметных областей в виде таблицы/списка и графа;
- создание и редактирование объектов предметной области (параметров и классов);
- создание и редактирование отношений и правил, связывающих эти объекты.
- Структурный анализ, включающий анализ противоречивости, корректности и полноты введенных данных.
- Анализ данных, прогнозирование развития ситуации.
- Создание и вывод полученного алгоритма логического вывода разрешения ситуации, расчет (вычисление) необходимых значений.

Этапы создания модели и моделирования

Создание модели и моделирования в программе осуществляется в несколько этапов:

1. Создание и параметризация модели:

- выделение объектов.

2. Создание и провязывание модели :

- задание отношений;
- задание правил;
- задание условий корректности входных данных (ограничения).

3. Решение задач, текстовое описание выводов с указанием использованного правила, полученных и найденных данных.

Работа с программой

Для создания модели необходимо в главном меню выберите пункт «Файл», «Создать» и нажмите кнопку «ОК» (Рис. 3).

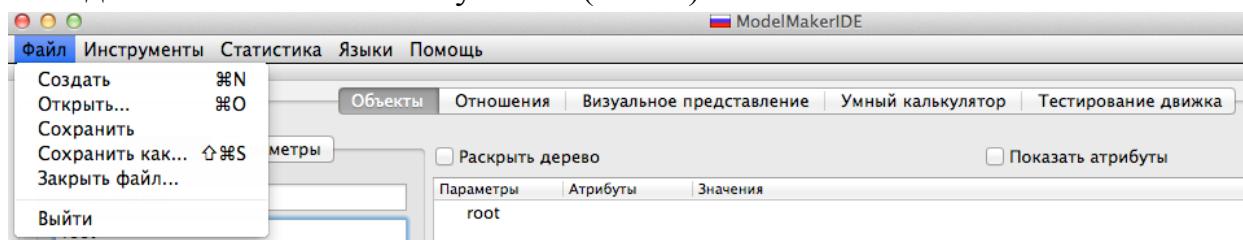


Рис.3.

Во вкладке “Параметры” будут отображаться объекты предметной области. Вкладка “Отношения” содержит отношения, правила, связывающие объекты, и ограничения.

Объекты

Во вкладке “Объекты” можно создавать, редактировать и удалять объекты. Для создания необходимо кликнуть на кнопку “Добавить объект” в правом нижнем углу (рис. 4).

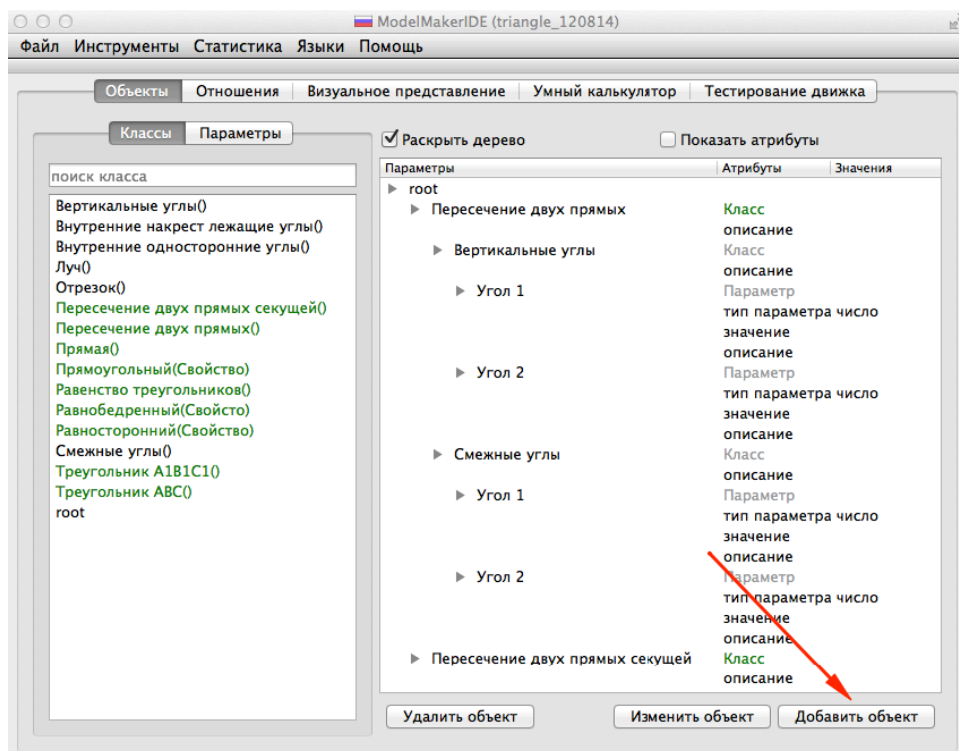


Рис. 4.

После этого появляется диалоговое окно, где необходимо выбрать тип создаваемого объекта (рис. 5). Это либо класс, либо параметр.

Класс - абстрактная сущность, собирающее понятие. Класс может включать в себя «параметры». Способен наследоваться и содержать правила внутри себя. Не может иметь значение. Например, можно создавать класс «Овощи», который будет содержать несколько параметров: «помидор», «огурец», «капуста». Или класс «Стороны треугольника», содержащий параметры «Сторона а», «Сторона b», «Сторона с».

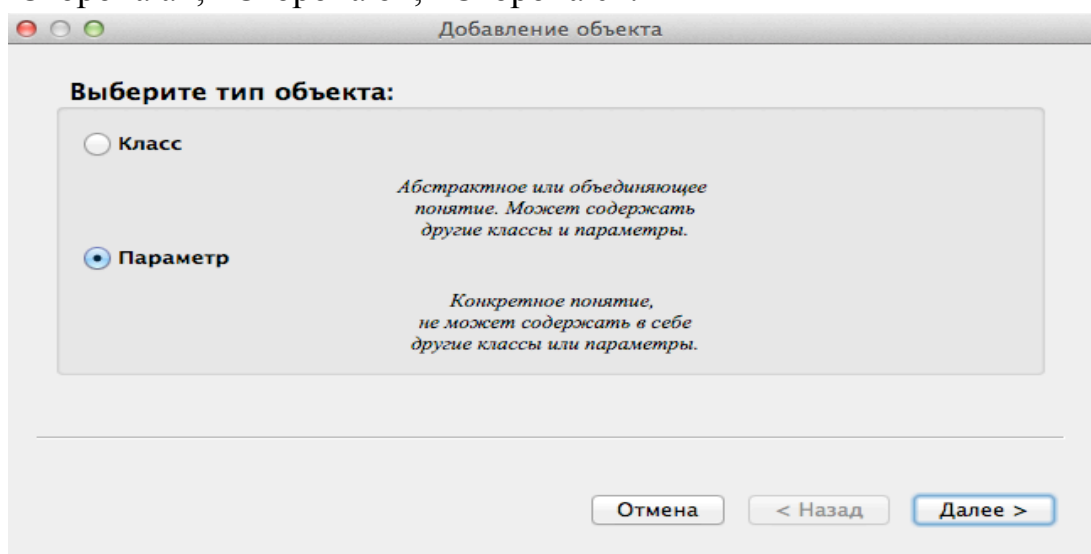


Рис. 5.

Чтобы удалить объект, необходимо выбрать его в списке объектов и нажать кнопку “Удалить объект” в левой части экрана (рис. 6).

