

Р.К. Халкечев

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ОБЪЕКТНЫЙ ЯЗЫК ВИЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Предложен язык визуального моделирования, применяемый для разработки математических моделей. Данный язык, по сравнению со своими аналогами, сочетает в себе достоинства функционального и объектно-ориентированного подхода к разработке математических моделей, составляющих математического обеспечения автоматизированных систем управления.

Ключевые слова: автоматизированная система, научное исследование, визуальное моделирование, математическое моделирование, проектирование.

Среди существующих теоретических и практических проблем современного естествознания особое место занимает проблема разработки методов и средств математического моделирования трудноформализуемых объектов, для которых фундаментальные законы, вариационные принципы и иные строгие математические утверждения либо не известны, либо не существуют.

Для повышения эффективности разработки математических моделей трудноформализуемых объектов, используемых в математическом обеспечении автоматизированных систем управления, довольно часто применяются графические среды моделирования (типа Simulink, AMESim и др.). Подобные среды позволяют при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов, строить статические и динамические модели, включая дискретные, непрерывные и гибридные, нелинейные и разрывные системы. При этом каждому блоку соответствует вполне конкретная программная реализация соответствующей математической модели. В таком случае разработка математических моделей трудноформализуемых

объектов посредством графических сред моделирования сводится к выбору и объединению в ориентированный граф блоков из соответствующих библиотек (электросиловых, механических, гидравлических и др.). Если же какого-то блока нет в библиотеке, то пользователю предоставляется возможность разработать математическую модель самому и добавить ее в виде блока в соответствующую библиотеку.

Таким образом, в существующих графических средах моделирования используется функциональный подход к построению математических моделей. В тоже время, в случае разработки моделей для математического обеспечения автоматизированных систем управления, такой подход не является эффективным. Это связано с тем, что при разработке программного обеспечения в современных автоматизированных системах управления используется объектно-ориентированная парадигма. По этой причине разработчикам приходится решать проблемы интеграции программных реализаций функциональных математических моделей в объектно-ориентированную архитектуру программного обеспече-

ния автоматизированных систем управления, что в свою очередь приводит к увеличению времени выполнения и появлению излишних ошибок в кодах, соответствующих программных модулей.

В сложившейся ситуации приобретает актуальность разработки нового метода построения математических моделей, сочетающего достоинства как функционального, так и объектно-ориентированного подходов.

Такой метод должен предоставлять пользователю, независимый от графической среды моделирования определенный язык описания математических моделей как объектов, выполняющих некоторые функции. При этом данный язык для удобства разработчиков следует подчинить специально разработанному синтаксису, использующему ряд графических символов.

Таким образом, разработка математической модели трудноформализуемого объекта на основе предлагаемого функционально-объектного языка сводится к построению диаграммы, включающей объекты в виде математических моделей, связанных между собой отношением передачи потока управления.

В качестве графического символа объекта на диаграмме будем использовать блок в виде четырехугольника, отражающего существенные характеристики любой математической модели: имя, условия запуска, входные и выходные параметры (рис. 1).

Рассмотрим данный графический символ более подробно. У каждой математической модели должно быть уникальное имя в библиотеке блоков. Имя блока может состоять из любого числа букв, цифр и ряда знаков препинания. Имя может занимать несколько строк. На практике для именования блока следует использовать словосочетание «Математическая модель» и одно или несколько коротких существительных, взятых из предметной области моделируемой системы.

Входные параметры представляют собой все необходимые исходные данные для использования предлагаемой математической модели. В свою очередь выходные параметры являются результатом математического моделирования, осуществляемого программной реализацией данного блока. При этом разработчику необходимо указать типы данных входных и выходных параметров, определяющих множество возможных значений данных величин.

Условия запуска позволяют посредством логических выражений составлять диаграммы с элементами выбора. Только истинность всех логических выражений в блоке приводит к вычислению выходных параметров на основе предлагаемой математической модели.

