№3 (70) МАЙ 2019

# НЕФТЬ ГАЗ ЭКСПОЗИЦИЯ

научно технический журнал

ISSN 2076-6785

входит в перечень ВАК

## ЛУКОЙЛ

Оценка пластового давления методом аппроксимации

## ГАЗПРОМ

Моделирование жизненного цикла пластовой углеводородной системы

Запас прочности участков магистрального газопровода

## ТАТНЕФТЬ

Выявление зон недокомпенсации на многопластовых объектах

АКСИОС

Инновационное производство уплотнений для всех отраслей промышленности

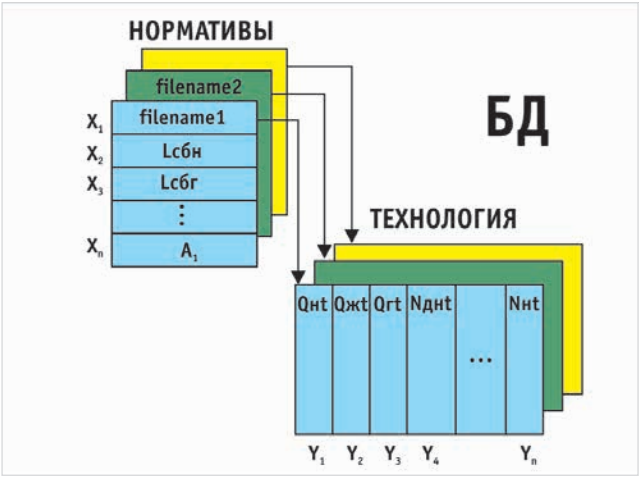
**aksios.com**

Мы с теми, кто бережёт ресурсы и окружающую среду

Available on the App Store

## Добыча

**40** Ю.Г. Богаткина, Н.А. Еремин. Механизмы экономико-рентабельного инжиниринга нефтегазовых ресурсов



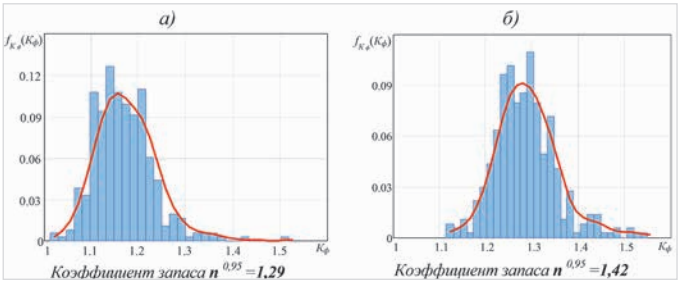

**48** А.Г. Козубовский, М.В. Гурбо, Т.В. Кузьмина. Метод аппроксимации недовосстановленных КВД, КПД, КВУ с целью оценки пластового давления

**54** С.Б. Колесова, М.Б. Полозов. Использование кислотного ГРП для повышения нефтеотдачи низкопроницаемых неоднородных коллекторов каширо-подольских отложений

# ТРАНСПОРТИРОВКА

## Трубопровод

**58** С.Л. Голофаст. Влияние фактических закономерностей распределения предела текучести стали 17Г1С на коэффициент запаса прочности участков магистрального газопровода




# ПЕРЕРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ

## Переработка

**66** А.А. Разбойников, Н.С. Барсуков. Метод определения способа утилизации попутного нефтяного газа

# МЕРОПРИЯТИЯ

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**
Шарафутдинов И.Н. / ildar@expoz.ru

**ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР:**
Бикбаев Т.Н. / general@runeft.ru

**ДИЗАЙН И ВЕРСТКА:**
Шевцов А.А. / design@runeft.ru
Маркин Д.В. / dima@expoz.ru

**РАБОТА С КЛИЕНТАМИ:**
Баширов М.М. / marat@runeft.ru
Никифоров С.А. / serg@runeft.ru
Корнилов С.Н. / stas@runeft.ru
Игнатьев Д.В. / runeft@runeft.ru

