

OIL INDUSTRY

**НЕФТЯНОЕ
ХОЗЯЙСТВО**

**АПРЕЛЬ
APRIL**

4'98



ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1920 ГОДУ

Интеллектуальный графический интерфейс для моделирования вычислений технико-экономических показателей вариантов разработки нефтегазовых месторождений

Ю.Г.Богаткина,
И.А.Пономарева,
Н.А.Еремин (ИПНГ РАН),
Л.А.Овчаров
(ГАНГ им. И.М.Губкина)

Intellectual graphic interface for modelling of technical-economical factors of development scenarios for oil and gas fields

Y.G.Bogatkina, I.A.Ponomareva,
N.A.Eremin (IPNG RAN),
L.A.Ovcharov
(GANG under I.M.Gubkin)

Suggested is a mathematical model of conducting man-to-computer dialog and its practical realization through utilization of intellectual graphic interface for computer modelling of analytical calculations of technical-economical factors of development scenarios.

В последнее время большое значение при создании диалоговых компьютерных систем стали иметь информационные технологии, основанные на теории и методах искусственного интеллекта. Опыт их разработки [1] показывает, что для максимальной психологической и семантической совместимости конечного пользователя и компьютерной системы необходима организация ведения диалога пользователя с персональным компьютером (ПК) в понятной и доступной форме.

Для достижения этой цели наиболее эффективным является создание интеллектуальных графических интерфейсов, с помощью которых можно наглядно представлять содержательную информацию экспертов о решаемой проблеме. Например, графически можно показать связь между различными моделируемыми объектами, взаимодействие которых подлежит подробному анализу на компьютере. В теории построения сложных систем совокупность знаний об исследуемых объектах во многих случаях представляется в виде сетевых семантических графов или древовидных семантических графов [2]. При этом предполагается, что

сложность структуры таких моделей может постепенно наращиваться по мере получения более точной и полной информации о решаемой задаче.

В данной статье на основе указанных положений предлагается рассмотреть модель ведения человеко-машинного диалога и ее практическую реализацию с помощью интеллектуального графического интерфейса для моделирования аналитических расчетов технико-экономических показателей вариантов разработки нефтегазовых месторождений [3,4].

Покажем некоторые особенности модели ведения диалога. Будем считать, что исходная проектируемая система расчетов - множество $S(M,t)$ - является базовой и формируется на определенном множестве расчетных технико-экономических показателей - аналитических зависимостей (моделей) M , создаваемых пользователем в течение времени t ,

$$M = (M_1, M_2, \dots, M_k), \quad (1)$$

где M_k - определенная модель расчетов.

При этом элементом множества $S(M,t)$ может являться некоторая система S_i , полученная операторным преобразованием

$$S_i = f_i(M,t), \quad (2)$$

где f_i - оператор преобразования множества M в систему S_i за время t .

В дальнейшем возможно постепенное наращивание сложности системы расчетов пользователями диалоговой компьютерной системы. При этом дополнительные подсистемы, множества - $S(\bar{M}, \Delta t)$, сформированные за время Δt на множестве моделей \bar{M} (математических зависимостей, не входящих в базовую систему расчетов), аддитивно встраиваются в систему $S(M,t)$,

$$\bar{M} = (\bar{M}_1, \bar{M}_2, \dots, \bar{M}_n), \quad (3)$$

где \bar{M}_n - определенная модель расчетов, не входящая в базовую систему $S(M,t)$. Элементом множества $S(\bar{M}, \Delta t)$ может являться некоторая система S_j , полученная операторным преобразованием

$$S_j = f_j(\bar{M}, \Delta t), \quad (4)$$

где f_j - оператор преобразования множества \bar{M} в систему S_j за время Δt .

