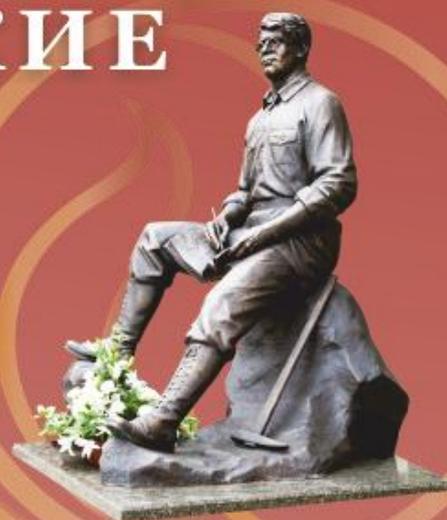


РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
Научно-техническое общество нефтяников и газовиков
имени академика И.М. Губкина

XXI ГУБКИНСКИЕ ЧТЕНИЯ



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

«Фундаментальный базис инновационных технологий поисков,
разведки и разработки месторождений нефти и газа
и приоритетные направления развития
ресурсной базы ТЭК России»

**Секция №5.
Разработка и освоение
месторождений УВ**

24-25 марта 2016 г
Москва



СОДЕРЖАНИЕ

1. **АЗАРОВ А.В.***, **ПАТУТИН А.В.**, **СЕРДЮКОВ С.В.** ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ВБЛИЗИ ЗОНЫ ГИДРОРАЗРЫВА НЕОБСАЖЕННОЙ СКВАЖИНЫ 4
2. **БОГАТКИНА Ю.Г.***, **ЕРЕМИН Н.А.** ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА 11
3. **БУЛЕЙКО В.М.***, **ЯНКОВАЯ В.С.** ВЛИЯНИЕ КАПИЛЛЯРНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ФАЗОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ И ПРОЦЕССЫ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ НОРМАЛЬНЫХ АЛКАНОВ В ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ПОРИСТЫХ СРЕДАХ 16
4. **БУРМИСТРОВ И.А.***, **КОРЕПАНОВА В.С.** ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПАРА НА ВЕЛИЧИНУ РАДИУСА ЗОНЫ ПРОГРЕВА МЕЖСКВАЖИННОГО ПРОСТРАНСТВА 21
5. **ГУСЬКОВА И.А.***, **ГУМЕРОВА Д.М.**, **ХАЯРОВА Д.Р.**, **ШАЙДУЛЛИН Л.К.** ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 25
6. **ДМИТРИЕВСКИЙ А.Н.**, **МАРТЫНОВ В.Г.**, **АБУКОВА Л.А.**, **ЕРЕМИН Н.А.*** ВОПРОСЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ 29
7. **ДУБИНЯ Н.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ТРЕЩИНЫ ГРП В НЕОДНОРОДНОЙ СЛОИСТОЙ СРЕДЕ 38
8. **ЕРЕМИН А.Н.** О НОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ЦИФРОВЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СКВАЖИН 41
9. **ЕРЕМИН Н.А.***, **ДМИТРИЕВСКИЙ А.Н.**, **ШАБАЛИН Н.А.** АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА ТАЙМЫРСКОГО АВТНОМНОГО ОКРУГА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ 44
10. **ЕФИМОВ* С.И.**, **ЕРМОЛАЕВ А.И.** МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБВОДНЯЮЩИХСЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН 52
11. **ИПАТОВ А.И.***, **КРЕМЕНЕЦКИЙ М.И.**, **ГУЛЯЕВ Д.Н.**, **КАЕШКОВ И.С.**, **МЕЛЬНИКОВ С.И.**, **ПАНАРИНА Е.П.**, **МОРОЗОВСКИЙ Н.А.** АКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПАССИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ПРОМЫСЛОВЫХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ 56
12. **КАЗАКОВ К. В.***, **БРАВИЧЕВ К. А.** ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕОДНОРОДНЫХ И НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРАХ 62
13. **ЛЯН МЭН***, **МИШИН А.С.**, **АНТОНОВ С.В.**, **ХЛЕБНИКОВ В.Н.** ОЦЕНКА НЕФТЕВЫТЕСНЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГАЗОВОГО АГЕНТА ПРИ ТЕРМОГАЗОВОМ МЕТОДЕ ДОБЫЧИ НЕФТИ С ПОМОЩЬЮ СЛИМ ТРУБКИ (SLIM TUBE) 66
14. **МЕЛЬНИЧУК Д.А.***, **СТРЕЛЬЧЕНКО В.В.** МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТИ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ 72