**ПОДПИСКА:**
Новикова Ю.А. / office@runeft.ru

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**
Helmut Gaertner — Sc.D., ex-president EAGE (Germany)
Tayfun Babadagli — Sc.D., professor (Canada)
Абукова Л.А.— д.г.-м.н., профессор
Алтунина Л.К. — д.т.н., профессор
Ахапкин М.Ю. — к.т.н.
Аширмамедов М.А. — д.г.-м.н. (Туркменистан)
Баюк И.О. — д.ф.-м.н.
Бектенов Н.А. — д.х.н., профессор (Казахстан)
Богоявленский В.И. — д.г.-м.н., член-корреспондент РАН
Волож Ю.А. — д.г.-м.н.
Гогоненков Г.Н. — д.т.н., профессор
Голофаст С.Л. — д.т.н., профессор
Завидей В.И. — д.т.н., профессор
Индрупский И.М. — д.т.н., профессор
Ишматов З.Ш. — к.т.н.
Кемалов А.Ф. — д.т.н., профессор
Кемалов Р.А. — к.т.н.
Котельникова Е.Н. — д.г.-м.н., профессор
Лукьянов О.В.
Мануков В.С.
Морозов В.П. — д.г.-м.н., профессор
Муртазина Т.М. — к.т.н.
Николаев А.В. — д.ф-м.н, член-корреспондент РАН
Песин М.В. — к.т.н., доцент
Пунанова С.А. — д.г.-м.н.
Теляшев Э.Г. — д.т.н., профессор
Шустер В.Л. — д.г.-м.н., профессор

# CONTENT


## EXPLORATION AND DEVELOPMENT

### Geology

**14** Anatoliy S. Borisov, Evgenia E. Andreeva, Liliya Z. Anisimova, Evgenia M. Nurieva, Arsen A. Titov. Geological archives as a source of new knowledge about old oil and gas fields

**18** Mikhail V. Rodkin. Some statistical patterns in concentrations of metals in hydrocarbon and ore deposits

## PRODUCTION

### Oil production

**23** Natalia A. Skibitskaya, Andrey N. Volkov, Aleksandr A. Latyshev, Ilya M. Indrupskiy, Andrey A. Popov, Vladimir A. Kuzmin, Mikhail N. Bolshakov. Experimental modelling of the life-cycle of reservoir hydrocarbon system during depletion of an oil-gas-condensate reservoir (on the example of Vuktyl OGCF)

**34** Oleg V. Denisov, Ruslan G. Girfanov. Identification of the undercompensation zones based on analysis of production and injection volumes in the operating well stock

**40** Yulia G. Bogatkina, Nikolai A. Eremin. Mechanisms of economic and profitable engineering of oil and gas resources

**48** Aleksandr G. Kozubovsky, Mikhail V. Gurbo, Tat'yana V. Kuzmina. The method of approximation incomplete recovery of pressure at Build-Up, Pressure Falloff, level recovery to determine reservoir pressure

**54** Svetlana B. Kolesova, Mikhail B. Polozov. Using acid fracturing for promotion oil recovery of low-permeable heterogeneous reservoirs of Kashiro-Podolsk sediments

## TRANSPORT

### Pipeline

**58** Sergey L. Golofast. The effect of the actual patterns of distribution of the yield strength of steel 17G1S on the safety factorof main gas pipeline sections

## REFINING AND DELIVERY

### Oil refining

**66** Aleksandr A. Razboynikov, Nikolai S. Barsukov. Method of selecting the method of utilization of associated oil gas

## ACTIVITIES



OIL&GAS EXPOSITION

**ISSUE:**
3 (70) May 2019

**GENERAL OFFICE:**
N.Chelny, Republic of Tatarstan, Russia
3/14 Mira avenue, Suite 145
+7 (8552) 38-51-26, 38-49-47

**REPRESENTATIVE OFFICES:**
Moscow, Russia
38/3 Narodnogo opolcheniya str., Suite 212
+7 (499) 350-13-85

**Miami, FL, USA,**
801 Three islands blvd., Suite 217,
Hallandale Beach, 33009
+1 (954) 646-19-08

**Hilden, Germany**
+49 (1577) 958-68-49

**URL:**
www.runeft.ru

**FOUNDER AND PUBLISHER:**
Expozitsiya Neft' Gas, LLC

**EDITOR IN CHIEF:**
Ildar Sharafutdinov / ildar@expoz.ru

**EDITOR**
Timur Bikbaev / general@runeft.ru

**DESIGNER:**
Andrey Shevtsov / design@runeft.ru
Dmitriy Markin / dima@expoz.ru

**MANAGERS:**
Marat Bashirov / marat@runeft.ru
Sergey Nikiforov / serg@runeft.ru
Stas Kornilov / stas@runeft.ru
Denis Ignatyev / runeft@runeft.ru