Также необходимо отметить, что для каждого блока необходимо составить текстовое описание математической модели, включающее следующее обязательное разделы: реальный объ-

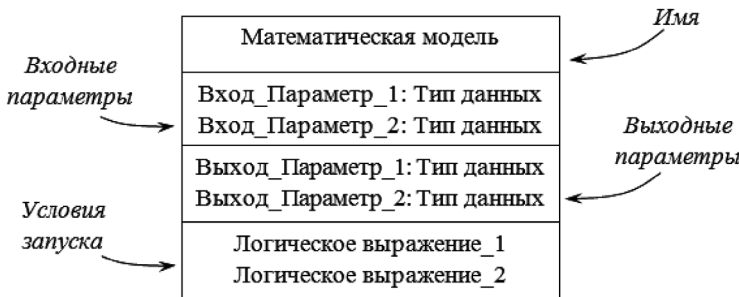


Рис. 1

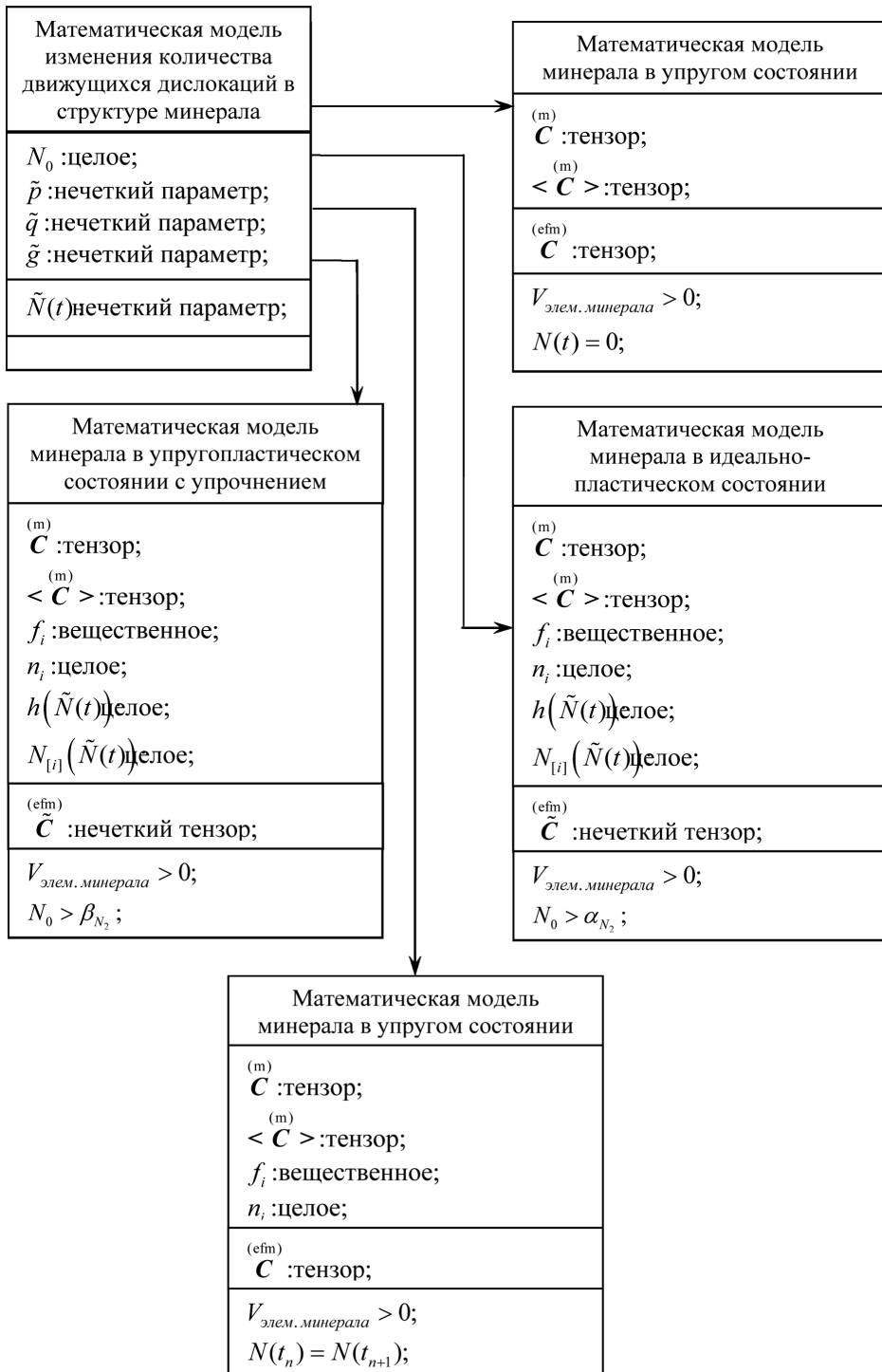


Рис. 2

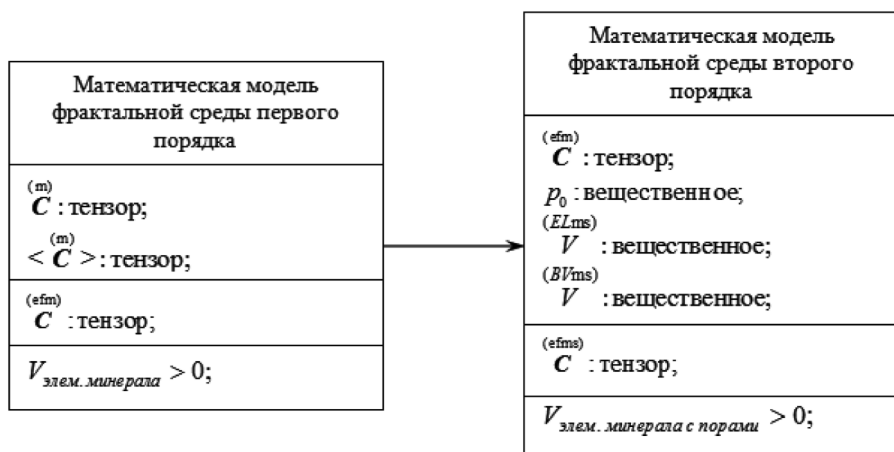