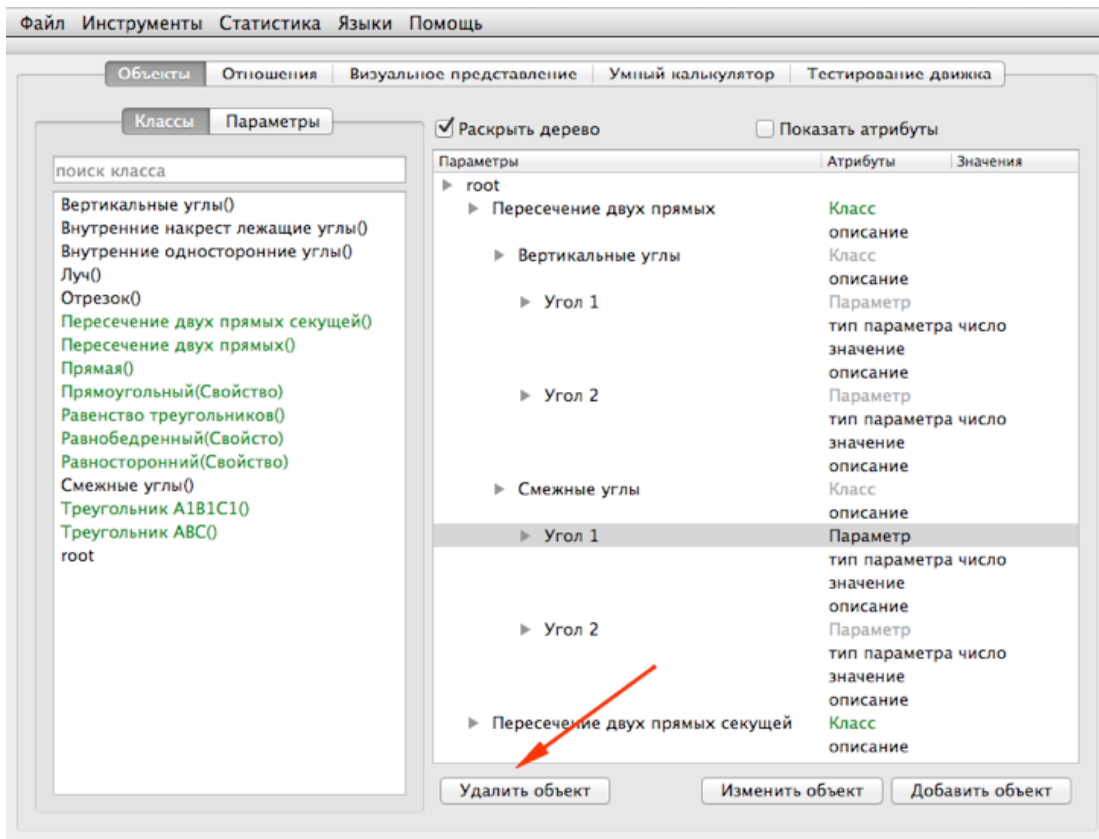


Рис. 6.

Для изменения выделите объект и нажмите кнопку “Изменить объект”. Чтобы изменить значение параметров по умолчанию в пределах класса, вызовите диалог изменения класса (рис. 7).

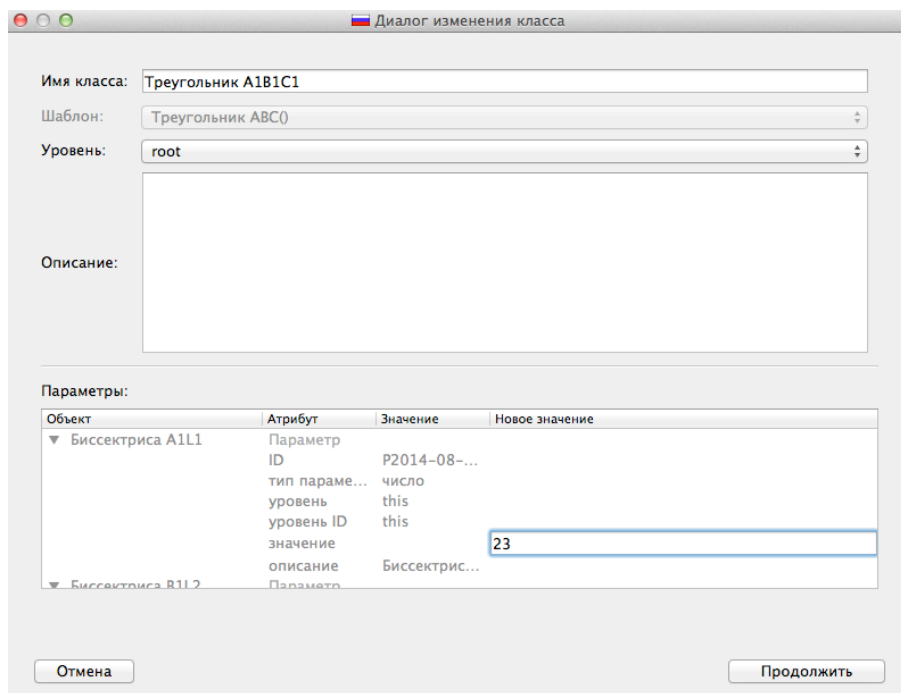


Рис. 7.

По умолчанию в таблице отображаются только основные свойства объектов: тип, значение по умолчанию и описание. Чтобы посмотреть полную информацию по объекту, необходимо выбрать “Показать атрибуты” в левом верхнем углу таблицы (рис. 8).

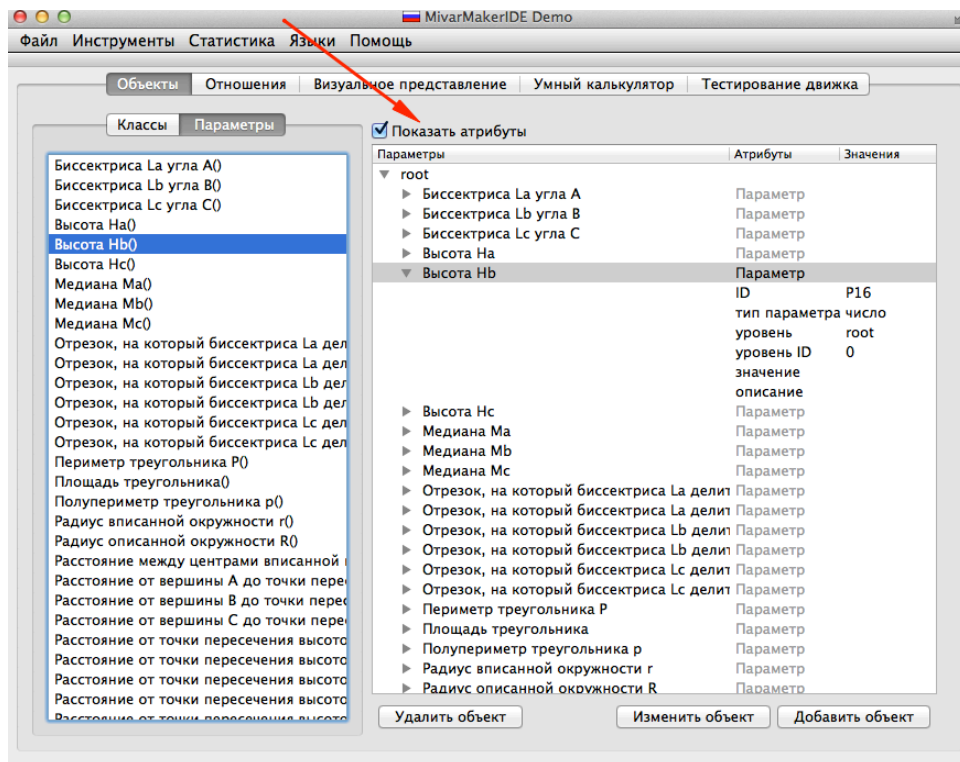
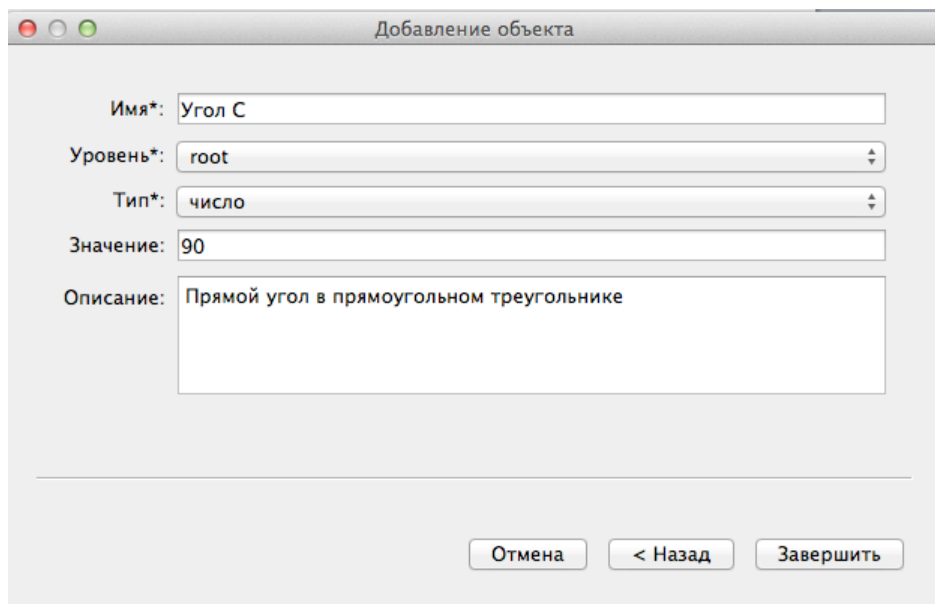


