

ЭКОНОМИКА

УДК: 004:330.322:622.276

ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Ю.Г. Богаткина, Н.А. Еремин, В.Н. Лындин

Современная оценка технико-экономической эффективности нефтегазового проекта предполагает построение определенной экономико-математической модели расчета, а также анализ критериев проекта, основанных на множестве прогнозных технологических показателей по разрабатываемым пластам и месторождению в целом. Разработанная с этой целью автоматизированная система послужила основой для теоретических и прикладных исследований в области применения экономического моделирования и современных информационных технологий.

Ключевые слова: интеллектуальные технологии, инженерия знаний, теория искусственного интеллекта, теория ситуационного управления, процедурные знания.

Нефть и газ относятся к числу важнейших невозобновляемых полезных ископаемых, извлечение которых из недр становится все более трудоемким и дорогостоящим производством.

Эффективность освоения запасов природных углеводородов может быть определена только на основе их технико-экономической оценки. Совершенно очевидно, что ни одна нефтяная компания не будет разрабатывать нерентабельные запасы. В связи с этим все большую значимость приобретает применение эффективных методов аналитических исследований в области технико-экономической оценки разработки месторождений нефти и газа в нефтегазовых инвестиционных проектах в автоматизированном режиме.

Учитывая экономику разработки месторождений, можно определить, какие эксплуатационные объекты, залежи, даже отдельные скважины нерентабельны и почему. На сегодняшний момент нефтяные компании занимаются выборочной отработкой запасов, что может привести к их безвозвратной потере. Предполагается, что в государственном балансе запасы бу-

дуг разделены на технологически извлекаемые и рентабельно извлекаемые. Такое разделение позволит увидеть как технологическую эффективность бурения новых скважин и геолого-технических мероприятий, так и экономическую эффективность разработки месторождений. На основе объективной картины технико-экономической оценки месторождений должна корректироваться и оптимальная модель налогообложения, которая должна учитывать как интересы государства, так и интересы нефтегазодобывающих компаний и инвесторов. Также потребуется введение вероятностных оценок устойчивости и риска нефтегазовых инвестиционных проектов для разных категорий запасов.

Разработанная методика комплексной технико-экономической оценки эффективности разработки нефтегазовых месторождений послужила основой для теоретических и прикладных исследований в области применения математического моделирования и современных цифровых технологий [1–4].

Отметим, что сложность математического моделирования в проектах разработки месторождений заключается в начальном сборе информации и постоянном ее обновлении, так как каждое месторождение индивидуально и имеет свои геолого-технологические особенности разработки, различные варианты и нормативы капитальных и эксплуатационных затрат, а также налоговые модели. Структура технико-экономических вычислений является иерархической и может меняться в зависимости от степени изученности и разведанности месторождений, а так же от возможного изменения объемов и содержания исходной геолого-технологической и экономической информации.

Возросший объем аналитических работ по месторождениям, находящимся в разработке, предопределили создание модели информационной базы данных (БД) для экономической оценки месторождений. В связи с этим была разработана БД удельных затрат предприятия (капитальных, эксплуатационных, а также налогов) с возможностью функционирования информационной модели в отраслевой системе (рис. 1, 2).

Для обоснования целесообразности ввода месторождения (залежи, пласта) в промышленное освоение и для проведения по ним гидродинамических расчетов по технологическим вариантам была разработана методика оценки запасов по экспресс-методу [2]. Методика позволяет экономически оценить эффективность разработки нефтяных объектов на основе расчета величины предельно рентабельных запасов на новую добывающую скважину. Полученное значение критерия сопоставляется с количеством извлекаемых запасов, которые дадут добывающие скважины на анализируемом месторождении (пласте). Дополнительными критериями оценки являются величина предельно рентабельного дебита новой скважины и предельно рентабельная величина эффективной нефтенасыщенной толщины пласта.