Рис. 3

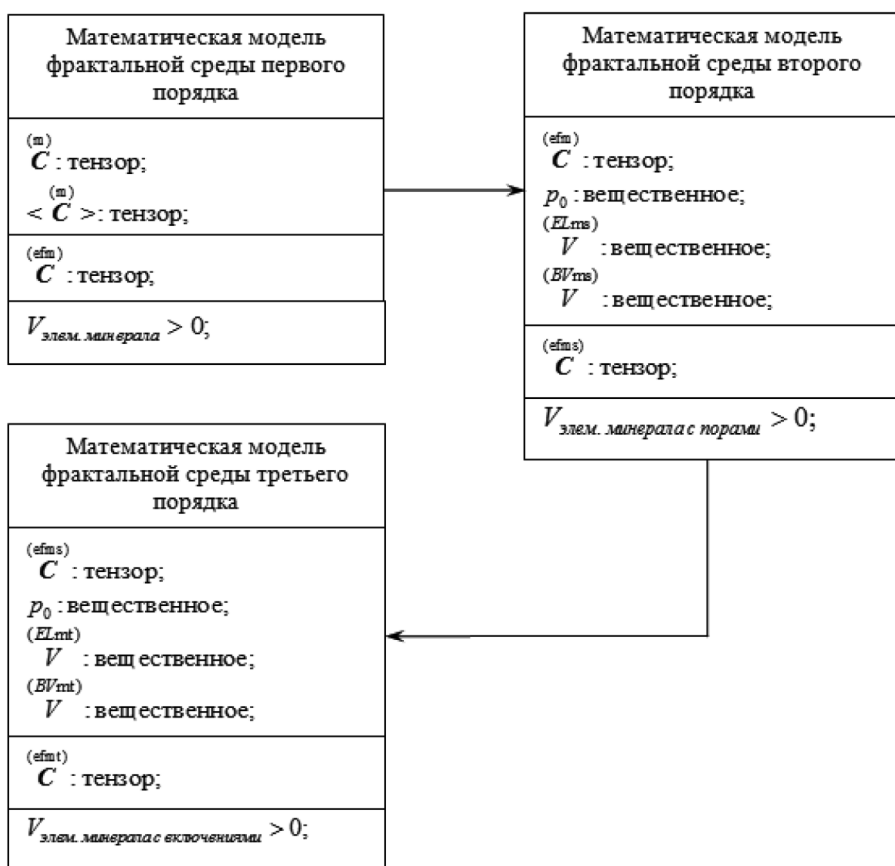


Рис. 4

ект, содержательная модель, построение математической модели, границы адекватности.

В первом разделе – реальный объект, указываются все типы объектов, для которых потенциально можно применить предлагаемую математическую модель.

