

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»**

**Посвящается  
85-летию  
Д.Р. КАПЛУНОВА**

**16+  
ISSN 2218-5194**

**ИЗВЕСТИЯ  
ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**

**Выпуск 3**

**Тула  
Издательство ТулГУ  
2019**

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

ISSN 2218-5194

Председатель

*Грязев М.В.*, д-р техн. наук, ректор.

Первый заместитель председателя

*Воротилин М.С.*, д-р техн. наук, проректор по научной работе.

Заместитель председателя

*Прейс В.В.*, д-р техн. наук, заведующий кафедрой, авторизованный представитель Издательства ТулГУ в РИНЦ.

Ответственный секретарь

*Фомичева О.А.*, канд. техн. наук, начальник Управления научно-исследовательских работ, авторизованный представитель ТулГУ в РИНЦ.**Члены редакционного совета:***Батанина И.А.*, д-р полит. наук, –

гл. редактор серии «Гуманитарные науки»;

*Берестнев М.А.*, канд. юрид. наук, –

гл. редактор серии «Экономические и юридические науки»;

*Борискин О.И.*, д-р техн. наук, –

гл. редактор серии «Технические науки»;

*Егоров В.Н.*, канд. пед. наук, – гл. редактор серии

«Физическая культура. Спорт»;

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Главный редактор

*Качурин Н.М.*, д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула).

Заместитель ответственного редактора

*Сарычев В.И.*, д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);**Члены редакционной коллегии:***Гендлер С.Г.*, д-р техн. наук (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург);*Голик В.И.*, д-р техн. наук (Геофизический институт Владикавказского научного центра, г. Владикавказ);*Ефимов В.И.*, д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);*Жабин А.Б.*, д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);*Захаров В.Н.*, член-корр. РАН, д-р техн. наук, директор (Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва);*Кавала Р.*, д-р техн. наук, директор (Фрайбергская горная академия, Институт материаловедения и изготовления материалов, Германия, г. Фрайберг);*Казанин О.И.*, д-р техн. наук (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург);*Кантович Л.И.*, д-р техн. наук (Национальный исследовательский технологический университет (МИСиС), г. Москва);*Капунов Д.Р.*, член-корр. РАН, д-р техн. наук, (Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва);*Карначев И.П.*, д-р техн. наук (филиал Мурманского арктического университета в г. Апатиты, Мурманская область, г. Кировск);*Заславская О.В.*, д-р пед. наук, –

гл. редактор серии «Педагогика»;

*Качурин Н.М.*, д-р техн. наук, –

гл. редактор серии «Науки о Земле»;

*Понаморева О.Н.*, д-р хим. наук, –

гл. редактор серии «Естественные науки».

Ответственный секретарь

*Стась Г.В.*, д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула).*Клишин В.И.*, член-корр. РАН, д-р техн. наук, директор (Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово);*Комащенко В.И.*, д-р техн. наук (Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва);*Кориунов Г.И.*, д-р техн. наук (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург);*Мельник В.В.*, д-р техн. наук (Национальный исследовательский технологический университет (МИСиС), г. Москва);*Мерзляков В.Г.*, д-р техн. наук (Московский политехнический университет, г. Москва);*Моркун В.С.*, д-р техн. наук (Криворожский национальный университет, Украина, г. Кривой Рог);*Протосеня А.Г.*, д-р техн. наук (Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург);*Рыльникова М.В.*, д-р техн. наук (Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва).

Сборник зарегистрирован в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). ПИ № ФС77-75993 от 19 июня 2019 г.

Подписной индекс сборника 41408 по Объединённому каталогу «Пресса России».

Сборник включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук», утвержденный ВАК Минобрнауки РФ, по следующим специальностям: 25.00.00 – Науки о Земле; 05.06.00 – Безопасность деятельности человека.

Сборник зарегистрирован в системе "Web of Science".