**SUBSCRIPTION:**
Julia Novikova / office@runeft.ru

**PRINTED:**
Logos typography Kazan
+7 (843) 231-05-46
**ISSUE DATE:** 21.05.2019

**CIRCULATION:** 10 000 copies



**EDITIORIAL BOARD:**
Helmut Gaertner — Sc.D. (Germany)
Tayfun Babadagli — Sc.D., professor (Canada)
Abukova L.A.—Sc.D., professor
Altunina L.K. — Sc.D., professor
Ahapkin M.Yu. — Ph.D.
Ashirmamedov M.A. — Sc.D. (Türkmenistan)
Bayuk I.O. — Sc.D.
Bektenov N.A. — Sc.D., professor (Kazakhstan)
Bogoyavlenskiy V.I. — Sc.D., corr. member, RAS
Vologh Yu.A. — Sc.D.
Gogonenkov G.N. — Sc.D., professor
Golofast S.L. — Sc.D., professor
Zavidei V.I. — Sc.D., professor
Indrupskiy I.M. — Sc.D., professor
Ishmatov Z.Sh. — Ph.D.
Kemalov A.F. — Sc.D., professor
Kemalov R.A. — Ph.D.
Kotelnikova E.N. — Sc.D., professor
Lukyanov O.V.
Manukov V.S.
Morozov V.P. — Sc.D., professor
Murtazina T.M. — Ph.D.
Nikolaev A.V. — Sc.D., professor
Pesin M.V. — Ph.D., assoc. prof.
Punanova S.A. — Sc.D.
Telyashev E.G. — Sc.D., professor
Shuster V.L. — Sc.D., professor

УДК 622.276

# Механизмы экономико-рентабельного инжиниринга нефтегазовых ресурсов

DOI: 10.24411/2076-6785-2019-10031

**Ю.Г. Богаткина**
к.т.н., ведущий научный сотрудник
ubgt@mail.ru

**Н.А. Еремин**
д.т.н., заместитель директора
ermn@mail.ru

Институт проблем нефти и газа Российской академии наук (ИПНГ РАН)

**В условиях цифровой нефтегазовой экономики использование методов аналитических исследований в сфере инвестиционной деятельности нефтяных компаний становится все более важным. В статье рассмотрены механизмы экономико-рентабельного инжиниринга освоения нефтегазовых ресурсов. Создана и апробирована информационно-логическая система «Граф» для экономико-рентабельного моделирования нефтегазовых инвестиционных проектов как в России, так и за рубежом. ИЛС «Граф» контролирует правильность логического вывода на основании базы данных и базы знаний проблемной области с целью комплексной оценки вариантов разработки месторождений нефти и газа на основании знаний экспертов. Актуальность исследования обусловлена необходимостью создания механизмов экономической оценки нефтегазовых ресурсов в условиях динамичного становления цифровой нефтегазовой экономики России.**

**Материалы и методы**
Проблемно ориентированные технико-экономические модели и методы по экономико-рентабельной оценке нефтегазовых инвестиционных проектов; инженерия нефтегазовых знаний и технологий, машинная обработка данных.

**Ключевые слова**
экономико-рентабельный инжиниринг, цифровой инжиниринг, инжиниринг знаний, цифровая нефтегазовая экономика, нефтегазовые ресурсы; инвестиционный нефтегазовый проект; экономико-математический метод; проектные решения, автоматизированная оценка, технико-экономические показатели, интеллектуальные алгоритмы

Из истории применения информационных систем в нефтегазовом производстве известно, что с помощью компьютерной обработки информации стало возможно значительно ускорить время по сбору, систематизации и обработке данных в прикладных системах по оценке вариантов разработки месторождений нефти и газа [1– 5]. Однако применяемые технологии не позволяли изменять алгоритмы обработки информации в процессе проведения расчетов. К недостаткам проблемно-ориентированных систем следует отнести недостаточную гибкость при решении прикладных задач [2, 5–12].