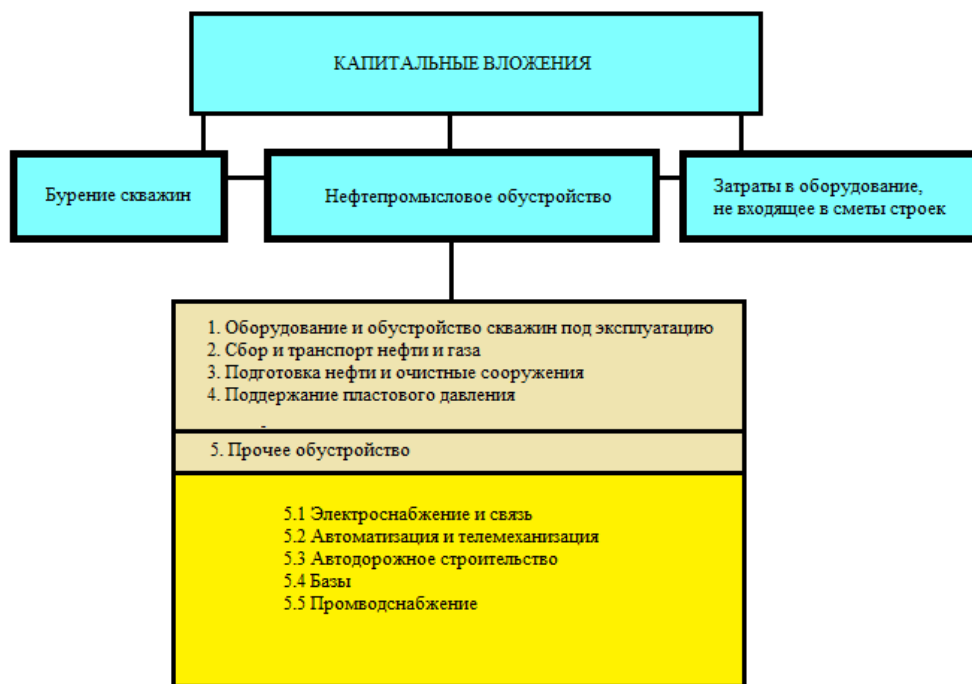


Рис. 1. Структура БД по капитальным вложениям



Рис. 2. Структура БД по эксплуатационным затратам

При наличии исходной геолого-технологической информации, представляемой в динамике по годам разработки месторождений, применяются прогнозные модели экономической оценки входящие в экономическую методику [1]. Модель расчетов экономических показателей и критерии оценки вариантов разработки показана на рис. 3. Модели учитывают принадлежность месторождений, пластов, эксплуатационных объектов к двум основным группам. Это новые месторождения, пласты и объекты с растущей до-

бычей и «старые» разрабатываемые, со снижающейся добычей нефти (газа) и возможными ее приростами за счет методов повышения коэффициента извлечения нефти, идущими на компенсацию падения добычи.