© Авторы научных статей, 2019

© Издательство ТулГУ, 2019

## **ЭКОНОМИКА**

УДК: 004:330.322:622.276

### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА**

Ю.Г.Богаткина, Н.А.Еремин

*Рассматриваются методика расчета экономических показателей для оценки месторождений нефти и газа и методический подход применения интеллектуальных технологий в нефтегазовых проектах. Большой вклад в теорию построения систем, ориентированных на обработку больших объемов исходных данных и способных гибко адаптироваться к изменяющимся условиям обработки информации, внесло новое направление, базирующееся на теории искусственного интеллекта с применением семантических сетей. Актуальным является то, что рассматриваемая методика и интеллектуальный подход легли в основу создания базы знаний предметной области, под которой понимается технико-экономическая оценка вариантов разработки месторождений нефти и газа.*

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

Ресурсы и запасы нефти и газа являются достоянием народа и должны эффективно использоваться государственно-коммерческими структурами на взаимовыгодных условиях в соответствии с законодательными актами Российской Федерации. Нефть и газ относятся к числу важнейших не возобновляемых 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 не рентабельные 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. Главными принципами нефтегазового проектирования сложившимися в мировой практике является прогнозирование основных показателей разработки месторождений и их

экономическая оценка с учётом ценовой и налоговой политики государства в нефтегазовой сфере.

При проведении технико-экономической оценки нефтегазовых проектов необходимо учитывать принципиальную особенность принадлежности месторождений, пластов, эксплуатационных объектов к двум основным группам. Это новые месторождения, пласты и объекты с растущей добычей и «старые» разрабатываемые, со снижающейся добычей нефти (газа) и возможными ее приростами за счет методов повышения коэффициента извлечения нефти, идущими на компенсацию падения добычи. 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.

Задачей анализа экономической эффективности проекта разработки нефтяных месторождений является расчет основных экономических показателей, выбор наиболее рентабельного варианта, отвечающего критерию достижения максимального чистого дисконтированного дохода (ЧДД). С целью оценки эффективности нефтегазового проекта применяется следующая экономическая методика.

#### **Расчет капитальных вложений и эксплуатационных затрат**

Методика включает проведение расчетов капитальных вложений -  $Z_k$ , по трем основным направлениям:

бурение скважин и ГТМ -  $Z_{kb}_t$ ,

оборудование, не входящее в сметы строек -  $Z_{кобнс}_t$ ,

нефтепромысловое обустройство -  $Z_{коб}_t$ ,

Капитальные вложения в бурение скважин -  $Z_{kb}_t$  кустовым и обычным (индивидуальным) методом определяются исходя из их количества и стоимости строительства вертикальных и горизонтальных скважин с учетом характеристик категорий местности (суходолы, болота, озера) по следующим целям эксплуатационного бурения:

нефтяных скважин -  $Z_{кбд}_t$ ,

нагнетательных скважин  $Z_{кбн}_t$ ,

газонагнетательных скважин -  $Z_{кбгн}_t$ ,

резервных скважин -  $Z_{кбр}_t$ ,

Капитальные вложения в оборудование, не входящее в сметы строек  $Z_{кобнс}_t$ , рассчитываются отдельно для буровых организаций  $Z_{кобб}_t$  и предприятий нефтедобычи  $Z_{код}_t$  через коэффициент для учета стоимости оборудования, не входящего в сметы строек прочих организаций  $Z_{кобп}$ .

Капитальные вложения в объекты нефтепромыслового строительства  $Z_{коб}_t$  включают затраты на:

оборудование скважин под эксплуатацию по способам добычи **Зкобор<sub>t</sub>**,

комплекс сбора и транспорта нефти и газа **Зкст<sub>t</sub>**,

подготовку **Зкп<sub>t</sub>**,

объекты очистки и утилизации сточных вод **Зксв<sub>t</sub>**,

поддержание пластового давления **Зкпд<sub>t</sub>** с закачкой воды (газа, водогазовой смеси).

строительство объектов общепромыслового назначения **Зкпр<sub>t</sub>**, (включаются внутрипромысловые дороги и подъезды к кустам скважин, строительство баз, сооружение линий электропередач и подстанций, объекты автоматизации и телемеханизации, объекты промводснабжения и канализации, а также резерв затрат в другие неучтенные объекты и работы.)

Годовые эксплуатационные затраты **Зэр<sub>t</sub>** на разработку месторождения включают:

условно-постоянные **Зэ<sub>t</sub>**

условно-переменные расходы **З'э<sub>t</sub>**,

амортизацию **A<sup>n</sup><sub>t</sub>**

налоговые отчисления **Нал<sub>t</sub>**.