Отдельно отметим, что оценка нефтегазовых инвестиционных проектов в настоящее время должна основывается на современных подходах инженерии знаний [1, 2, 5, 9–11, 13–15]. В основе этих подходов лежит концепция, которая предполагает выделение из экспертной информации важнейших компонент знаний с целью их оперативного использования. Решение этой задачи должно выполняться инженером по знаниям (инженером-системотехником), который хорошо знает предметную область и принципы системного подхода.

Возникновение концепции инженерии знаний связано с инструментарием центров обработки геоданных (методы, процедуры, алгоритмы), созданием информационных запросов на базе русского технического языка и проведением аналитических расчетов. Основное отличие нефтегазовых знаний от «сырых» геоданных состоит в их структурированности [11–13, 15–23]. Отметим, что под геоданными понимается множество входной геологической, технической, технологической и нормативной информации по вариантам разработки месторождений нефти и газа, а также модели математических расчетов.

Методы инструментальной обработки геолого-промысловой информации и инженерии геознаний положены в основу автоматизированной оценки проектов в нефтегазодобыче [2–5, 8–16, 18–22, 24–38].

Разработанная на основе изложенной концепции система «Граф», позволяет проводить в автоматизированном режиме комплексную оценку нефтегазовых инвестиционных проектов по технологическим вариантам. Двудольные графы в интерактивном интерфейсе служат созданию набора расчетных технико-экономических моделей [2, 6, 7, 15, 39–43, см. рис. 1]. В системе применяются специальные шаблоны. В них поступает информация, которая содержится в банке технологических показателей, формируемом с помощью САПР по разработке месторождений (см. рис. 1, 2, 3, [13]).

Такие показатели, как годовая добыча углеводородного сырья, нагнетание рабочих и химических агентов, эксплуатационный фонд скважин, ввод в эксплуатацию скважин из бурения формируют технологическую часть базы данных (см. рис. 3).

Множество экономических нормативов затрат представлено на рис. 4, 5.

Отметим, что принципы от общего к частному и от частного к общему были использованы при создании базы нефтегазовых знаний.

При моделировании допускается естественная ошибочность ввода информации, что устраняется системой в процессе интерактивного диалога.

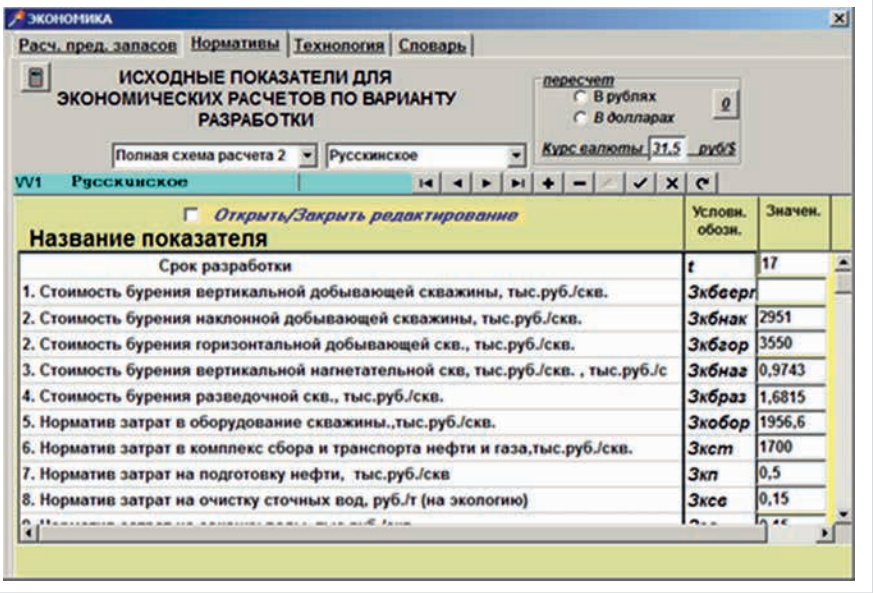



*Рис. 1 — Внешний вид базы данных (БД) технико-экономических показателей по нефтегазовому проекту*
*Fig. 1 — The appearance of the database (DB) of technical and economic indicators for the oil and gas project*