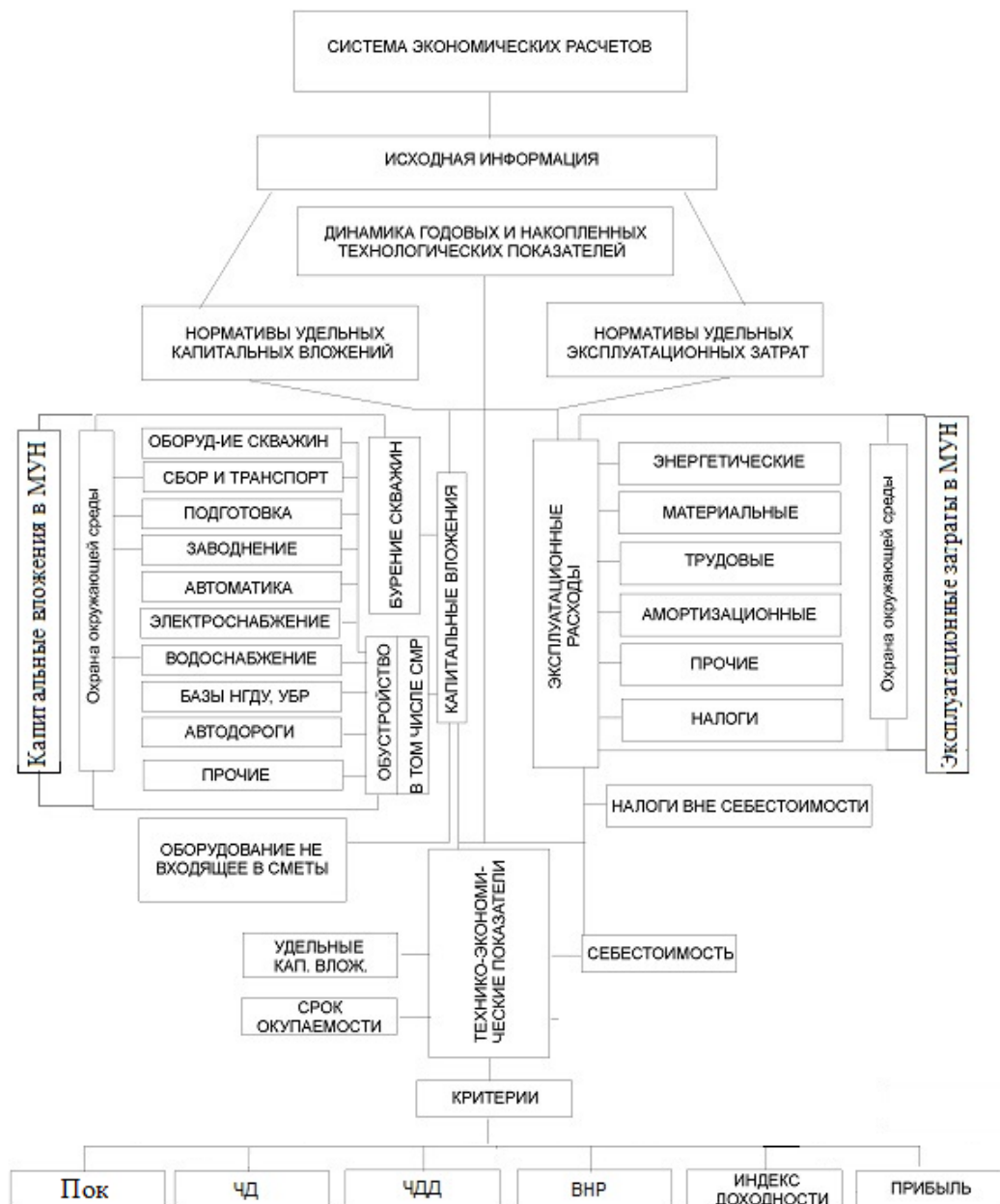


Рис. 3. Схема расчета прогнозных технико-экономических показателей

Эти группы месторождений требуют разной глубины проработок, методов расчета экономических показателей, нормативно-информационной базы, условий сопоставления и оценки эффективности вариантов разработки. При этом по разрабатываемым «старым» месторождениям экономической оценке подлежат только остаточные запасы на момент составления проекта, включая вариант с новыми методами повышения нефтеотдачи.

Одной из важнейших направлений государственного регулирования является установление оптимальной системы налогообложения в нефтегазодобыче. Оптимальный уровень налогов должен обеспечивать решение нескольких задач. Во-первых, необходимо учесть интересы государства как собственника недр. Во-вторых, обеспечить заинтересованность со стороны частных компаний. В-третьих, создать условия для эффективной работы системы недропользования при условии максимизации чистого дисконтированного дохода (ЧДД) предприятия.

Исследователи выделяют два основных признака эффективной системы налогообложения.

1. Экономическая эффективность. Это значит, что при разработке месторождения должны использоваться самые современные технологии, которые позволят недропользователю достичь оптимальной динамики добычи и извлечь максимально возможное количество нефти.

2. Гибкость. Самым простым способом повысить гибкость налоговой системы является дифференцирование ставок налогов в зависимости от уровня добычи и цен. Налоговая система в идеале должна быть такой, чтобы ее не приходилось пересматривать при изменении ценовой конъюнктуры. В противном случае ее придется периодически пересматривать. Стабильность налоговой системы в нефтедобыче особенно важна из-за высокой капиталоемкости производства, больших сроков окупаемости проектов, высоких геологических рисков, связанных с неопределенностью объемов и качества запасов, а также высокой изменчивостью цен на нефть.