Рис. 8.

Параметр

В случае, если тип создаваемого объекта – «Параметр». Необходимо задать имя параметра, на каком уровне он находится (если иерархия не предусмотрена, то по умолчанию выставляется уровень root (корень)). Далее требуется выбрать тип параметра (число или строка). Можно, но не обязательно, добавить значение параметра по умолчанию и описание. Например (рис. 9):



Добавление объекта

Имя*: Угол С

Уровень*: root

Тип*: число

Значение: 90

Описание: Прямой угол в прямоугольном треугольнике

Отмена < Назад Завершить

Рис. 9.

После подтверждения параметр добавляется в исходную таблицу параметров (рис. 10) и в общий список параметров слева от таблицы (рис. 11).

▼ Угол С	Параметр
	тип параметра число
	значение 90
	описание Прямой угол в прямоугольном треугольнике
	Параметр
► Угол А	

Рис. 10.

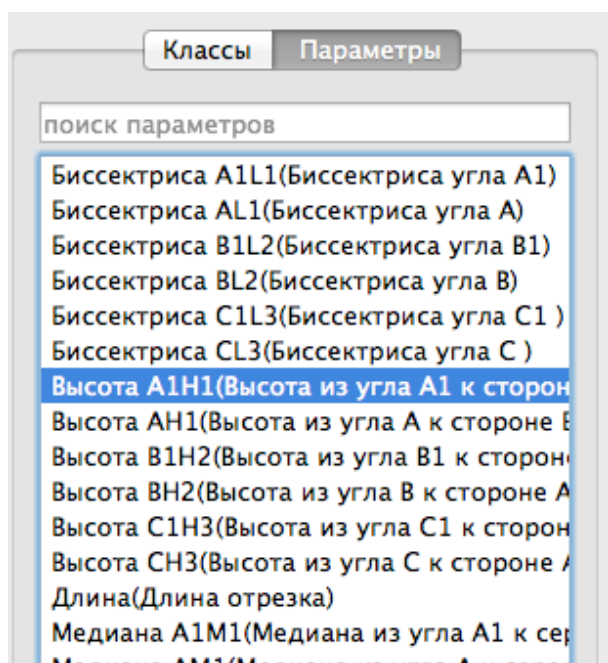


Рис. 11.

Класс

В случае, когда тип создаваемого объекта – “Класс”. Необходимо задать имя класса, уровень (задается класс, к которому принадлежит объект), шаблон. Шаблон – это класс, по образцу которого создается текущий, т.е. автоматически добавляется вся вложенность (классы и параметры) и наследуются внутренние правила (для этого необходимо отметить соответствующий пункт). Кроме того, можно добавить описание (не обязательно) и здесь же вложить в создаваемый класс параметры.

Аналогично, все классы модели отображаются слева в списке. При щелчке по элементу списка объект подсвечивается в таблице. Доступно как для классов, так и для параметров.

Отношения

Будем отталкиваться от следующих понятий:

1) Связь – ассоциация между объектами, значимая для рассматриваемой предметной области. Произвольное количество входных объектов посредством связи преобразуется в один (или набор) выходных объектов.

- 2) Отношение – вид связи, использующий абстрактные переменные, описывающий их взаимодействие.
- 3) Правило – вид связи, привязывающий отношение к конкретным объектам.
- 4) Ограничение – вид правила, проверяющий входные данные на корректность. Например, сторона треугольника не может быть отрицательной.
- Для создания отношения перейдите во вкладку «Отношения» и кликните «Добавить отношение» (рис. 12).