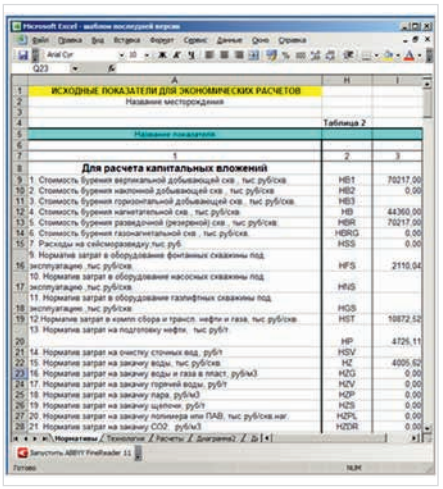


*Рис. 2 — Фрагмент опросного шаблона по вводу экономических показателей*
*Fig. 2 — Fragment of the survey template for entering economic indicators*

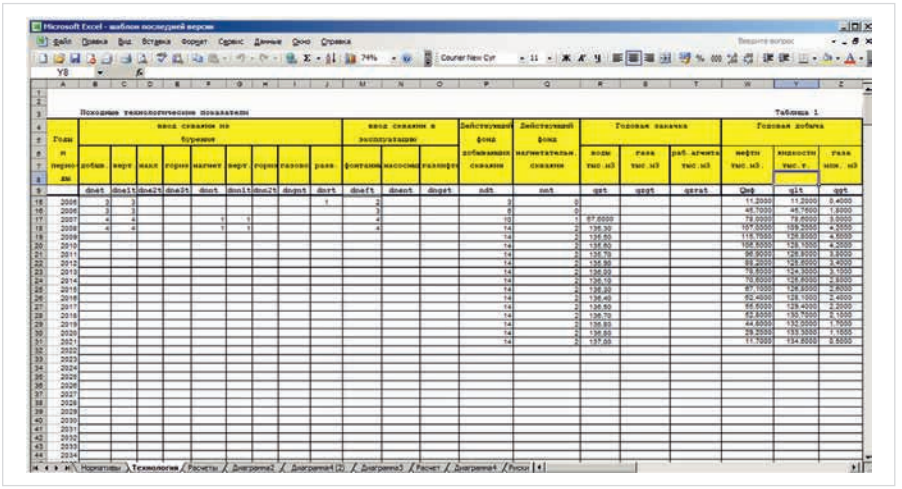


*Рис. 3 — Фрагмент опросного шаблона по вводу технологических показателей*
*Fig. 3 — Fragment of the questionnaire template for entering technological indicators*

Системный анализ семантических сетей положен в основу функционирования базы нефтегазовых знаний. Для пользователя важно, что общение с системой основано на профессиональных знаниях эксперта-прикладника.

Структура баз данных и базы знаний показана на рис. 6. Из рисунка видно, что база знаний связана с базой данных технологических показателей и базой данных удельных экономических показателей на основе названий терминальных вершин графов. Отметим, что все налоговые модели стран-недропользователей входят в отдельный блок.

Функционал инструментария интеллектуальной системы «Граф» раскрыт в работе [2].

Каждый расчет в программной среде «Граф» представляется в виде функциональных отношений. Скомпилированный на основе запроса алгоритм является результатом решения прикладной задачи.

ИЛС «Граф» ориентирована на решение двух задач: наполнение базы знаний новыми моделями и проведение технико-экономических расчетов по варианту разработки месторождения. Первый режим ориентирован на интерактивный диалог с экспертами при посредничестве инженера по знаниям. Второй режим предполагает расчет технико-экономических показателей в среде электронных таблиц [15].

Вариант разработки месторождения представляет собой систему из совокупности исходных данных, взятых из анкет-шаблонов, и аналитических формул (алгоритмов), взятых из базы знаний.

Семантическая сеть в активном состоянии осуществляет связь терминальных вершин с исходными геоданными (скаляр, вектор). Кроссовер (планировщик вычислений) осуществляет процесс обработки геоданных и геознаний.

Представим работу системы подробней (см. рис. 7).

На первом шаге производится обращение к базе данных, из которой считываются ссылки имен исходных данных. На втором шаге осуществляется обращение к базе знаний и библиотеке расчетных алгоритмов в результате чего устанавливаются связи с аналитическими алгоритмами и нелинейными процедурами.