Ряд налоговых режимов одних из крупнейших нефтегазодобывающих стран были использованы в методике, как инструмент для формирования наиболее эффективных вариантов разработки месторождений с использованием механизмов цифрового интеллектуального моделирования. Экономические особенности оценки нефтегазовых месторождений являются методическими указаниями для составления технологических схем и проектов разработки месторождений природных углеводородов.

Еще одна проблема - организация финансирования нефтегазовых инвестиционных проектов, которая направлена на вложение значительных денежных средств в разработку месторождений природных углеводородов (рис. 4). Отдельно отметим проектное финансирование [10]. Это вид финансирования проектов, при котором денежные средства берутся в долг у банка. При этом в виде залога выступают будущие денежные потоки, то есть доходы от проекта, а также активы, которые планируется приобрести по мере реализации. Источником погашения задолженности в этом методе являются потоки реальных денег (чистый доход), получаемые в результате реализации инвестиционного проекта. Разработанная модель была заложена в отраслевую автоматизированную систему.

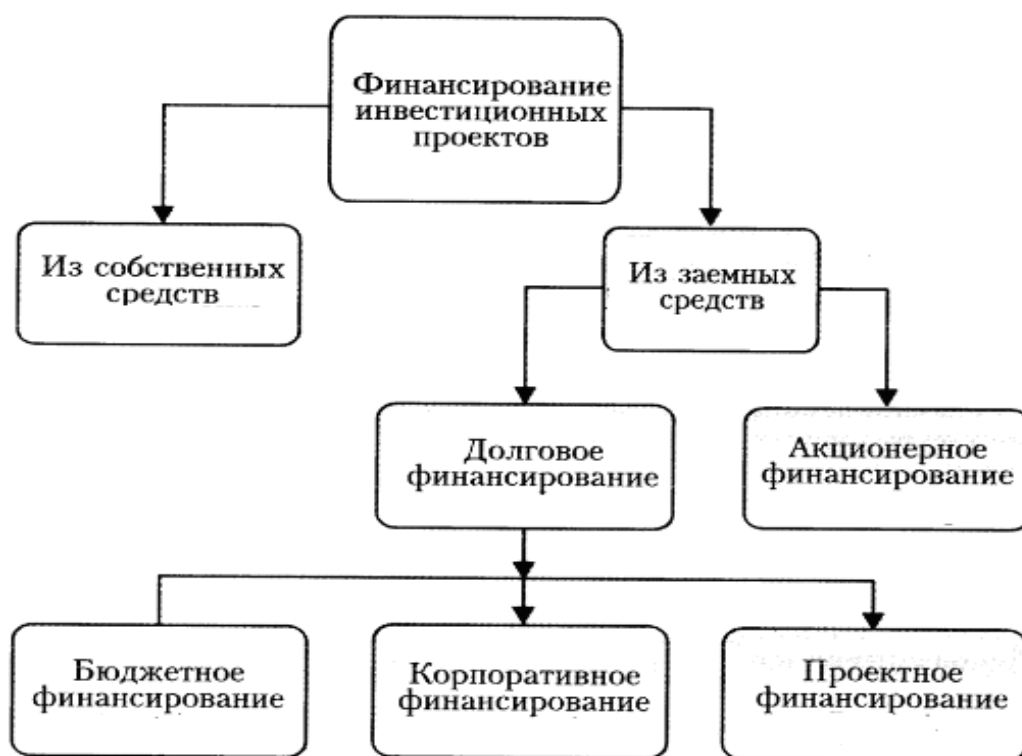


Рис. 4. Укрупненная классификация механизмов финансирования нефтегазовых проектов

Практика проведения и экономической оценки нефтегазовых инвестиционных проектов (ИП) свидетельствует о необходимости всестороннего учета факторов неопределенности. Нефтегазовый проект месторождения характеризуется множеством факторов неопределенности. Видится, что применение модели основанной на теории нечетких множеств (ТНМ) позволит в какой-то степени решить эту проблему, формируя полный спектр сценариев по оценке инвестиционного проекта [4].

На основании множества нечетких чисел для анализа эффективности инвестиционного проекта строится треугольная функция принадлежности ($\mu(\alpha_1)$) нечеткого числа ЧДД и определяется математическое ожидание этого показателя (рис. 5).