Во втором разделе формулируются интересующие исследователя и иные связанные с ними свойства реального объекта на языке той или иной науки,

другими словами, строится механическая, либо физическая, либо химическая и т.п. модель объекта; такую модель принято называть содержательной [1]. При этом включение модели в ту или иную науку дает возможность применять законы и иные утверждения, установленные в этой науке. Естественно, что при построении содержательной модели необходимо отвлечься от различного рода неидеальностей изучаемого реального объекта

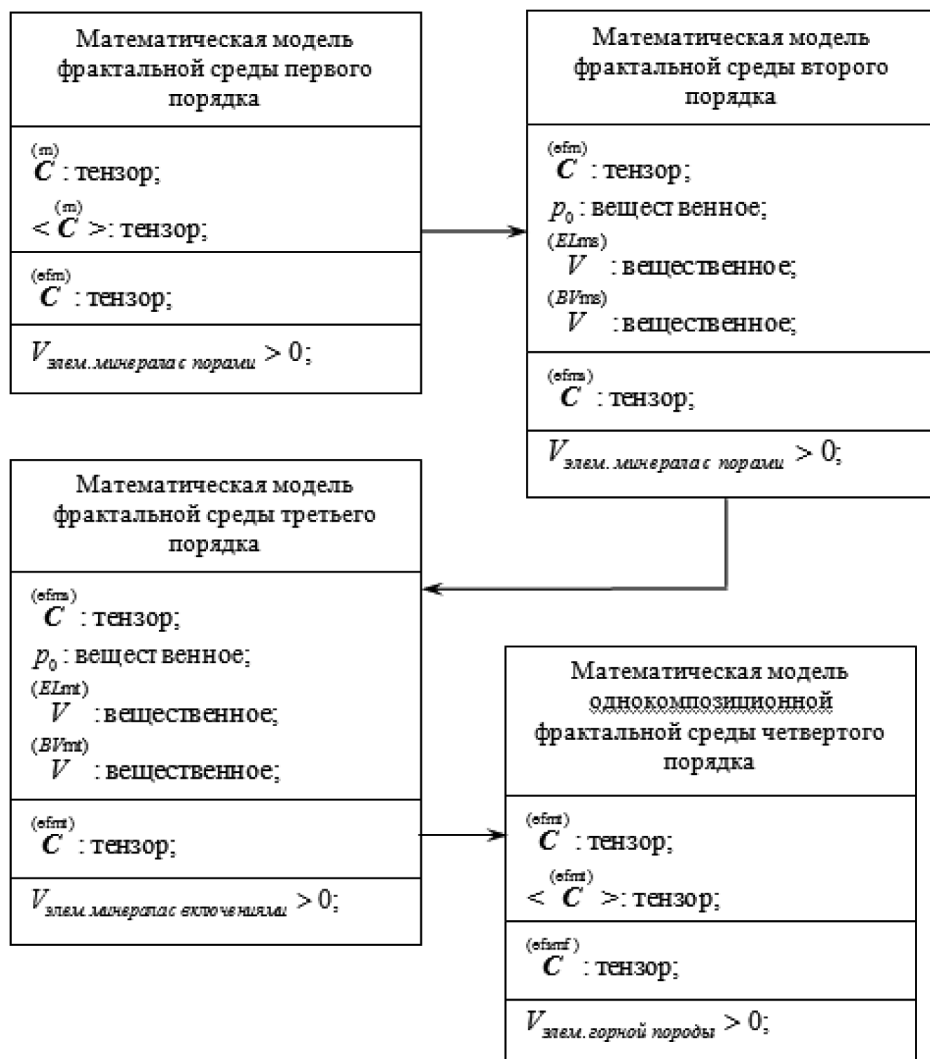


Рис. 5

(конечно, если эти неидеальности не являются сами предметом исследования), переходя к его упрощенному, схематическому описанию.

Например, при решении задач определения напряженно-деформированного состояния геоматериалов, раздел-содержательная модель будет описывать решения о возможности применения модели сплошной среды, ее однородности (или неоднородности), изотропности (или анизотропности) и др.

Следующий раздел текстового описания блока – построение и исследование математической модели. В нем на основе содержательной модели выписываются соответствующие уравнения или как-то иначе осуществляется перевод ее на формальный математический язык.