В результате такого наращивания получается модифицированная система - множество $S(M', t')$ на расширенном множестве математических зависимостей M' , сформированных за время $t' = t + \Delta t$,

$$S(M', t') = S(M, t) \cup S(\bar{M}, \Delta t). \quad (5)$$

Множество подмоделей \bar{M} является конечным, а аддитивное наращивание базовой

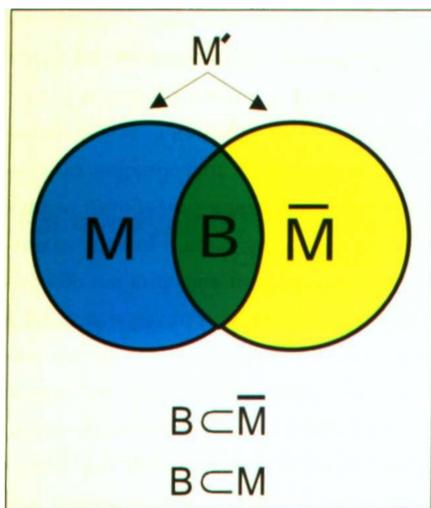


Рис. 1. Графическая иллюстрация модели ведения диалога

вой системы $S(M, t)$ не предполагает изменения структурных связей, существовавших до момента дополнения.

Проиллюстрируем это с помощью рис. 1, из которого видно, что множество M' решений задачи включает общее множество B ($B = M \cap \bar{M}$), определяющее точки аддитивного перехода от базовой системы - множества $S(M, t)$ к множеству $S(\bar{M}, \Delta t)$,

$$B = (B_1, B_2, \dots, B_k), \quad (6)$$

где B_k - определенное множество точек перехода от базовой системы $S(M, t)$ к дополнительной системе $S(\bar{M}, \Delta t)$.

Покажем практическую реализацию механизма ведения такого диалога (рис. 2).

Применяемый при этом метод пошаговой детализации математической модели (следование от "общего к частному") предполагает ее представление в виде двудольного графа с двумя типами вершин:

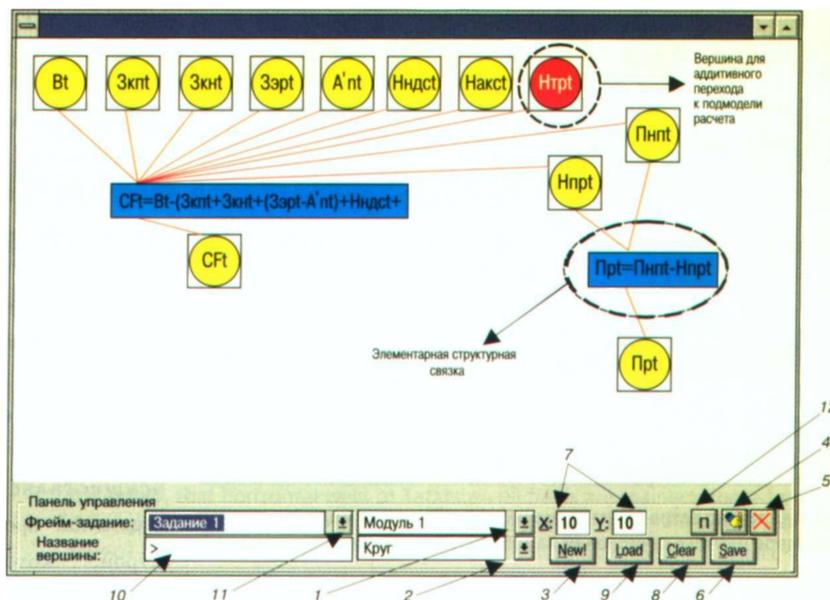


Рис. 2. Графический интерфейс для моделирования аналитических вычислений технико-экономических показателей вариантов разработки нефтегазовых месторождений:

1 - панель для выбора номера модуля (расчетного алгоритма); 2 - панель для выбора типа вершины; 3 - кнопка для создания нового модуля; 4 - кнопка для режима установки связи между вершинами; 5 - кнопка для режима удаления связи между вершинами; 6 - кнопка для сохранения модуля; 7 - координаты активного объекта (вершины); 8 - кнопка для очистки экрана; 9 - кнопка для загрузки модуля; 10 - поле для ввода названия вершины; 11 - панель с набором заданий для построения единого алгоритма расчета; 12 - кнопка для активизации процедуры сборки модулей в единую расчетную программу

✓ **вершины-параметры**, которые могут играть роль рецепторов - приемников геолого-технологической и экономической информации, а также быть промежуточными или терминальными вершинами, содержащими результаты вычислений прогнозных технико-экономических показателей вариантов разработки месторождений;

✓ **вершины-отношения**, которые предназначены для хранения формальных зависимостей между параметрами математической модели; при этом под формальной зависимостью понимается определенная формула для расчета технико-экономического показателя.