Для планирования будущих результатов по ИП связанных с неопределенностью и для оценки риска инвестиций, можно использовать показатель риска $V\&M$, разработанный на основе нечеткой логики (Модель Недосекина) (рис. 6). Чем выше этот показатель, тем меньше риск.

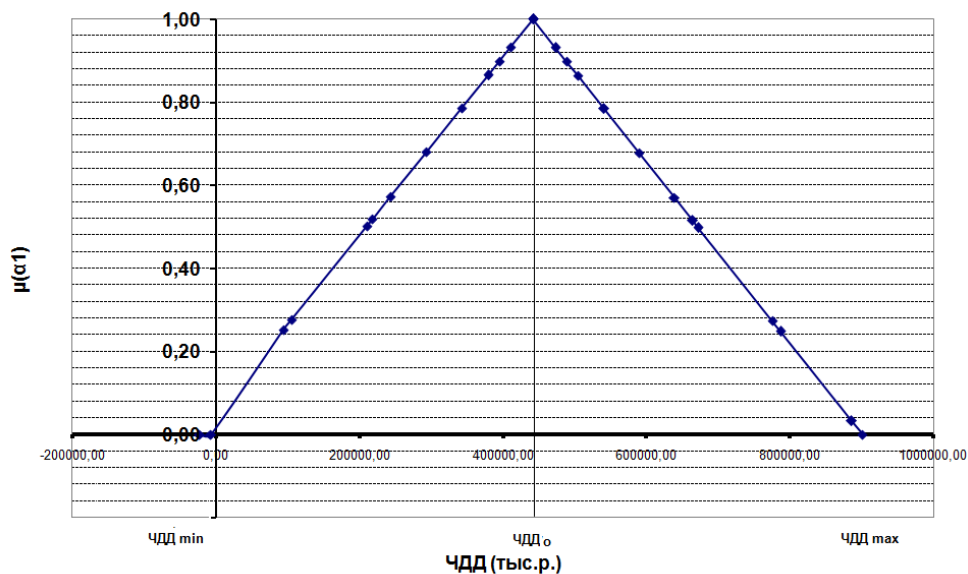


Рис. 5. Треугольная функция принадлежности нечеткого числа ЧДД по варианту оценки эффективности Мусюришорского месторождения