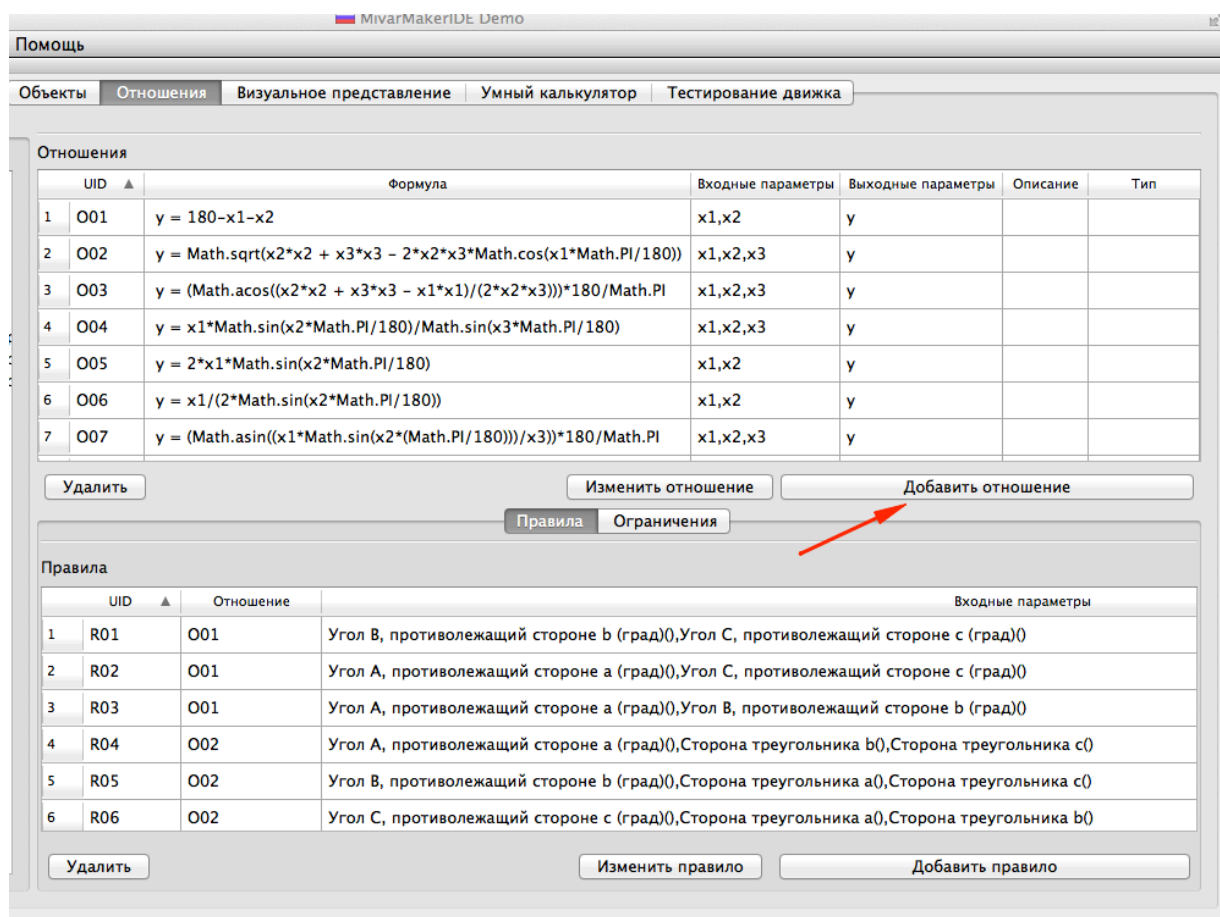


Рис. 12.

Предусмотрено четыре вида отношений: математическая формула, условное отношение “Если.., то.., иначе..”, отношение ограничения и сложное программируемое отношение (рис. 13).

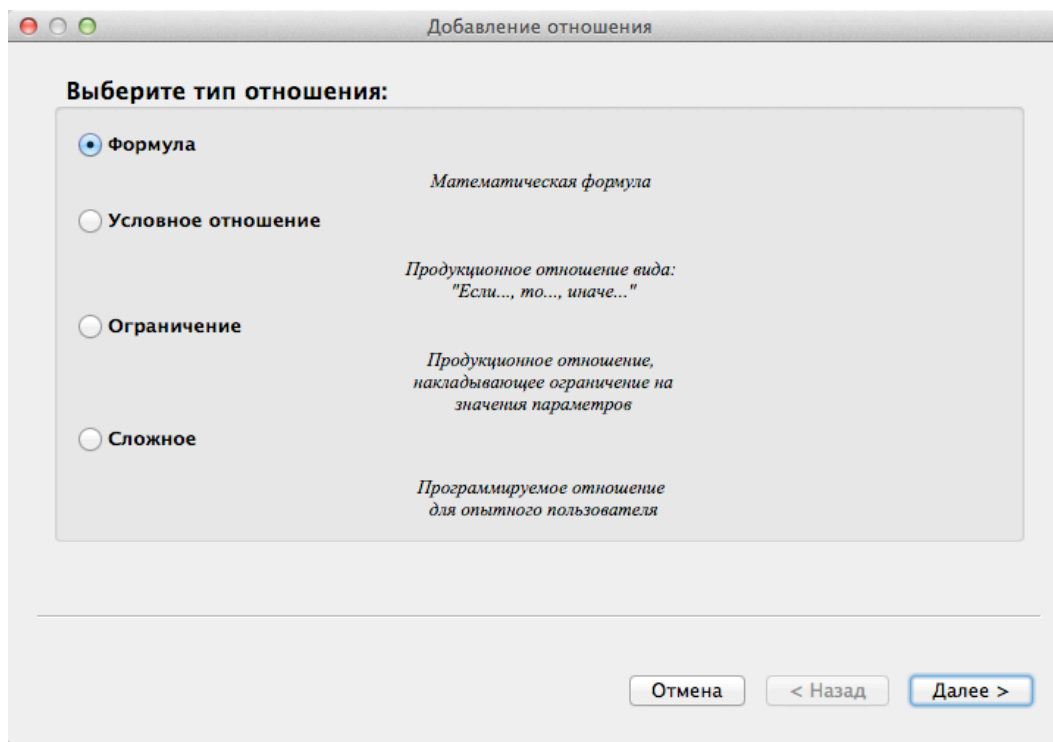


Рис. 13.

При выборе любого типа отношения в левой части окна отображается тезаурус примеров корректной записи. Можно выбрать отношение оттуда, кликнув по нему два раза, а можно создать свое. Правила создания отношений:

- 1) отношение записывается так, чтобы в левой части от знака «равно» стояли выходные переменные, а справа входные;
- 2) в отношениях можно использовать любые не русскоязычные символы;
- 3) переменным типа «строка» значения присваиваются следующим образом: $y = \text{\"Значение Строки\"}$;
- 4) переменные в отношениях могут быть одинаковыми и абстрактными. Привязка отношения к конкретным переменным происходит в разделе «Правила»;
- 5) **внимание!** В отношении не могут быть одновременно одни и те же входные и выходные переменные. Например, отношение типа $y = y + 1$ недопустимо!

После создания отношения его необходимо проанализировать, нажав соответствующую кнопку. Если все записано верно, то программа выделит в отношении входные и выходные переменные. Типом переменных по умолчанию является «число», в случае необходимости его можно изменить. Отношения можно удалить, выделив необходимое и нажав кнопку «Удалить» в левом углу под списком отношений. Изменение отношения происходит по кнопке «Изменить отношение».

После корректного создания отношений можно переходить к правилам и ограничениям.

Правила

Созданные правила отображаются в таблице «Правила» с указанием автоматически созданного уникального идентификатора (UID), идентификатора использованного отношения, входных и выходных параметров и описания правил (рис. 14).

Для создания правила кликните по кнопке «Добавить правило» (рис. 15).

Правила				
UID ▲	Отношение	Входные параметры	Выходные параметры	Описание

Рис. 14.

Отношения

	UID ▲	Формула
1	O1	$Y1 = 180 - X1 - X2;$
2	O10	$Y1 = (X1 * X1 - X2 * X2) / (2 * X1);$
3	O11	$Y1 = X1 / (4 * \text{Math.sin}((X2 / 2) * (\text{Math.PI} / 180)) * \text{Math.sin}((X3 / 2) * (\text{Math.PI} / 180)) * \text{Math.sin}((X4 / 2) * (\text{Math.PI} / 180)));$
4	O12	$Y1 = (4 * X1 * \text{Math.sin}((X2 / 2) * (\text{Math.PI} / 180)) * \text{Math.sin}((X3 / 2) * (\text{Math.PI} / 180)) * \text{Math.sin}((X4 / 2) * (\text{Math.PI} / 180)));$
5	O13	$Y1 = \text{Math.sqrt}(X2 * X3 * (X1 + X2 + X3) * (X2 + X3 - X1)) / (X2 + X3);$
6	O14	$Y1 = X1 / 2;$
7	O15	$Y1 = X1 * 2;$

Удалить

Изменить отношение

Добавить отношение

Правила

Ограничения

Правила

	UID ▲	Отношение	Входные параметры	Выходные параметры	Описание
1	R1	O1	Угол B(), Угол C()	Угол A()	
2	R10	O4	Сторона b(), Угол A(), Угол B()	Сторона a()	
3	R100	O32	Сторона a(), Сторона b(), Отрезок...	Биссектриса Lc угла C()	
4	R101	O33	Биссектриса l c угла C(), Отрезок, ...	Сторона a()	
5	R102	O33	Биссектриса Lc угла C(), Отрезок, ...	Сторона b()	
6	R103	O34	Сторона a(), Сторона b(), Биссект...	Отрезок, на который би...	