Работа с системой складывается из следующих этапов :

- ✓ формирование формальных отношений между параметрами математической модели;
- ✓ объединение их в единую базовую семантическую структуру;
- ✓ проверка правильности построения базовой структуры;
- ✓ детализация исходной семантической структуры с помощью аддитивно-встраиваемых дополнительных моделей (если это необходимо);
- ✓ проверка правильности построения дополненной модели (сети);
- ✓ сохранение сформированных структур в виде отдельных модулей - алгоритмов решения задачи.

Формирование семантических связей между параметрами математической модели осуществляется в несколько этапов. Если построение модели начинается с нуля, то необходимо указать базовый набор элементов (геолого-технологических и экономических показателей) предполагаемой структуры. Для этого с помощью специальных, встроенных в диалоговую систему инструментальных программных средств (используется

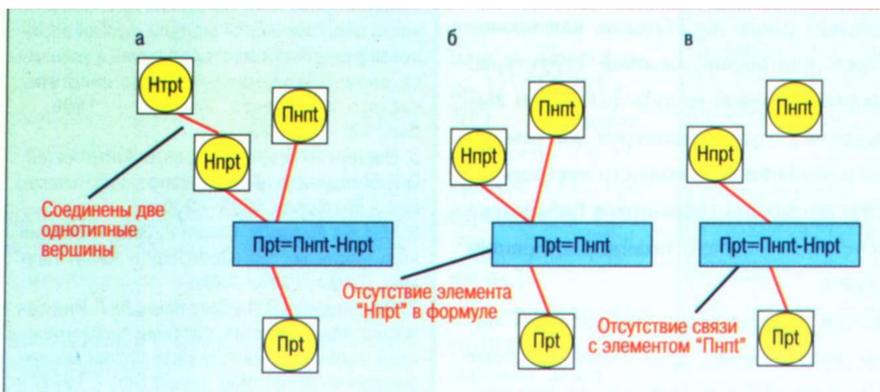


Рис. 3. Примеры допускаемых пользователем ошибок при построении семантического графа

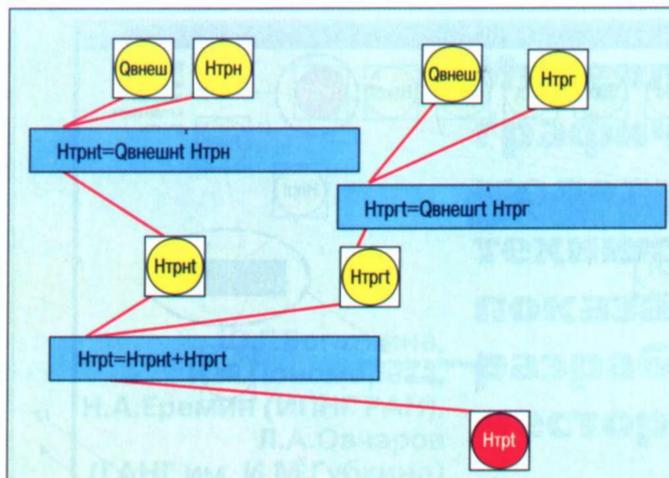


Рис. 4. Аддитивно встраиваемая подсистема в базовую модель расчетов (на примере расчета отчислений на транспорт продукции)

CASE-WorkBench технология - "станки для производства программ"), формируется набор графических объектов - вершин моделируемой сети. Вершины-кружки представляют собой параметры математической модели, вершины-прямоугольники - математические зависимости (отношения) между параметрами. Элементарной сетью (графом) будет являться структурная связка, состоящая из вершин-параметров и объединяющей их в единый узел вершины-отношения (см.рис.2.). При этом каждая моделируемая связка должна сохраняться в библиотеке расчетных модулей (алгоритмов решения задачи) и иметь свое уникальное имя. Таким образом, соединяя эти элементы между собой по правилу построения двудольного графа [5], можем сформировать исходную базовую математическую модель расчетов. Прежде чем дать этой структуре уникальное имя и сохранить ее в библиотеке расчетных модулей, необходимо проверить правильность построения модели. Эта процедура осуществляется автоматически самой диалоговой системой после того, как модель будет сформирована.