3. Алексеенко О.П., Вайсман А.М. Возможность прямого измерения горного давления в шахтных условиях методом гидроразрыва // ФТПРПИ. — 2003. — № 5.
4. Jeffrey R., Mills K., Zhang X. Experience and results from using hydraulic fracturing in coal mining // In: Proceedings of the 3rd International workshop on mine hazards prevention and control, Bris-bane. — 2013.
5. Курленя М.В., Шилова Т.В., Сердюков С.В., Патутин А.В. Герметизация дегазационных скважин угольных пластов методом барьерного экранирования // ФТПРПИ. — 2014. — № 4.
6. Шилова Т.В., Сердюков С.В. Защита действующих дегазационных скважин от поступления воздуха из горных выработок через вмещающие породы // ФТПРПИ. — 2015. — № 4.
7. Tratner C.J. On the elastic distortion of a cylindrical hole by a localized hydrostatic pressure // Quart. Appl. Math. — 1946. — Vol. 43.
8. Kehle O.R. The determination of tectonic stresses through analysis of hydraulic well fracturing // J. Geophys. Research. — 1964. — Vol. 69. — № 2.
9. Коноплев Ю.П., Питиримов В.В., Табаков В.П., Тюнькин Б.А. Термошахтная разработка месторождений с тяжелыми нефтями и природными битумами (на примере Ярегского нефтяного месторождения) // ГИАБ. — 2005. — № 3.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Богаткина Ю.Г. (кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
лаборатории «Теоретических основ разработки нефтяных месторождений»
ИПНГ РАН, e-mail – ubgt@mail.ru), Еремин Н.А. (доктор технических наук,
профессор, зав.лаб. «Теоретических основ разработки нефтяных
месторождений» ИПНГ РАН, e-mail – ermn@mail.ru)*

SOFTWARE FOR ECONOMIC EVALUATION OF OILFIELD DEVELOPMENT AND GAS

Bogatkina Yu.G. (candidate of the technical sciences, Leading scientific employee. Labs.
"Theoretical bases development oilfield" OGRI of RAS, e-mail - ubgt@mail.ru),
Eremin N.A. (doctor of technical sciences, professor, managing Labs. "Theoretical bases
development oilfield " OGRI of RAS, e-mail - ermn@mail.ru)*

Аннотация: В последнее время большое внимание уделяется задачам создания компьютерных автоматизированных систем, ориентированных на обработку больших объемов экспертной информации в области технико-экономической оценки месторождений нефти и газа.

С прикладной точки зрения оценка экономической эффективности нефтегазового инвестиционного проекта предполагает построение определенной экономико-математической модели расчета и анализа критериев проекта, основанных на множестве прогнозных технологических показателей по разрабатываемым пластам и месторождению в целом.

Сложность экономико-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.

В этой связи целью исследований является вопрос создания и применения интеллектуальных информационных технологий в области экономической оценки нефтегазовых инвестиционных проектов.

Abstract: Recently, much attention is paid to the tasks of creating the computer systems aimed to processing large volumes of expert information in the field of technical and economic evaluation of oil and gas fields.

From applied standpoints the economic evaluation of oil and gas investment project involves the building of a certain economic and mathematical models to calculate and analyze the design criteria based on ensemble of technological factors.

Difficulty of economic and mathematical modeling in the projects of development the deposit is concluded in the elementary collection information and constant its renovation, since each deposit individually and has their own geology-technological particularities of development, different variants and rates of CAPEX and OPEX, as well as the tax models.

In this connection interesting is a question of creation and using the intellectual information technologies in the field of economic evaluations of the oil and gas investment projects.

Ключевые слова: экономическая система, нефтегазовый инвестиционный проект, интеллектуальная система в недропользовании.