Удалить

Изменить правило

Добавить правило

Рис. 15.

Далее необходимо выбрать тип создаваемого правила: простое или внутриклассовое (при объектно-ориентированном подходе) (рис. 16).

Добавление правила

Выберите тип правила:

☐ Простое правило
Использует параметры из всей модели

☐ Внутриклассовое правило
Использует параметры только одного выбранного класса

Отмена < Назад Далее >

Рис. 16.

Следующим шагом производится выбор используемого отношения. Необходимо ввести описание и выбрать, для каких конкретно параметров оно справедливо (рис. 17).

Добавление правила

Выберите отношение: $y=x1*x2$

Описание*: Формула площади треугольника

y	Площадь треугольника	...
x1	Высота Ha	...
x2	Сторона a	...

Отмена < Назад Завершить

Рис. 17.

Ограничения

Для создания ограничения необходимо сначала создать соответствующее отношение “Ограничение”. Пример (рис. 18):

Добавление отношения

Формула	Описание
Math.ac...	Арккосинус
Math.asin()	Арсинус
Math.ata...	Арктангенс
Math.po...	Возведение в степень
c=a-b	Вычитание
y=x/x1	Деление
2.5	Десятичные дроби
Math.log...	Десятичный логарифм от x
x/y	Дробное отношение
Math.sqr...	Извлечение корня
a^(1/n)/b	Иррациональные дроби
Math.cos()	Косинус
Math.log...	Логарифм по основанию ...
&&	Логическое И
	Логическое ИЛИ
!	Логическое ОТРИЦАНИЕ
==	Логическое СРАВНЕНИЕ
Math.ab...	Модуль значения
Math.log...	Натуральный логарифм о...
Math.rou...	Округление

Введите условную формулу:

IF

THEN

ELSE

Введите описание:

Рис. 18.

В данном случае, как сказано в описании, входная переменная проверяется на неотрицательное значение. В случае удовлетворения условию происходит дальнейший расчет во вкладке “Умный калькулятор” (см. пункт 6). Иначе, программа выдаст сообщение о некорректности данных (рис. 21). Например, такую проверку можно добавить для сторон треугольника, кликнув на «Добавить ограничение» в правом нижнем углу (рис. 19, рис. 20).

Отношения

	UID ▲	Формула	Входные параметры
48	O51	$Y1 = \text{Math.asin}(X1/X2) * 180 / \text{Math.PI};$	X1,X2
49	O52	$Y1 = \text{Math.sqrt}(1 - X1 * X1);$	X1
50	O53	$Y1 = 2 * X1 * X2 / X3 / X4;$	X1,X2,X3,X4
51	O6	$Y1 = X1 / (2 * \text{Math.sin}(X2 * \text{Math.PI} / 180));$	X1,X2
52	O7	$Y1 = (\text{Math.asin}((X1 * \text{Math.sin}(X2 * (\text{Math.PI} / 180)))) / X3) * 180 /$	X1,X2,X3
53	O8	$Y1 = (\text{Math.asin}(X1 / (2 * X2))) * 180 / \text{Math.PI};$	X1,X2
54	O9	if (x>0) {flag = true;} else {flag = false;}	x

Удалить
Изменить отношение
Добавить отношение

Правила
Ограничения

Ограничения

UID ▲	Отношение	Входные параметры	Описание
-------	-----------	-------------------	----------

Удалить
Изменить ограничение
Добавить ограничение



Рис. 19.

Ограничения

Выберите отношение:
if (x>0) {flag = true;} else {flag = false;}

Описание:
Сторона а должна быть неотрицательной!!

x
Сторона а
...

< Назад
Завершить

Рис. 20.

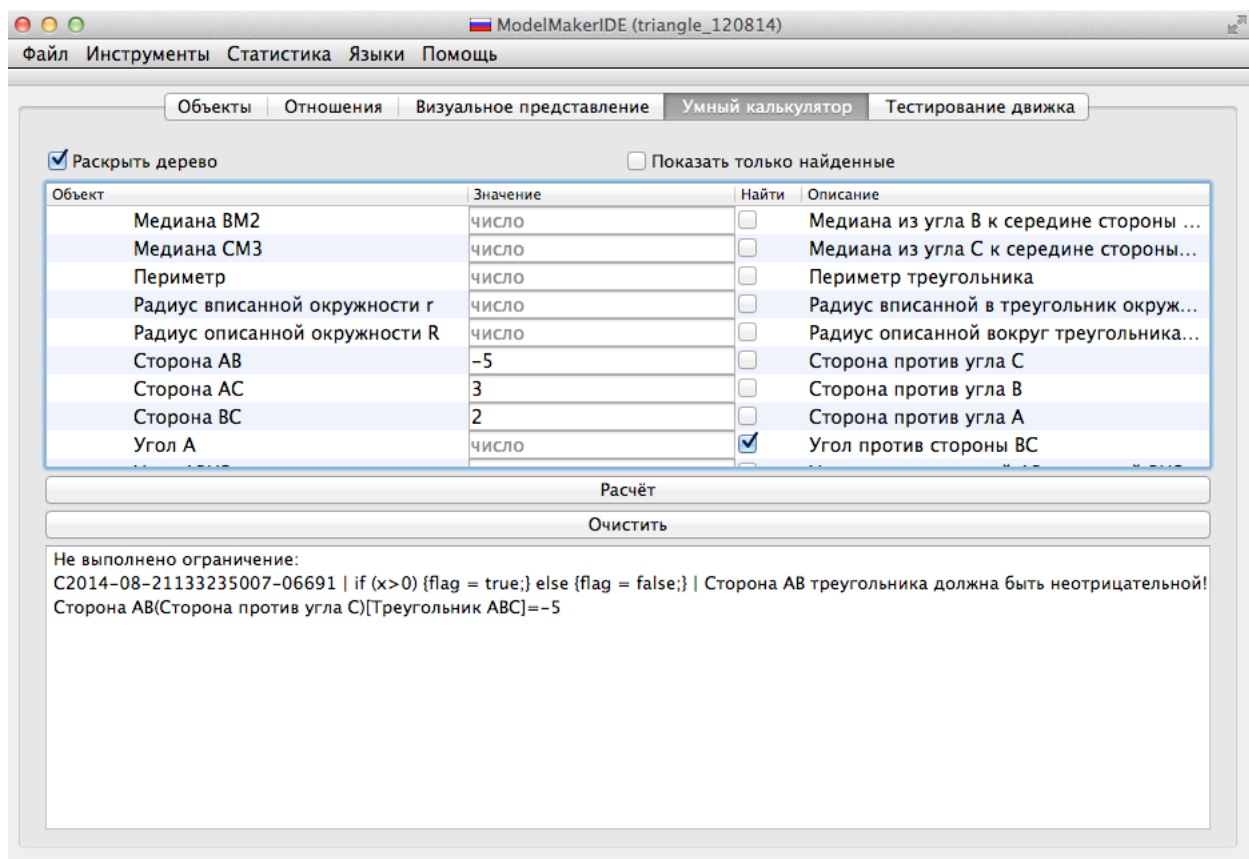


Рис. 21.