Условно-постоянные эксплуатационные расходы **Зэ<sub>t</sub>** включают:

затраты на капитальный ремонт скважин и прочих основных средств **Закр<sub>t</sub>**, исходя из среднегодового количества действующих скважин добывающих и нагнетательных;

затраты на заработную плату промышленно-производственного персонала **Зпо<sub>t</sub>**, основная и дополнительная, с учетом соотношения способов эксплуатации, включая отчисления на социальное страхование исходя из среднегодового количества действующих добывающих скважин;

затраты по прочим эксплуатационным расходам **Ззпр<sub>t</sub>**, исходя из среднегодового количества действующих добывающих скважин;

Условно-переменные годовые эксплуатационные расходы включают:

затраты на сбор и внутрипромысловый транспорт нефти и газа **Зтр<sub>t</sub>**, исходя из текущей добычи жидкости

затраты на электроэнергию для механизированной добычи жидкости насосным способом **Зэнд<sub>t</sub>**, исходя из текущей добычи жидкости насосным способом;

затраты на повышение нефтеизвлечения **Зэзг<sub>t</sub>**, исходя из текущей закачки обогатителя;

затраты на электроэнергию для подготовки и общепромысловые нужды **Зэпто<sub>t</sub>**, исходя из текущей добычи нефти,

**Зпрр<sub>t</sub>** – затраты на освоение природных ресурсов.

### **Налоговая модель недропользования в России**

Все налоговые инструменты для нефтегазовой отрасли России можно разделить на два вида:

1) общие налоги, которые действуют в отношении всех видов предпринимательской деятельности в стране. К ним относятся налог на прибыль, налог на добавленную стоимость, налоги на заработную плату, социальные отчисления и др.;

2) специальные налоги, которые отражают рентный характер доходов в отрасли. Такими налогами являются бонусы, налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ), таможенная пошлина.

Необходимо отметить, 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.

С учетом указанных выше объективных факторов и особенностей оценки запасов представим научно-методический подход к составлению инвестиционных проектов с применением современных интеллектуальных технологий.

Современные интеллектуальные технологии в настоящее время ориентированы на специалистов, как в прикладной проблемной области, так и на специалистов в области *инженерии знаний (knowledgeengineering)*. Отметим, что инженерия знаний является современным научным направлением, которое изучает методы извлечения и моделирования прикладных знаний, являясь одним из разделов искусственного интеллекта, и используется при создании интеллектуальных систем.

Известно, что большой вклад в теорию построения систем, ориентированных на обработку больших объемов исходных данных и способных гибко адаптироваться к изменяющимся условиям обработки информации, внесло новое направление, базирующееся на теории искусственного интеллекта [1,4,6,7,11,14–22,28–31]. Благодаря этому направлению был возможен переход от машинного представления процедур к машинному представлению экспертных знаний. Работы, связанные с этой проблемой, развивались по двум направлениям: бионическому и программно-прагматическому [2,16,19–22]. Наиболее ярко свое применение нашло программно-прагматическое направление, основой которого стали работы известных ученых-математиков и системотехников, как у нас в стране, так и за рубежом [1–5,9–11,12,14–21,28–31]. Так, теория ситуационного управления, развитая в работах академика Д.А.Поспелова [19–21], послужила развитию логико-лингвистического моделирования, что привело к появлению такого понятия как «базы знаний». С помощью логико-

лингвистических формализмов стало возможным представление в машинной форме декларативных и процедурных знаний.

Отметим, что с помощью методов искусственного интеллекта можно представлять формализованные знания (факты), истинность или ложность которых можно доказать. В частности, эти методы можно использовать в сфере экономики недропользования для моделирования расчетов в нефтегазовых инвестиционных проектах. При этом предполагается анализ обрабатываемой технико-экономической информации по вариантам разработки месторождений с точки зрения построения сложноструктурированных иерархических систем с целью решения задачи синтеза расчетных аналитических алгоритмов.

Применяемые с этой целью семантические сети, с помощью которых строятся различные фразы, позволяют вести осмысленный диалог человека с машиной, в результате чего возможно обучение пользователей наиболее эффективно представить декларативные и процедурные знания эксперта о решении задачи определения основных экономических показателей по заданному расчетному алгоритму [16,28].