Keywords: economic system, oil and gas investment project, intellect system in oil and gas industry.

В последнее время большое внимание уделяется задачам создания компьютерных автоматизированных систем, ориентированных на обработку больших объемов экспертной информации в области технико-экономической оценки месторождений нефти и газа [1-4].

Главными принципами нефтегазового инвестиционного проектирования сложившимися в мировой практике являются: экономико-математическое моделирование и прогнозирование потоков продукции и денежных средств с учётом ценовой и налоговой политики государства в нефтегазовой сфере, а так же оценка финансового состояния предприятия.

С прикладной точки зрения оценка экономической эффективности нефтегазового инвестиционного проекта предполагает построение определенной экономико-математической модели расчета и анализа критериев проекта, основанных на множестве прогнозных технологических показателей по разрабатываемым пластам и месторождению в целом.

Сложность экономико-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 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.

В этой связи целью исследований является вопрос создания и применения интеллектуальных информационных технологий в области экономической оценки нефтегазовых инвестиционных проектов.

До недавнего времени решение вычислительных задач по оценке нефтегазовых инвестиционных проектов сводилось к процессу создания прикладных расчетных программ на основе подходов требующих применения определенного языка программирования и наличия высококвалифицированных программистов. Прямой пользователь не имел средств для самостоятельной разработки программ на основе его собственных знаний.

На наш взгляд для решения этой проблемы необходима разработка специализированного программного обеспечения, которое может быть представлено интеллектуально-логическими системами (ИЛС). Такая ИЛС в настоящее время разработана и функционирует в ИПНГ РАН. Система сориентирована на научный потенциал специалистов, как в прикладной проблемной области, так и на специалистов в области *инженерии знаний* и может быть применена в экономической сфере с целью проведения инвестиционного проектирования, что в период реформирования нефтегазодобывающего сектора России является крайне важным.

ИЛС «Граф» обладает важным пользовательским свойством, а именно она не требует от пользователя знания программирования и языков для написания программ. Исходная информация собирается с помощью компьютерных шаблонов, заполняемых числовыми данными, выраженными в скалярном или векторном представлении.

Структура таблиц включает технологическую информацию по следующим показателям:

- Бурение скважин по годам;
- годовой фонд скважин – добывающих, нагнетательных;
- годовые показатели закачки рабочего агента;
- годовая добыча углеводородного сырья.

Экономические удельные нормы затрат формируются по основным направлениям:

- *Удельные нормативы капитальных затрат* в геологоразведку, бурение скважин, обустройство; оборудование, не входящее в сметы строок для буровых организаций, предприятий нефтедобычи и прочих организаций; а также капитальные вложения непромышленного назначения и охрану окружающей среды.
- *Удельные нормативы эксплуатационных расходов.*
- *Нормы налоговых платежей в составе эксплуатационных расходов и в цене.*

На основании таблиц формируется специализированная семантическая база знаний (БЗ), включающая аналитические расчетные алгоритмы, которые вводятся в виде двудольных семантических графов.

БЗ является иерархической и в процессе ее построения может наращиваться. При построении БЗ характерен следующий подход – следование от частного к общему и от общего к частному, что позволяет детализировать сеть до неделимых процедур, под которыми будем понимать элементарные знания. Последнее представляется в виде одинарного функционального отношения, включающего в себя аналитическую зависимость или процедуру с множеством входящих в них параметров – скалярных или векторных величин.

ИЛС «Граф» работает в двух режимах: приобретение знаний и решение прикладных задач. В режиме приобретения знания в БЗ вводятся расчетные алгоритмы в виде семантических сетей, а в режиме расчета осуществляется сборка аналитических



алгоритмов в единую программу на языке бейсик, которая внедряется в систему электронных таблиц EXEL в виде макроса и активизируется в этой среде.

Инструментарий интеллектуальной системы «Граф» обеспечивает пользователя хорошими возможностями ведения диалога, которые устраняют недостатки процедурного программирования, заменяя последнее программированием интеллектуальным (ИП), которое предполагает разработку приложений на основе RAD (rapid application development) технологий. Под этим термином понимается процесс быстрой разработки программного обеспечения (ПО) на основе применения БЗ. В результате – упрощается и существенно ускоряется сам процесс создания программ, причём использование опыта прикладной области при программировании зависит только от наличия соответствующей БЗ.