Умный калькулятор

Вкладка “Умный калькулятор” предназначена для логического вывода пути от начальных данных (“Дано”) к выходным данным (“Найти”), проверки входных данных на корректность и расчета необходимых значений.

В таблице вкладки отображаются все созданные параметры. У каждого из них есть поле для ввода входных значений (и значений по умолчанию) и поле для поиска таковых «Найти» (рис. 22).

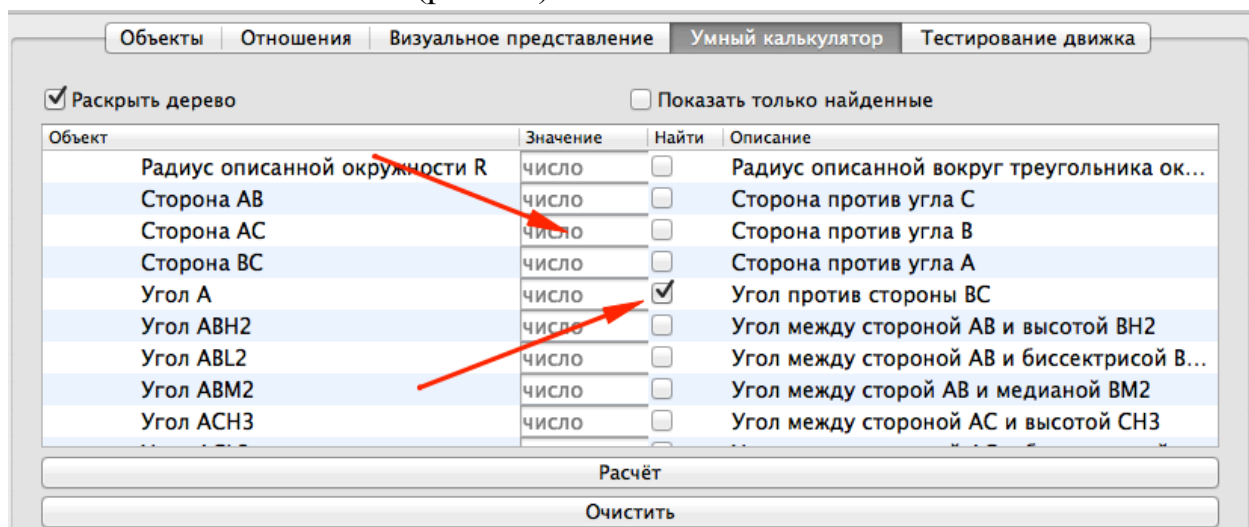


Рис. 22.

В нижнем поле выводится вся текущая информация: сработавшие ограничения, найденные и не найденные значения и логический вывод с указанием использованного правила, его описания, входных и выходных, а так же найденных значений (рис. 23, рис. 24).

Объект	Значение	Найти	Описание
Средняя линия Сb	число	☒	
Средняя линия Сс	число	☒	
Сторона a	3	☐	
Сторона b	4	☐	
Сторона c	5	☒	
Угол A	число	☒	
Угол B	число	☒	
Угол C	число	☒	
Сos угла между стороной a и высотой к стороне b	число	☐	
Сos угла между стороной a и высотой к стороне c	число	☐	

Расчёт

Очистить

Рис. 23.

Объект	Значение	Найти	Описание
Средняя линия Сb	2	☒	
Средняя линия Сс	2.5	☒	
Сторона a	3	☐	
Сторона b	4	☐	
Сторона c	5	☒	
Угол A	36.869897645844	☒	
Угол B	53.130102354156	☒	
Угол C	90	☒	
Сos угла между стороной a и высотой к стороне b	число	☐	
Сos угла между стороной a и высотой к стороне c	число	☐	

Расчёт

Очистить

Шаг № 0
Описание правила:
Входные параметры:
Сторона a=3;
Сторона b=4;
Сторона c=5;
Формула:
$$Y1 = (\text{Math.acos}((X2*X2 + X3*X3 - X1*X1)/(2*X2*X3)))*180/\text{Math.PI};$$

Результат: Угол A=36.869897645844;

Шаг № 1
Описание правила:
Входные параметры:

Рис. 24.

Визуальное представление

Визуально миварная модель приводится в двух представлениях: матричном и графовом.

Матричное отображение

В матрице по вертикали отображаются все правила, а по горизонтали - параметры. В соответствующих ячейках на пересечении правил и параметров указывается роль объекта в правиле: красные Y - это выходные переменные, а зеленые X – входные (рис. 25).

	Высота Ha()[root]	Высота Hb()[root]	Высота Hc()[root]	Медиана Ma()[root]	Медиана Mb()[root]	ой с и высс	зной а и высотой	энс
R52	X							
R202								
R166	X	X	X					
R53	X							
R203							Y	
R167	X	X	X					
R54		Y						
R204								Y
R168	X	X	X					
R55		X						
R205						X		
R169	X	X	X					
R56		X						
R206			X					

Рис. 25.

Кроме того, можно посмотреть данные по конкретному правилу или параметру, кликнув по нему два раза (рис. 26, рис. 27).

	Высота Ha0[root]	Площадь треугольника0[root]	Сторона a0[root]
R52	X	Y	X
R202			
R166	X		
R53	X	X	Y
R203			
R167	X		
R54			X
R204			
R168	X		
R55			Y
R205			
R169	X		
R56			X

Рис. 26.

	Высота Ha0[root]	Высота Hb0[root]	Высота Hc0[root]	Медиана Ma0[root]
R167	X	X	X	
R168	X	X	X	
R169	X	X	X	
R206			X	
R207			X	
R170	X	X	X	
R217			X	
R218			X	
R63			Y	
R64			X	
R65			X	
R66			Y	
R67			X	
R68			X	
R69			Y	
R70			X	
R71			X	
R165	X	X	X	
R166	X	X	X	

Рис. 27.

Графовое отображение

Программа поддерживает два вида графового отображения: упорядоченное и не упорядоченное, а также возможность масштабирования. В неупорядоченном виде визуализируется весь двудольный граф взаимосвязей в модели (рис. 28).

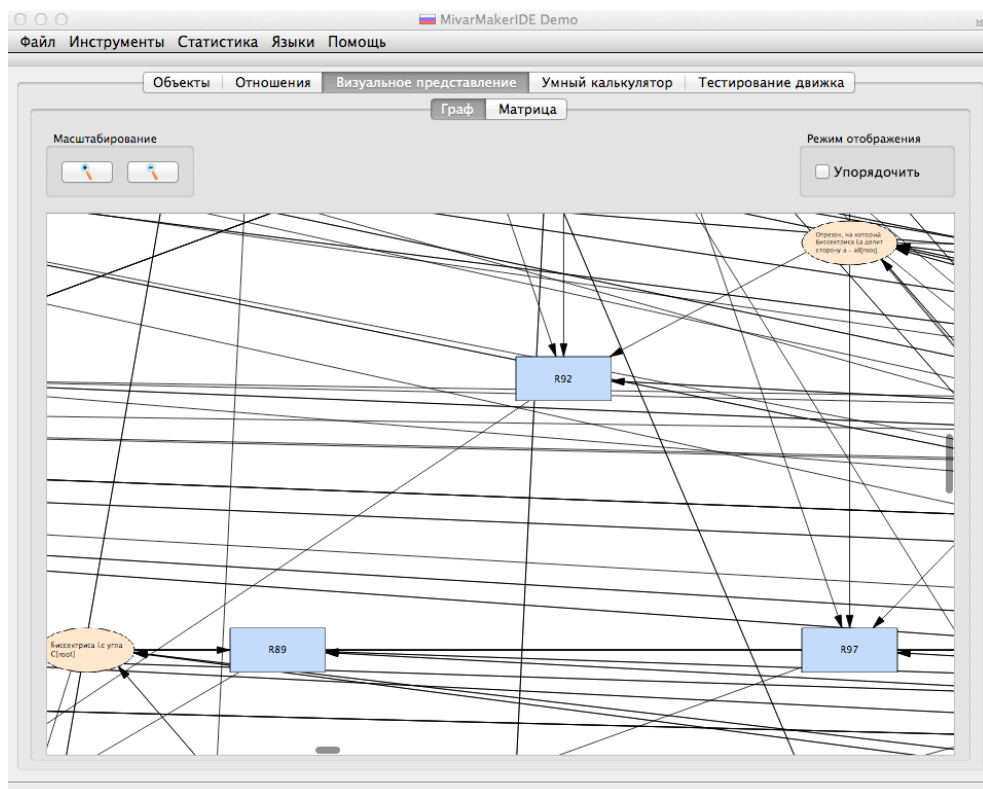


Рис. 28.