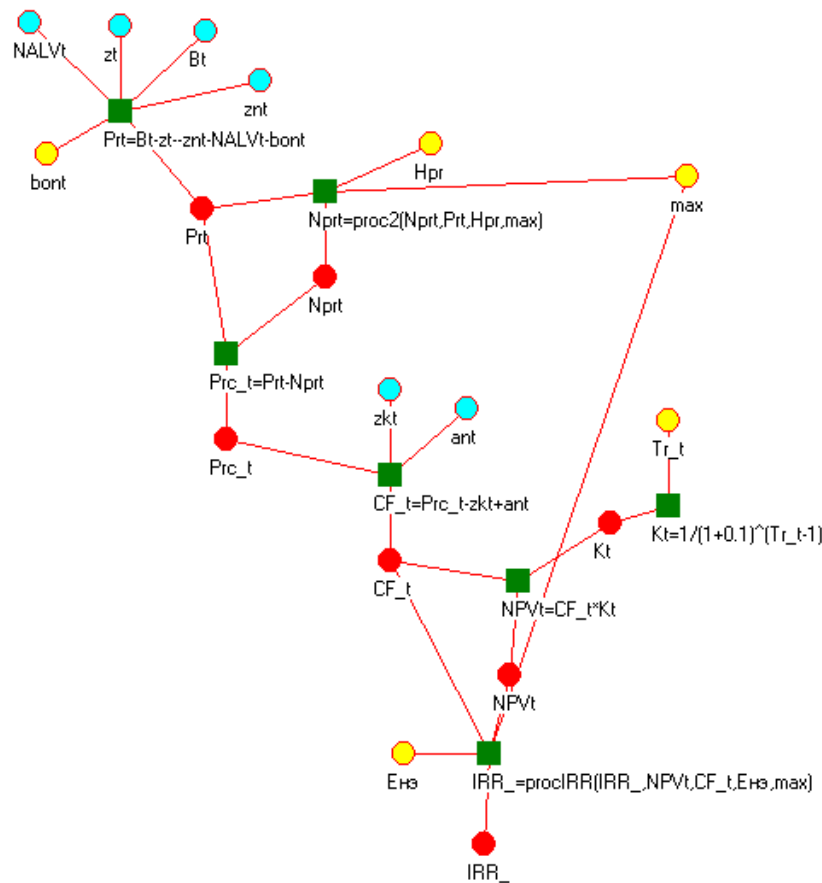
Одной из разновидностей семантических сетей являются функциональные семантические сети, рассмотренные в работах [6,8,13,16,28]. Такие структуры включают в себя логико-атрибутивные отношения над исследуемыми объектами и предназначаются для решения задач планирования пути достижения нужной цели из некоторой фиксированной начальной ситуации. Результатом решения таких задач является план действий, представляющий собой упорядоченную совокупность операций над исследуемыми объектами. При этом план действий определяется путем, ведущим к целевой вершине функциональной семантической сети (семантического графа). В общем случае, в качестве отношений между вершинами выступают отношения типа “цель–подцель”, “цель–действие”, “действие–результат” и т.д. В частности, для решения на функциональных сетях задач вычислительного характера формируются отношения типа “часть–целое”, “задача–подзадача”, “общий случай–частный случай” и т.д. [6,16,25].

Метод планирования в пространстве состояний был использован в разработанной в ИПНГ РАН проблемноориентированной системе технико-экономической оценки месторождений нефти и газа [31].

В последней версии этот пакет представляет неориентированную сеть с вершинами двух типов: дескрипторов, отражающих параметры математической модели, и спецификаторов, отражающих функциональные зависимости между параметрами (рис. 1). Отметим, что функциональная нагрузка дуг переносится на вторую долю (множество вершин спецификаторов) неориентированного двудольного графа, которым представлена семантическая сеть. Здесь спецификаторы являются функциональными выражениями вида  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)=0$ , которые допускают явное разрешение,

хотя бы относительно одного из аргументов  $x_i$ . С таким спецификатором связано  $n$  дескрипторов из множества  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ . Два спецификатора соединены друг с другом некоторым дескриптором, где дескриптор является связующей вершиной, через которую может быть образован ориентированный путь, ведущий от исходных дескрипторов к целевым.

Такой подход становится наиболее удобным для представления неявных отношений между вершинами-параметрами функциональной семантической сети. Сеть, таким образом, содержит в себе возможные решения, которые выявляются в процессе ориентации сети в пространстве ее возможных состояний.



●	Переходная вершина-параметр
●	Неизвестная вершина-параметр
●	Известная вершина-параметр
■	Вершина-отношение

**Рис.1. Двудольная семантическая сеть предметной области**

Моделируемая сеть может быть разбита на элементарные компоненты, являющиеся элементарным базисом. Элементарный базис рассмот-