Кроссовер анализирует связи между моделями. Выбор расчетных моделей осуществляется на основе алгоритмов сочетаний пар и глубинного поиска. В результате формируется код программы, содержащий имена исходных переменных и расчетный алгоритм. На следующем шаге код расчетной программы сохраняется в памяти. Технико-экономические расчеты осуществляются после активизации кода программы в блоке электронных таблиц.

**Итоги**

В заключении отметим, что ИЛС «Граф» контролирует правильность логического вывода на основании базы данных и базы знаний проблемной области с целью комплексной оценки вариантов разработки месторождений нефти и газа на основании знаний экспертов. Система использовалась для экономической оценки нефтегазовых инвестиционных проектов в России: Западная Сибирь, Ханты-Мансийский АНО; Ямало-Ненецкий АНО; Тимано-Печорская НГП, Волго-Уральская область; Казахстан; морские месторождения Сахалина; Азовского и Каспийских морей; за рубежом — Сирия, Ирак, Алжир [7, 15, 25, 39-43].

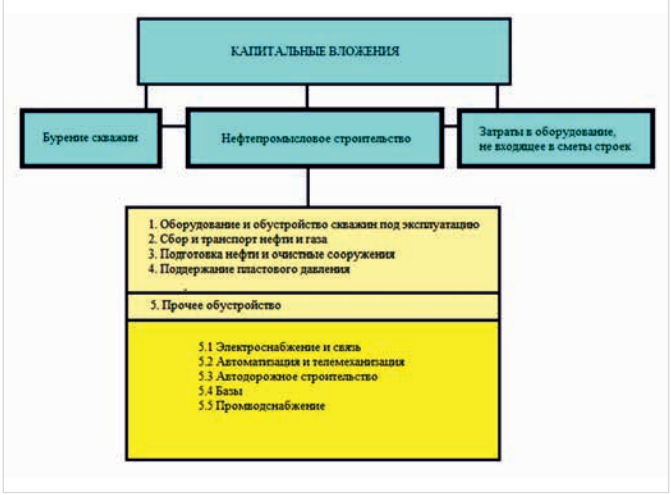



*Рис. 4 — Структура БД удельных норм затрат капитальных вложений*
*Fig. 4 — The structure of the database unit costs of capital investments*

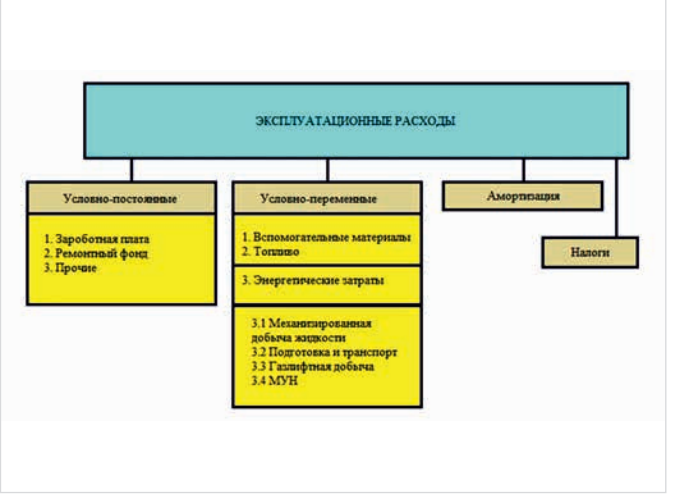



*Рис. 5 — Структура БД удельных норм эксплуатационных затрат*
*Fig. 5 — The structure of the database specific operating costs*