Важнейшим требованием математической модели является требование ее адекватности (правильного соответствия) изучаемому реальному объекту относительно выбранной системы его свойств. При этом, прежде всего понимается правильное качественное и количественное описание рассматриваемых свойств объекта [2]. Именно по этой причине в последнем заключительном разделе текстового описания блока указываются ограничения, в рамках которых рассматриваемая модель является адекватной.

И наконец, последним важнейшим элементом диаграммы являются связи. Они предназначены для описания передачи потока управления между

блоками, соответствующим математическим моделям.

Представим с помощью предложенного функционально-объектного языка визуального моделирования математические модели определения деформационных свойств геоматериалов [3–6], включенные как библиотеки в математическом обеспечении автоматизированной системы научных исследований физических процессов горного производства.

Используя математическую модель изменения количества движущихся дислокаций в структуре минерала [7] можно объединить математические модели, представленные в [3–5], в одну единую составную математическую модель, описывающую минерал в различных деформационных состояниях (рис. 2).

В свою очередь математическую модель минерала с газонаполненными (или наполненными жидкостью) порами относительно деформационных свойств можно представить в виде, изображенном на рис. 3.

Математическую модель минерала с газонаполненными (или наполненными жидкостью) включениями относительно деформационных свойств согласно предложенному языку визуального моделирования можно изобразить следующим образом (рис. 4).

Математическая модель мономинеральной горной породы относительно деформационных свойств представлена на рис. 5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: Физматлит, 1994. – 192 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. – М.: Наука, Физматлит, 1997. – 320 с.
3. Халкечев Р.К. Мультифрактальная модель с масштабом неоднородности эффективных упругих свойств газосодержащих

породных массивов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2012. – № 3. – С. 68–70.

4. Халкечев Р.К. Математическая модель эффективных упругих свойств газосодержащих породных массивов мультифрактальной структуры // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельные статьи

(специальный выпуск). Методы математического моделирования в горной промышленности. – 2011. – № 12. – С. 7–12.

5. Халкечев Р.К. Разработка метода усреднения упругих свойств геоматериалов на основе теории мультифрактального моделирования // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2012. – № 3. – С. 17–21.

6. Халкечев Р.К. Теоретические основы мультифрактального моделирования трудноформализуемых объектов // Горный информационно-аналитический бюллетень.

Отдельные статьи (специальный выпуск) Прикладная и промышленная математика. – 2013. – № 9. – С. 8–16.

7. Халкечев Р.К. Нечеткий тензор как основа для определения деформационных свойств природного мультифрактального объекта в упругопластическом состоянии с упрочнением // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельные статьи (специальный выпуск). Прикладная и промышленная математика. – 2013. – № 9. – С. 16–19. **ИДБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Халкечев Руслан Кемалович – кандидат физико-математических наук, доцент, e-mail: syrus@list.ru, МГИ НИТУ «МИСиС».

UDC 004.9; 004.41; 51–74; 622

FUNCTIONAL AND OBJECT LANGUAGE OF VISUAL MODELLING AS BASIS FOR SOFTWARE DEVELOPMENT OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

Khalkechev R.K., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, e-mail: syrus@list.ru, Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.

In the presented article the language of visual modeling applied to development of compound mathematical models is offered. This language, in comparison with the analogs, combines advantages of functional and object-oriented approach to development of mathematical models, components mathematical providing automated control systems.

Key words: the automated system, scientific research, visual modeling, mathematical modeling, design.

REFERENCES

1. Myshkis A.D. *Elementy teorii matematicheskikh modeley* (Elements of the theory of mathematical models), Moscow, Fizmatlit, 1994, 192 p.
2. Samarskiy A.A., Mikhaylov A.P. *Matematicheskoe modelirovanie* (Mathematical modeling), Moscow, Nauka, Fizmatlit, 1997, 320 p.
4. Khalkechev R.K. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskie nauki*. 2012, no 3, pp. 68–70.
2. Khalkechev R.K. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special edition. *Metody matematicheskogo modelirovaniya v gornoy promyshlennosti*. 2011, no 12, pp. 7–12.
3. Khalkechev R.K. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2012, no 3, pp. 17–21.
1. Khalkechev R.K. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special edition. *Prikladnaya i promyshlennaya matematika*. 2013, no 9, pp. 8–16.
7. Khalkechev R.K. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special edition. *Prikladnaya i promyshlennaya matematika*. 2013, no 9, pp. 16–19.