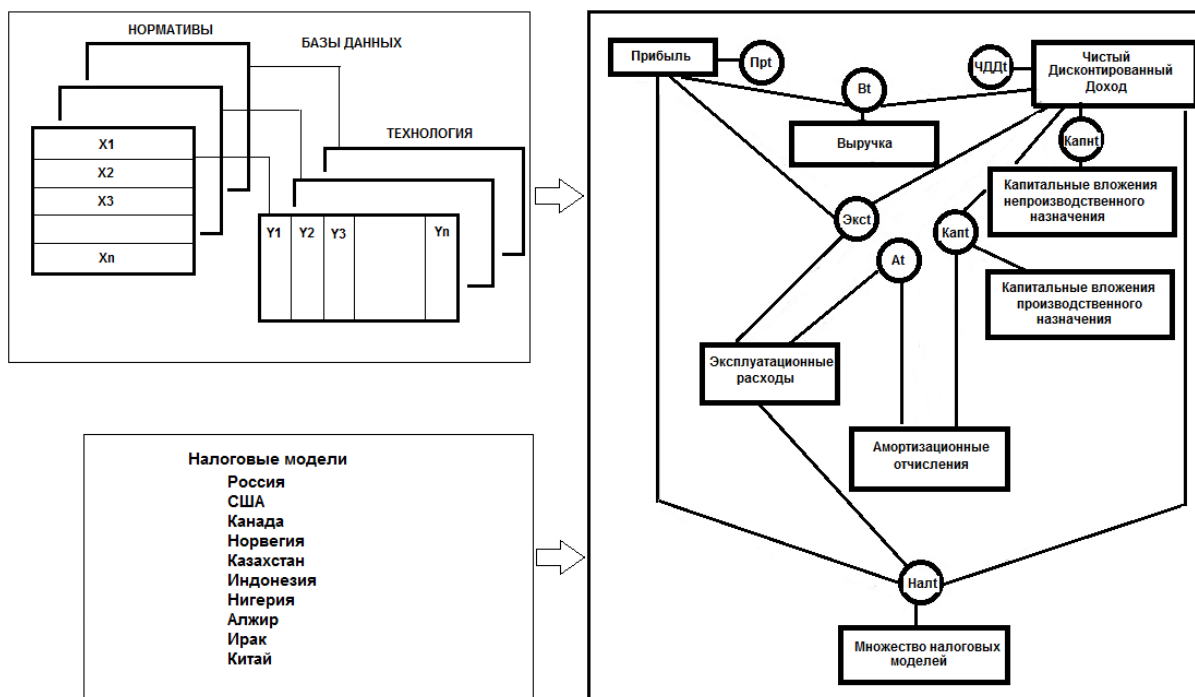
рим как сеть, содержащую не более одного формального отношения. Будем называть такую сеть структурной связкой.

Основным критерием для ориентации связей в сетях является наличие необходимой информации в вершинах-параметрах, входящих в структурную связку. Эта ориентация определяется алгоритмом, тестирующим заданную структуру на полноту информации. В процессе ориентации графа происходит ранжирование связей, что определяет порядок выполнения расчета. При этом граф принимает вид ориентированной сети с ранжированными связками.

Таким образом, применение семантических моделей представления знаний, позволило разработать проблемно-ориентированную базу знаний (БЗ), являющуюся полем возможных решений при выборе алгоритмов расчета основных технико-экономических показателей по вариантам разработки месторождений нефти и газа.

Применяемые технологии соответствуют концептуальным основам интегрированных интеллектуальных информационных систем, обеспечивающих активное взаимодействие инженеров по знаниям с экспертами-прикладниками. При этом появляется возможность осуществлять весь процесс оптимизации с использованием прикладных баз знаний связанных с технологическими и экономическими базами данных.

На рис.2 приведена принципиальная схема процесса композиционного геолого-технико-экономического моделирования инвестиционных проектов освоения промышленных месторождений углеводородов.



**Рис.2. Принципиальная схема процесса композиционного геолого-технико-экономического моделирования инвестиционных проектов**

Ядром указанного процесса является интегрированная модельная база функционально организованных предметных знаний, представляемых в форме семантических сетей, отражающих сущность структурных элементов БЗ и функциональные отношения с другими ее элементами.

Отметим, что в современных условиях создание интегрированных информационных технологий технико-экономического моделирования разработки нефтегазовых месторождений является одним из важнейших направлений в сфере цифровой экономики недропользования. Эти технологии обеспечивают компьютерную самоорганизацию (композицию) оптимальной системы разработки месторождений на основе оценки основных технико-экономических критериев по вариантам разработки, а также по нефтегазовому инвестиционному проекту в целом. Результатом экономической оценки является выявление наиболее рационального варианта разработки месторождения, отвечающего критерию достижения максимального экономического эффекта от возможно полного извлечения из пластов запасов нефти при соблюдении требований экологии, охраны недр и окружающей среды.