Данная технология обеспечивает создание на ранней стадии реализации действующей расчетной модели, так называемой системы-прототипа, позволяющей наглядно продемонстрировать пользователю будущее программное приложение и уточнить все требования по его созданию. В процессе работы с системой-прототипом пользователь реально осознает возможности будущей системы расчетов и определяет наиболее удобный для него режим обработки информации, что значительно повышает качество создаваемого ПО. Результатом является сдача в эксплуатацию системы, учитывающей большинство потребностей заказчиков. Согласованная система-прототип служит основой для дальнейшей разработки приложений, что позволяет на ранних этапах проектирования выявить возможные ошибки проектирования и определить параметры будущей системы.

Программный интерфейс системы прост в использовании. С помощью интерактивного интерфейса осуществляется обращение к подсистемам ИЛС «Граф». При этом подается команда (запрос) на построение расчетного алгоритма. Эта информация принимается планировщиком вычислений и анализируется. На следующем шаге планировщик обращается к БЗ, в которой хранятся модели вычислений технико-экономических показателей, и выбирает те из них, которые необходимы для решения задачи. При этом автоматически формируется алгоритм, который содержит имена исходных переменных и расчетный модуль. Алгоритм сохраняется в библиотеке расчетных модулей. На следующем шаге планировщик вычислений передает управление подсистеме проведения расчетов, которая на основе OLE-технологии (Object Link Engine) загружает из библиотеки расчетных модулей сгенерированную планировщиком вычислений программу в систему электронных таблиц EXEL и производит расчет. В результате к указанным приемам встроенным в систему можно отнести:

- разработку приложения итерациями вне зависимости от уровня иерархии расчетной модели;
- необязательность полного завершения работ по формированию расчетных моделей представляемых в ИЛС «ГРАФ» в виде семантических двудольных подграфов на каждом из этапов жизненного цикла продукта;
- обязательное вовлечение пользователей-экспертов и инженеров по знаниям в процесс проектирования и построения системы вычислений;
- параллельность выполнения работ по формированию математических моделей;
- повторное использование отдельных модулей системы;
- необходимое применение CASE-средств, обеспечивающих техническую целостность на этапах анализа и проектирования;



- сохранение конфигураций системы, облегчающее внесение изменений в проект в целом с целью дальнейшего ее сопровождения;
- использование автоматического генератора программ (кроссовера);
- тестирование и развитие проекта, с целью осуществления одновременной разработки нескольких его версий.

Каждое из перечисленных положений в отдельности способствует повышению скорости, улучшению качества, но только их совместное применение в ИЛС «ГРАФ» вызывает качественные изменения в процессе разработки программного обеспечения.

Таким образом, совокупность рассматриваемых выше характеристик определяют особенности прикладной ИЛС, а решаемые ею задачи можно характеризовать следующими аспектами: числом и сложностью прикладных алгоритмов (правил), их связностью, пространством поиска и количеством активных пользователей, формирующих предметную область.

В заключении отметим, что рассматриваемая система применялась для проведения технико-экономической оценки нефтяных месторождений Сирии, Ирака, месторождений Тимано-Печерского округа, месторождений Ханты-Мансийского национального округа, месторождений Азова, месторождений Оренбурга и Нижневартовска и месторождений Ненецкого автономного округа.

Литература

1. Богаткина Ю.Г. , Пономарева. И.А., Применение теории искусственного интеллекта для оценки нефтегазовых инвестиционных проектов// ВНИИОЭНГ, Журнал «Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности», N7, 2010г., стр. 2-6.
2. Богаткина Ю.Г. , Пономарева. И.А., Инженерия знаний в логической системе «ГРАФ» // ВНИИОЭНГ, Журнал «Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности», N2, 2010г., стр. 30-33.
3. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект - основа новой информационной технологии. / М: Наука, 1988, 280с.
4. Пономарева И.А, Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Комплексная экономическая оценка месторождений углеводородного сырья в инвестиционных проектах.//М.-Наука, 2006г,134с.