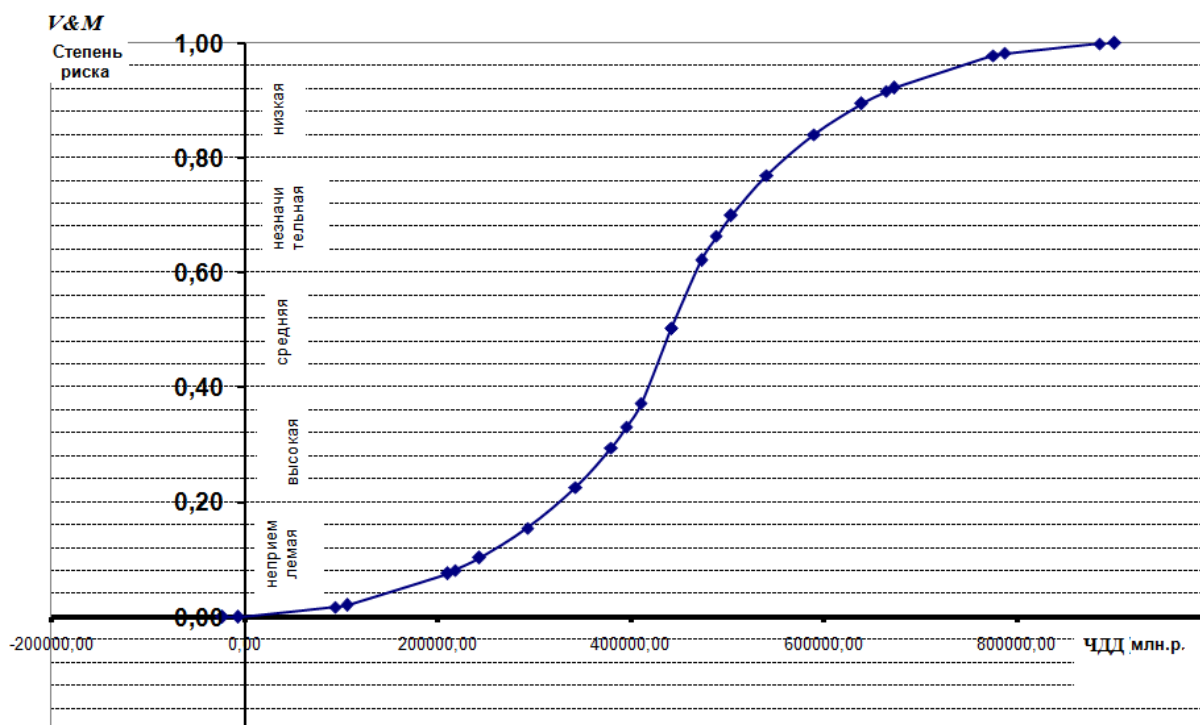


Рис. 6. График функции показателя риска по варианту оценки эффективности Мусюришорского месторождения

В последние годы все больше российских нефтегазодобывающих предприятий стремятся организовать свою деятельность на основе современных научных исследований и информационных технологий [5 – 12].

С этой целью должны осуществляться анализ и интерпретация данных в аналитическую информацию, служащую основой для технико-экономического прогнозирования. Для решения этой задачи в нефтегазодобывающей отрасли применяют специализированные САПР по разработке месторождений нефти и газа, как отечественные, так и зарубежные. Дополнением к САПР может послужить интеллектуально-логическая система «Граф», разработанная в ИПНГ РАН.

Интересным является вопрос применения интеллектуальных цифровых технологий, заложенных в систему на основе концепции инженерии знаний.

В основу предлагаемой концепции предлагается положить идею, заключающуюся в выделении из экспертной информации важнейших компонент знаний и представлении их в виде, обеспечивающем готовность к оперативному использованию. Сформированные компоненты знаний могут быть применены непосредственно в процессе создания прикладных расчетных программ по оценке нефтегазовых проектов. В рамках указанной проблемы под данными будем понимать всю совокупность фактографической геолого-технологической и нормативной информации, которая классифицируется и сохраняется, но не организуется для передачи какого – либо специального смысла. К знаниям будем относить расчетные и оценочные экономико-математические модели в инвестиционном нефтегазовом проектировании.

Так, с помощью опросных электронных шаблонов можно формировать структуру информационных баз данных, с помощью когнитивных карт (семантических подсетей) представлять аналитические выкладки технико-экономических моделей в виде базы знаний, с помощью графиков хранить и интерпретировать технико-экономическую информацию по проекту, а с помощью теории нечетких множеств определять степень риска инвестиционных прогнозов.

На рис. 7 показана структура ИЛС «Граф».

Диалоговый интерфейс системы позволяет собирать, обрабатывать, хранить, анализировать и интерпретировать информацию об инвестиционном проекте с целью его технико-экономической оценки. Через интерфейс осуществляется доступ к *входной информации* (БД, БЗ, инструкции, шаблоны данных) и *выходной информации* в виде отчетных форм и пр. Обработанная ИЛС информация в наглядной форме посылается пользователю-эксперту (лицу или лицам, принимающим решения) через посредничество инженера по знаниям. В системе существует механизм *обратной связи*, который контролируется экспертом, инженером по знаниям и программистом. Итерационный процесс принятия решений по инвестиционному проекту приводит пользователей системы к оптимальным и взаимосогласованным решениям на основании заложенных в систему технико-экономических моделей.