В основу системы положена методика технико-экономической оценки вариантов разработки месторождений нефти и газа, разработанная в ИПНГ РАН. *Функциональные возможности системы* включают следующее:

- использование современной методики расчета, основанной на имитации потока реальных денег;
- минимизацию ограничений на горизонт и шаг расчета;
- широту набора финансовых экономических показателей, используемых для оценки проекта;
- разнообразие сценариев реализации проекта;
- возможность и способы учета инфляции, расчетов в неизменных и текущих ценах;
- возможность и способы учета неопределенности и рисков;
- возможность сохранения в памяти компьютера приемлемых вариантов расчета для последующего сравнения и окончательного отбора и др.

Это позволяет осуществлять компьютерную сборку сложных информационных конструкций из структурных объектов интегрированной информационной среды, что предполагает построение открытых компьютерных систем.

В заключение отметим, что основой для создания системы явились теоретические положения и методология создания интеллектуальных экономических систем, а также принципы построения диалоговых интерфейсов, позволяющих наглядно представлять и анализировать экспертную информацию (знания) на экране компьютера. Последнее является одной из важных проблем для адаптации системы к потребностям пользователя-

непрограммиста, являющегося экспертом в своей профессиональной области.

Статья подготовлена по результатам работ, выполненных в рамках государственного задания по теме «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (фундаментальные, поисковые и прикладные исследования)» № АААА-А19-119013190038-2.

### Список литературы

1. Абдикеев Н.М. Проектирование интеллектуальных систем в экономике. Российская экономическая академия им. Г.В.Плеханова. М.: 2003. 312 с.
2. Башмаков А.И, Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: учеб.пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. 304с.
3. Вагин В.Н. Дедукция и обобщение в системах принятия решений. М.: Наука, 1988. 384с.
4. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. М.: Наука, 1987. 500с.
5. Ефимов Е.И. Решатели интеллектуальных задач. М.: Наука, 1982. 320с.
6. Змитрович А.И. Интеллектуальные информационные системы. Минск: ТетраСистемс, 1997. 367с.
7. Искусственный интеллект. Программные и аппаратные средства/ под ред. В.Н.Захарова, В.Ф.Хорошевского. М., 1990. 420с.
8. Кахро М.И., Калья А.П., Тыгуу Э.Х. Инструментальная система программирования на ЕС ЭВМ (ПРИЗ). М.: Финансы и статистика, 1988. 175с.
9. Кузнецов И.П. Семантические представления. М.: Наука, 1986. 293с.
10. Куприянов В.В., Фомичева О.Е. Интеллектуализация технологий автоматизированных систем. М.: Наука.1994. Ч.1. 101 с.
11. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта.М.:Мир, 1991. 568с.
12. Минский М. Фреймы для представления знаний. М.: Энергия, 1979. 150с.
13. Парасюк И.Н., Сергиенко И.В. Пакеты программ анализа данных:- технология разработки. М.:Финансы и статистика, 1988. 160с.
14. Попов Э.В. Общение с ЭВМ на естественном языке. М: Наука, 1982. 360 с.
15. Статические и динамические экспертные системы: учеб.пособие / Э.В.Попов, И.Б.Фоминых, Е.Б.Кисель, М.Д.Шапот. М.: Финансы и статистика, 1996. 320с.

16. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М: Наука, 1988. 280с.
17. Поспелов Г.С. Системный анализ и искусственный интеллект. М:ВЦ АН СССР, 1980. 200с.
18. Поспелов Г.С., Поспелов Д.А. Искусственный интеллект прикладные системы. М.: Знание, 1985. 48с.
19. Поспелов Д.А. Фантазия или наука. На пути к искусственному интеллекту. М: Наука, 1982. 220с.
20. Прикладные системы искусственного интеллекта: сб. науч. тр.Кишинев. 1993.№3. 300с.
21. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: Теория и практика.М:Наука, 1986. 88с.
22. Автоматизированные системы обработки экономической информации /В.С.Рожков [и др.]. М.: Финансы и статистика, 1986. 300с.
23. Романов В.П.Интеллектуальные информационные системы в экономике:учеб.пособие / под ред. Н.П. Тихомирова. М.: Изд-во «Экзамен», 2003. 496 с.
24. Семантика и представление знаний. Труды по искусственному интеллекту // Ученые записки Тартусского университета.1980.
25. Сомин Н.В. , Аристова Л.С., Батырь И.В. Система интегрированной разработки инженерных и управленческих систем (СИРИУС). М., 1983, 362с.
26. Проблемно-ориентированные диалоговые среды / П.И.Соснин, Н.Г.Ярушкина, О.Н.Евсеева, А.Ю. Левицкий. Саратов: Саратовский университет, 1995. 99с.
27. Титоренко Г.А.Автоматизированные информационные технологии в экономике:учебник. М.: Компьютер, ЮНИТИ, 1998. 400с.
28. Трахтенгерц Э.А, Степин Ю.П., Андреев А.Ф Компьютерные методы поддержки принятия управленческих решений в нефтегазовой промышленности. М.: СИНТЕГ, 2005. 592 с.
29. , Кояма Т. Представление и использование знаний /Х.М.Уэно[и др.]. М.: Мир,1990. 220с.
30. Хорошевский В.Ф. Разработка и реализация экспертных систем - инструментальный подход// Известия АН СССР.Техническая кибернетика.1986. №5. С.100-114.
31. Хорошевский В.Ф. Системная информатика // Наука. 1997. №5. С.80-121.
32. Богаткина Ю.Г., Пономарева И.А., Еремин Н.А. Применение информационных технологий для экономической оценки нефтегазовых инвестиционных проектов. М.: Макс-Пресс, 2016. 148 с.