При щелчке по правилу отображаются все входящие и выходящие параметры, которые соединяются с правилом зелеными и красными стрелками соответственно. Щелчок по параметру показывает все связанные с ним правила и параметры (рис. 29).

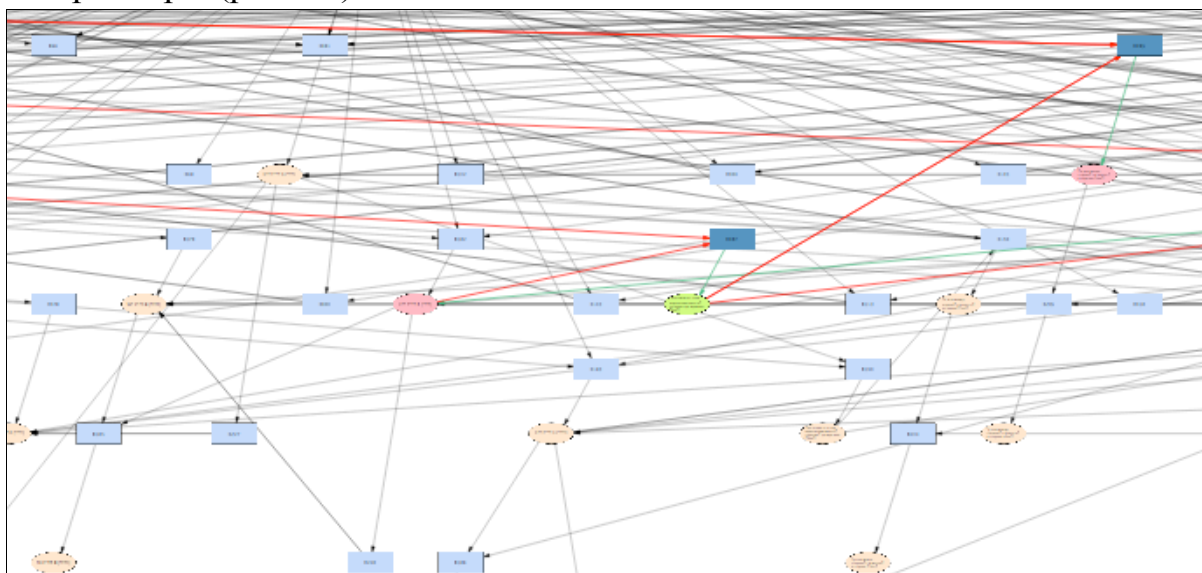


Рис. 29.

В случае упорядоченного отображения доступны функции добавления параметров и правил, а также отображение только классов, только параметров

или того и другого. Необходимое отображение можно выбрать в правой верхней части экрана, в выпадающем списке (рис. 30, рис. 31).

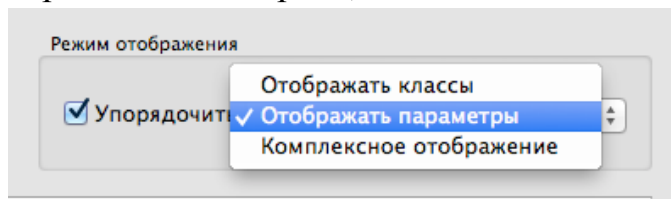


Рис. 30.

Входные параметры	Правила	Выходные параметры
Sin угла A [root]	R43	Sin угла A [root]
Sin угла B [root]	R44	Sin угла B [root]
Sin угла C [root]	R45	Sin угла C [root]
Cos угла A [root]	R140	Cos угла A [root]
Cos угла B [root]	R46	Cos угла B [root]
Cos угла C [root]	R141	Cos угла C [root]
tg угла A [root]	R47	tg угла A [root]
tg угла B [root]	R142	tg угла C [root]
	R48	tg угла A [root]
	R143	tg угла B [root]

Рис. 31.

Здесь также поддерживается возможность представления данных по конкретному параметру или правилу (рис. 32).

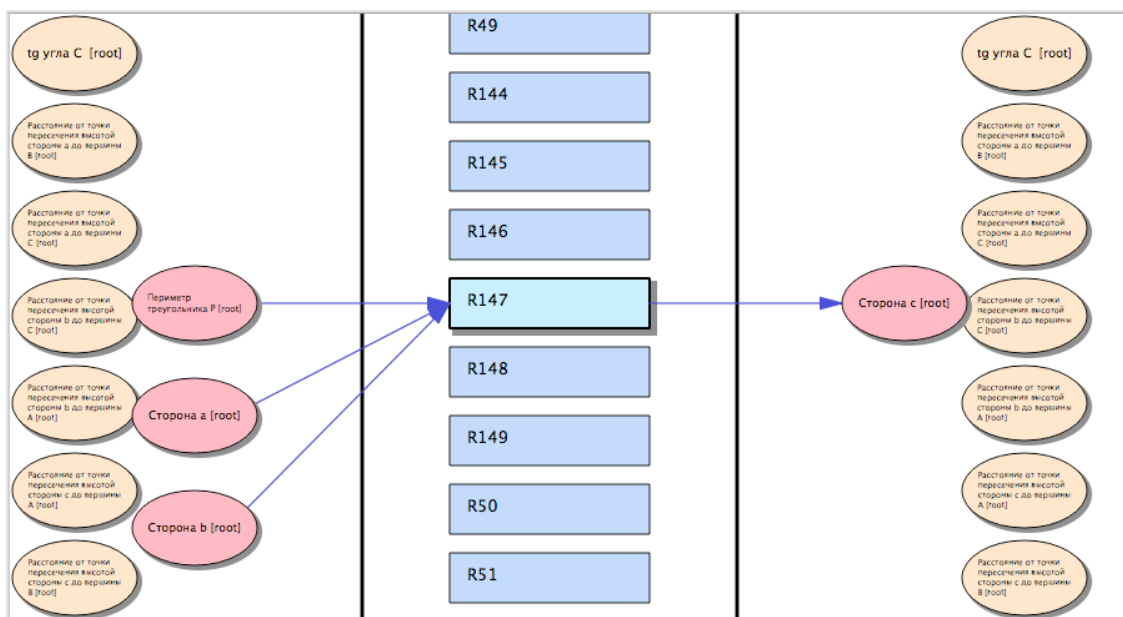


Рис. 32.

При выборе добавления объекта или связи (рис. 33) появляются диалоговые окна, где можно ввести всю необходимую информацию, после чего они появляются в конце списка.