В случае неверного построения графа система отмечает на нем точки, где пользователем допущена ошибка. Например, на экран выдаются текстовые сообщения, если соединены две однотипные вершины или допущена ошибка в записи математической формулы. Покажем, что в первую очередь, компьютерная система проводит семантический анализ модели.

входит в набор стандартных компонентов современного объектно-ориентированного программного обеспечения [6].

Иногда может возникнуть необходимость детализации (разукрупнения) базовой модели расчетов при получении более полной информации о решаемой задаче. При этом в исходную аналитическую модель включаются дополнительные математические зависимости. Чтобы не нарушать целостности этой структуры, в системе предусмотрен механизм аддитивного наращивания исходной модели. Покажем, как осуществляется практическая реализация этого механизма в режиме диалога.

Пользователем отмечается необходимая вершина-параметр (не обязательно терминальная), через которую будет осуществляться связь с дополнительным расчетным модулем (см. рис. 2,4.). После этого система очистит экран и пользователю будет предоставлена возможность сформировать дополнительную математическую модель (семантический подграф) таким же образом, как проводилось построение базовой структуры. Сформированный модуль (алгоритм вычислений) будет проверен системой программой на правильность построения, затем его можно сохранить в библиотеке расчетных модулей под определенным именем.

Когда сформирован необходимый набор алгоритмов, диалоговой системе можно указать команду-запрос для проведения необходимых вычислений. При

этом автоматически формируется расчетная программа, структура которой будет сформирована с учетом объема и содержания исходной экономической и геолого-технологической информации по стадиям проектирования разработки нефтегазовых месторождений. По мере накопления более полной информации об объекте исследований (участок, пласт, месторождение) к исходному алгоритму вычислений, сформированному на основе базовой аналитической модели расчетов, автоматически будут добавляться дополнительные расчетные программные модули.

В заключение отметим, что рассмотренные в статье модель ведения человеко-машинного диалога и ее практическая реализация с помощью интеллектуального графического интерфейса легли в основу создания компьютерной информационно-расчетной системы для решения задачи долгосрочного прогнозирования и оценки технико-экономических показателей вариантов разработки нефтегазовых месторождений [7].

...

Список литературы.

1. *Проблемно-ориентированные диалоговые среды*/ П.И.Сосин, Н.Г.Ярушкина, О.Н.Евсеева, А.Ю.Левицкий. - Саратов: Саратовский университет, 1995. - 100 с.
2. *Поспелов Г.С. Искусственный интеллект - основа новой информационной технологии.* - М.: Наука, 1988. - 150 с.
3. *О методе системной оценки эффективности разработки крупных месторождений*/ Ю.Г.Богаткина, Т.Ю.Бочкарева, Н.А.Еремин, А.Т.Панарин//Нефтяное хозяйство.- 1995.- № 1-2. - С.16-19.
4. *Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г. Особенности экономической модели оценки вариантов разработки месторождений в условиях рынка*//Экономика-топливно-энергетического комплекса России. - 1996. - Вып. 12. - С. 35-38.
5. *Лекции по теории графов*/В.А.Емиличев, О.И.Мельников, В.И.Сарванов, Р.И.Тышкевич. - М.: Наука, 1990. - 200 с.
6. *Чарльз Килверт. Delphi 2. Энциклопедия пользователя.* "ДиаСофтЛтд". - Киев: Наукова Думка, 1996. - 180 с.
7. *Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г. Информационно-расчетная система экономической оценки вариантов разработки месторождений*//Нефтяное хозяйство. - 1997. - № 2.-С. 4-6.