*Богаткина Юлия Геннадьевна, канд.техн.наук, вед.науч.сотр., [ubgt@mail.ru](mailto: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](mailto:ermn@mail.ru), [eremin@ipng.ru](mailto:eremin@ipng.ru), Россия, Москва, Институт проблем нефти и газа Российской академии наук, Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина*

*INTELLIGENT MODELING TECHNOLOGIES CALCULATION  
OF ECONOMIC INDICATORS FOR EVALUATION OIL AND GAS DEPOSITS*

*Yu.G. Bogatkina, N.A. Eremin*

*We consider the methodology for calculating economic indicators for assessing the oil and gas fields and the methodological approach for the use of intelligent technologies in oil and gas projects. A major contribution to the theory of constructing systems oriented to processing large volumes of source data and able to flexibly adapt to changing conditions of information processing was made by a new direction based on the theory of artificial intelligence using semantic networks. It is relevant that the methodology under consideration and the intellectual approach formed the basis for creating a knowledge base of a subject area, which is understood as a technical and economic assessment of options for developing oil and gas fields.*

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

*Bogatkina Yulia Gennadiyevna, candidate of technical sciences, leading researcher, [ubgt@mail.ru](mailto:ubgt@mail.ru), Russia, Moscow, Institute of Oil and Gas Problems, Russian Academy of Science,*

*Eremin Nikolai Alexandrovich, doctor of technical sciences, professor, vice director, [ermn@mail.ru](mailto:ermn@mail.ru), Russia, Moscow, Institute of Oil and Gas Problems, Russian Academy of Science*

Reference

1. Abdikeev N. M. Design of intelligent systems in Economics. Russian Academy of Economics. G. V. Plekhanov. M.: 2003. 312 p.
2. Bashmakov A. I., Bashmakov I. A. Intellectual information technologies: studies. Benefit. Moscow: MGTU Publishing house. N. E. Bauman. 2005. 304 p.
3. Vagin V. N. Deduction and generalization in decision-making systems. M.: Science, 1988. 384 p.
4. Glushkov V. M. Fundamentals of paperless Informatics. M.: Science, 1987. 500C.
5. Efimov E. I. intellectual problem Solvers task. M.: Science, 1982. 320 p.
6. Zmitrovich A. I. Intelligent information systems // Minsk, Tetrasystems. 1997. 367p.
7. Artificial intelligence. Software and hardware / ed. V. N. Zakharov, V. F. Khoroshevsky. 1990. 420C.
8. Kahro M. I., Kalia, A. P., E. H. Tyugu Instrumental programming system on UCS (the PRIZE) // finances and statistics, 1988. 175 p
9. Kuznetsov I. P. Semantic representation. M.: Science, 1986. 293 p.
10. Kupriyanov V. V., Fomicheva O. E. Intellectualization of technologies of automated systems. M.: Science. 1994. Part 1. 101 c.
11. Lorier J.-L. artificial intelligence Systems. Moscow: Mir, 1991. 568c.