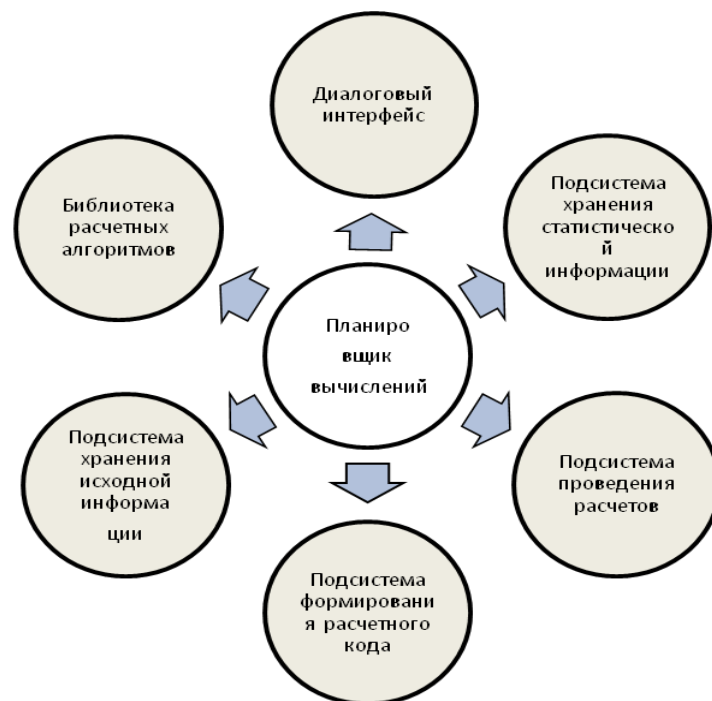


Рис. 7. Структура ИЛС «Граф»

В системе применяются технологии быстрой разработки программного обеспечения, основанные на разработанных алгоритмах сочетания пар и поиска в глубину на двудольных графах, а также применение CASE-технологий, дающих возможность формировать совокупность семантических сетей как иерархическую структуру с большим числом уровней на основе модели Варнье-Орра. Актуальным является то, что ИЛС может быть применена для формирования оптимальных расчетов на основании разработанного экономико-методического подхода с применением налоговых моделей стран-недропользователей, что в период цифровизации экономики и реформирования нефтегазодобывающего сектора России является крайне важным.

Статья подготовлена в рамках выполнения работ по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» по теме «Разработка высокопроизводительной автоматизированной системы предотвращения осложнений и аварийных ситуаций в процессе строительства нефтяных и газовых скважин на основе постоянно действующих геологических моделей месторождений с применением технологии искусственного интеллекта и промышленного блокчейна для снижения рисков проведения геологоразведочных работ, в т.ч. на шельфовых проектах» по Соглашению с Министерством науки и высшего образования РФ о выделении субсидии в виде гранта от 22 ноября 2019 г. № 075-15-2019-1688, уникальный идентификатор проекта RFMEFI60419X0217.

Список литературы

1. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Комплексная экономическая оценка месторождений углеводородного сырья в инвестиционных проектах. М.: Наука, 2006. 134 с.
2. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Лындин В.Н. Комплексная экономическая оценка месторождений ненецкого автономного округа // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2019. №3(171). С.15-20
3. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Интеллектуальные технологии моделирования расчета экономических показателей для оценки месторождений нефти и газа // Известия Тульского государственного университета. Экономические науки. 2019. Вып.3. С. 344-355.
4. Оценка технико-экономической эффективности инвестиционных проектов разработки нефтегазовых месторождений на основе применения методов нечеткой логики / А.Н. Дмитриевский, Н.А. Еремин, Ю.Г. Богаткина, О.Н. Сарданашвили // Известия Тульского государственного университета. Экономические науки. 2019. Вып.3. С.340-348
5. Абдикеев Н.М. Проектирование интеллектуальных систем в экономике. М.: Российская экономическая академия им. Г.В.Плеханова. 2003. 312 с.
6. Башмаков А.И, Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. 304 с.
7. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. М.: Финансы и статистика. 2006. 432с.
8. Вагин В.Н. Дедукция и обобщение в системах принятия решений. М.: Наука, 1988. 384с.
9. Экономика предприятий нефтяной и газовой промышленности / В.Ф. Дунаев, В.Д. Шпаков, Н.П. Епифанова, В.Н. Лындин: учеб. пособие. М.: Изд-во «Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина», 2006. 352 с.
10. Конопляник А.А. Основные виды и условия финансирования инвестиционных проектов в нефтегазодобывающей промышленности: учеб. пособие. М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина , 2009. 62 с.
11. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М.: Наука, 1988. 280с.
12. Трахтенгерц Э.А, Степин Ю.П., Андреев А.Ф Компьютерные методы поддержки принятия управленческих решений в нефтегазовой промышленности. М.: СИНТЕГ, 2005. 592 с.