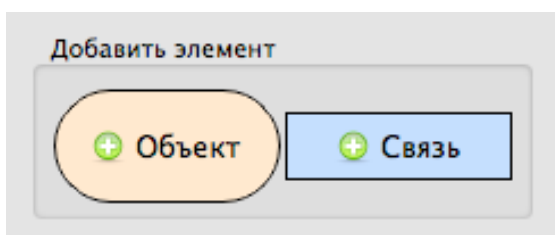


Рис. 33.

Заключение

Программный комплекс «ММС-УДАВ» (MivarModel Creator) сочетает в себе развитый пользовательский интерфейс для работы с экспертами, средства редактирования и настройки моделей, а также визуализацию всего процесса построения модели, анализ результатов моделирования, их интерпретацию и объяснение. Система объединяет и дополняет существующие подходы к разработке интеллектуальных АСУ (Автоматизированная система Управления) и АСОИ (Автоматизированная Система Обработки Информации) и может использоваться как: экспертная система, система управления процессами, система поддержки принятия решений, диагностики, а также проектирования и моделирования ситуаций.

Литература

1. Checkland P.B. Systems Thinking, Systems Practice. - New York: Wiley. 1981.
2. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. - М.: Радио и связь, 2002. - 288 С.
3. Варламов О.О. Системный анализ и синтез моделей данных и методы обработки информации в самоорганизующихся комплексах оперативной диагностики : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – М.: МАРТИТ, 2003. 307 с.
4. Варламов О.О. Обзор 25 лет развития миварного подхода к разработке интеллектуальных систем и создания искусственного интеллекта // Труды НИИР. 2011. № 1. С. 34-44.
5. Варламов О.О. Разработка линейного матричного метода определения маршрута логического вывода на адаптивной сети правил // Известия вузов. Электроника. 2002. № 6. С. 43-51.
6. Варламов О.О. Разработка адаптивного механизма логического вывода на эволюционной интерактивной сети гиперправил с мультиактивизаторами, управляемой потоком данных // Искусственный интеллект. 2002. № 3. С. 363-370.
7. Варламов О.О. Основы многомерного информационного развивающегося (миварного) пространства представления данных и правил // Информационные технологии, 2003. № 5. С. 42-47.
8. Варламов О.О. Разработка метода распараллеливания потокового множественного доступа к общей базе данных в условиях недопущения взаимного искажения данных // Информационные технологии. 2003. №1. С. 20-28.
9. Варламов О.О. Параллельная обработка потоков информации на основе виртуальных потоковых баз данных // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2003. № 5. С. 82-89.

10. Варламов О.О. Системный анализ и синтез моделей данных и методы обработки информации для создания самоорганизующихся комплексов оперативной диагностики // Искусственный интеллект. 2003. № 3. С. 299-305.
11. Варламов О.О. Системы обработки информации и взаимодействие групп мобильных роботов на основе миварного информационного пространства // Искусственный интеллект. 2004. № 4. С. 695-700.
12. Варламов О.О. Создание интеллектуальных систем на основе взаимодействия миварного информационного пространства и сервисно-ориентированной архитектуры // Искусственный интеллект. 2005. № 3. С. 13-17.
13. Варламов О.О. Анализ взаимосвязей GRID и САС ИБК, SOA и миварного подхода // Искусственный интеллект. 2005. № 4. С. 4-11.
14. Варламов О.О. О системном подходе к созданию модели компьютерных угроз и ее роли в обеспечении безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. 2006. Т. 62. № 7. С. 216-223.
15. Максимова А.Ю., Варламов О.О. Миварная экспертная система для распознавания образов на основе нечеткой классификации и моделирования различных предметных областей с автоматизированным расширением контекста // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2011. № 12. С. 77-87.
16. Варламов О.О. О необходимости перехода от теории искусственного интеллекта к разработке теории активного отражения // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2007. Т. 77. № 2. С. 89-95.
17. Варламов О.О. О возможности создания интеллектуальных систем на основе GRID, систем адаптивного синтеза ИБК, сервисно-ориентированной архитектуры и миварного информационного пространства // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. 2005. Т. 54. № 10. С. 130-140.
18. Владимиров А.Н., Варламов О.О., Носов А.В., Потапова Т.С. Программный комплекс "УДАВ": практическая реализация активного обучаемого логического вывода с линейной вычислительной сложностью на основе миварной сети правил // Труды НИИР. 2010. Т. 1. С. 108-116.
19. Варламов О.О. Миварные технологии: переход от продукций к двудольным миварным сетям и практическая реализация автоматического конструктора алгоритмов, управляемого потоком входных данных и обрабатывающего более трех миллионов продукционных правил // Искусственный интеллект. 2012. № 4. С. 11-33.
20. Варламов О.О. Практическая реализация линейной вычислительной сложности логического вывода на правилах "ЕСЛИ-ТО" в миварных сетях и обработка более трех миллионов правил // Автоматизация и

- управление в технических системах. – 2013. – № 1(3); [Электронный ресурс]. URL: <http://auts.esrae.ru/3-66> (дата обращения: 26.03.2013).
21. Варламов О.О., Чибирова М.О., Сергушин Г.С., Елисеев Д.В. "Облачная" реализация миварного универсального решателя задач на основе адаптивного активного логического вывода с линейной сложностью относительно правил "Если-То-Иначе" // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2(4). С. 7-23. [Электронный ресурс]. URL: auts.esrae.ru/4-78 (дата обращения: 26.05.2013).
 22. Варламов О.О., Сергушин Г.С., Елисеев Д.В., Адамова Л.Е., Майборода Ю.И., Антонов П.Д., Чибирова М.О. О миварном подходе к моделированию процессов понимания компьютерами смысла текстов, речи и образов. Новые возможности расширения границ автоматизации умственной деятельности человека. // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2(4); С. 30-45. [Электронный ресурс]. URL: auts.esrae.ru/4-80 (дата обращения: 26.05.2013).
 23. Сергушин Г.С., Варламов О.О., Чибирова М.О., Елисеев Д.В., Муравьева Е.А. Исследование возможностей информационного моделирования сложных систем управления технологическими процессами на основе миварных технологий // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2(4); С. 46-60. [Электронный ресурс]. URL: auts.esrae.ru/4-81 (дата обращения: 26.05.2013).
 24. Варламов О.О., Адамова Л.Е., Елисеев Д.В., Майборода Ю.И., Антонов П.Д., Сергушин Г.С., Чибирова М.О. Комплексное моделирование процессов понимания компьютерами смысла текстов, речи и образов на основе миварных технологий // Искусственный интеллект. – 2013. – № 4. – С. 15-27.
 25. Чибирова М.О., Сергушин Г.С., Варламов О.О., Елисеев Д.В., Хадиев А.М. и др. Реализация общедоступного миварного универсального решателя задач на основе адаптивного активного логического вывода с линейной сложностью и облачных технологий // Искусственный интеллект. – 2013. – № 3. – С. 512-523.
 26. Сергушин Г.С., Варламов О.О., Чибирова М.О., Елисеев Д.В., Муравьева Е.А. Информационное моделирование сложных автоматизированных систем управления технологическими процессами на основе миварных технологий // Искусственный интеллект. – 2013. – № 3. – С. 126-138.
 27. Варламов О.О., Чибирова М.О., Сергушин Г.С., Елисеев Д.В. Практическая реализация универсального решателя задач «УДАВ» с линейной сложностью логического вывода на основе миварного подхода и «облачных» технологий // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2013. – № 11. – С. 45-55.