12. Minsky M. Frames for knowledge representation. M.: Energy, 1979. 150с.
13. Parasyuk I. N., Sergienko I. V. data analysis software Packages: - development technology. Moscow: Finance and statistics, 1988. 160 с.
14. Popov E. V. Communication with computers in natural language. M: Science, 1982. 360 p.
15. Popov E. V., Fomin I. B., Kissel, E. B., Shapot M. D. Static and dynamic expert systems: textbook. benefit. Moscow: Finance and statistics, 1996. 320с.
16. Pospelov G. S. Artificial intelligence is the basis of new information technology. M: Science, 1988. 280 с.
17. Pospelov G. S. System analysis and artificial intelligence. M: VC AS USSR, 1980. 200 с.
18. Pospelov G. S., Pospelov D. A. Artificial intelligence application systems. M.: Knowledge, 1985. 48 с.
19. Pospelov D. A. Fantasy or science. On the way to artificial intelligence. M: Science, 1982. 220с.
20. Pospelov D. A. applications of artificial intelligence: scientific collection. Tr. Kishinev. 1993. No. 3. 300 с.
21. Pospelov D. A. Situational management: Theory and practice. M: Science, 1986. 88 с.
22. Automated systems for processing economic information / V. S. Rozhkov [et al.] // M.: Finance and statistics, 1986. 300 с.
23. Romanov V. p. Intellectual information systems in Economics: studies. textbook / ed.P. Tikhomirova. M.: publishing house "EXA-men", 2003. 496 p
24. Semantics and knowledge representation. Works on artificial intelligence // Scientific notes of the University of Tartu. 1980. 200 с.
25. Somin N. V., Aristova L. S., Batyr I. V. system of integrated development of engineering and management systems (SIRIUS). M: 1983, 362 p.
26. Problem-oriented dialog environment / P. I. Sosnin, N. G. Yarushkina, O. N. Evseeva, A. Yu., Levitsky // S.: Saratov University, 1995. 99s.
27. Titorenko G. A. Automated information technologies in Economics: textbook. M.: Computer, UNITY, 1998. 400С.
28. Trachtengerts E. A, Stepin Yu. P., Andreev A. f. Computer methods of management decision support in the oil and gas industry. M.: SINTEG, 2005. 592 p
29. , Koyama T. Representation and use of knowledge / H. M. Ueno [et al.] // M.: Mir, 1990. 220 S.
30. Khoroshevsky V. F. Development and implementation of expert systems - an instrumental approach // Izvestiya an SSSR. Technical Cybernetics. 1986. No. 5. P. 100-114.
31. Khoroshevsky V. F. System Informatics. N: Science, 1997. No. 5. P. 80-121.
32. Bogatkina Yu. G., Ponomareva I. A., Eremin N. A. Application of information technologies for economic evaluation of oil and gas investment projects. Moscow: MAKS-Press, 2016. 148.

<i>Кутепов Ю.И., Кутепова Н.А., Кутепов Ю.Ю., Саблин М.В.</i> Геомеханические процессы при подработке техногенных и естественных массивов.....	282
<i>Панжин А. А., Харисов Т. Ф., Харисова О. Д.</i> Комплексное геомеханическое обоснование углов заоткоски бортов карьера.....	295
<i>Панжин А. А., Панжина Н. А.</i> Исследование напряженно-деформированного состояния и структуры породного массива при открытой геотехнологии.....	307
<i>Спирин В.И., Ливинский И.С., Хормазабаль Э.</i> Оптимизация конструкций бортов карьеров на основе оценки рисков.....	317
<i>Угольников Н.В., Доможиров Д.В.</i> Обеспечение безопасности буровзрывных работ при взрывании парносближенных скважин высоких уступов на карьерах.....	332

### **ЭКОНОМИКА**

<i>Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А.</i> Интеллектуальные технологии моделирования расчета экономических показателей для оценки месторождений нефти и газа.....	344
--	-----

Научное издание

**ИЗВЕСТИЯ  
ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**

**Выпуск 3**

Редакторы Н.М.Качурин, С.Г.Лихачева

*Компьютерная правка и верстка Б.С.Яковлев, Т.В.Бекленищева*

Учредитель:

ФГБОУ ВО "Тульский государственный университет"  
300012, г. Тула, просп. Ленина, 92

Изд. лиц. ЛР № 020300 от 12.02.97

Подписано в печать 16.09.19 Дата выхода в свет 23.09.19

Формат бумаги 70×100 1/8. Бумага офсетная

Усл. печ. л. 58,2

Тираж 500 экз. Заказ 116

Цена свободная

Адрес редакции:

300012, г. Тула, просп. Ленина, 92

Адрес издателя:

300012, г. Тула, просп. Ленина, 95

Отпечатано в Издательстве ТулГУ

300012, г. Тула, просп. Ленина, 95