*Богаткина Юлия Геннадьевна, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., ubgt@mail.ru,
Россия, Москва, Институт проблем нефти и газа российской академии наук,*

Еремин Николай Александрович, д-р техн. наук, проф., зам. директора, ermn@mail.ru, eremin@ipng.ru, Россия, Москва, Институт проблем нефти и газа российской академии наук (ИПНГ РАН), Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина,

Лындин Виктор Николаевич, канд. экон. наук, доц., vlyndin@mail.ru, Россия, Москва, Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина

INFORMATION AND ECONOMICAL APPROACH FOR EVALUATING OIL AND GAS INVESTMENT PROJECTS

Yu.G. Bogatkina, N.A. Eremin, V.N.Lyndin

A modern assessment of the technical and economic efficiency of the oil and gas project involves the construction of a specific economic and mathematical calculation model, as well as an analysis of project criteria based on a set of predicted technological indicators for the formations and the field as a whole. An automated system developed for this purpose served as the basis for theoretical and applied research in the field of mathematical modeling and modern digital technologies.

Key words: intellectual technologies, knowledge engineering, artificial intelligence theory, situational management theory, procedural knowledge.

Bogatkina Yulia Gennadijevna, candidate of technical sciences, leading researcher, ubgt@mail.ru, Russia, Moscow, Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Science,

Eremin Nikolay Alexandrovich, doctor of technical sciences, professor, Vice Director, ermn@mail.ru, eremin@ipng.ru, Russia, Moscow, Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Science, Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin,

Lyndin Viktor Nikolaevich, candidate of economical sciences, docent, vlyndin@mail.ru, Russia, Moscow, Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I.M. Gubkin

Reference

1. Ponomareva I. A., Bogatkina Yu. G., Eremin N. A. Complex economic assessment of hydrocarbon deposits in investment projects. Moscow: Nauka, 2006, 134 p.
2. Bogatkina Yu. G., Eremin N. A., Lyndin V. N. Complex economic assessment of deposits of the Nenets Autonomous district // Problems of economy and management of the oil and gas complex. 2019. No. 3(171). Pp. 15-20
3. Bogatkina Yu. G., Eremin N. A. Intelligent modeling technologies for calculating economic indicators for evaluating oil and gas fields // Izvestiya of the Tula state University. Economics. 2019. Issue 3. Pp. 344-355.
4. Evaluation of the technical and economic efficiency of investment projects for the development of oil and gas fields based on the use of fuzzy logic methods / A. N. Dmitrievsky, N. A. Eremin, Yu. g. Bogatkina, O. N. sardanashvili // Izvestiya of the Tula state University. Economic Sciences, 2019, Issue 3, Pp. 340-348

5. Abdikeyev N. M. Design of intelligent systems in the economy // Plekhanov Russian Academy of Economics. 2003. 312 p.
6. Bashmakov A. I., Bashmakov I. A. Intellectual information technologies: textbook. manual, Moscow: Bauman Moscow state technical University, 2005, 304 p.
7. Berezhnaya E. V., Berezhnoy V. I. Mathematical methods of modeling economic systems. Moscow: Finance and statistics. 2006. 432c.
8. Vagin V. N. Deduction and generalization in decision-making systems. Moscow: Nauka, 1988. 384c.
9. Economy of oil and gas industry enterprises / V. F. Dunaev, V. D. Shpakov, N. P. Epifanova, V. N. Lyndin: textbook. manual. Moscow: publishing house "Oil and gas Gubkin Russian state University of oil and gas", 2006. 352 p.
10. Konoplyanik A. A. the Main types and conditions of financing investment projects in the oil and gas industry: studies. manual, Moscow: Gubkin Russian state University of oil and gas , 2009, 62 p.
11. Pospelov G. S. Artificial intelligence-the basis of new information technology. Moscow: Nauka, 1988. 280c.
12. trachtengerts E. A, Stepin Yu. P., Andreev A. f computer methods for supporting managerial decision-making in the oil and gas industry. Moscow: SINTEG, 2005, 592 p.