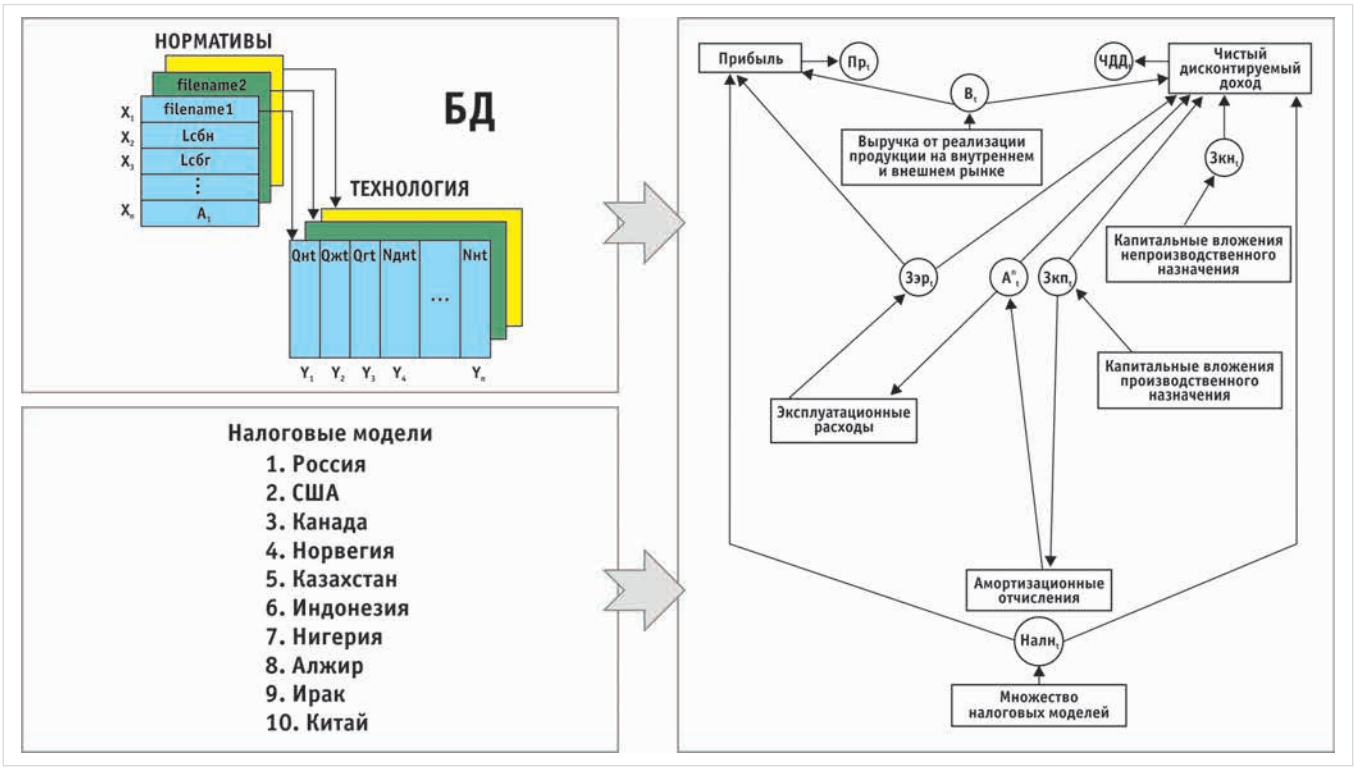



*Рис. 6 — Модель взаимодействия БД и БЗ технико-экономических показателей на основе различных налоговых моделей*
*Fig. 6 — Model of interaction between database and BR of technical and economic indicators based on various tax calculations*

**Выводы**

Система предназначена для создания оптимальных экономико-математических моделей расчетов по вариантам разработки месторождений с учетом использования мирового опыта налогообложения, а также применение интеллектуальных информационных технологий для комплексной технико-экономической оценки показателей в нефтегазовых инвестиционных проектах, что имеет важное народнохозяйственное назначение при составлении технологических схем и проектов разработки месторождений.

*Статья выполнена в рамках проекта РАН «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (0139-2018-0006).*

*Рис. 7 — Структура информационно-логической системы (ИЛС) «Граф»*
*Fig. 7 —The structure of the information-logical system (ILS) "Graph"*

**Литература**

1. Абукова Л.А., Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А. Цифровая модернизация нефтегазового комплекса России // Нефтяное хозяйство. 2017. № 10. С. 54–58. DOI: 10.24887/0028-2448-2017-10-54-58.
2. Богаткина Ю.Г., Пономарева И.А., Еремин Н.А. Поисковый алгоритм в автоматизированной системе технико-экономической оценки месторождений нефти и газа // Нефтяное хозяйство. 2009. №4. С. 105–107.
3. Chen W., Jiang H., Li J., Jiang S., Yang H., Qiao Y. A New Method for Economic Prediction of Carbonate Reservoirs Based on Expert Library and Small Database. Society of Petroleum Engineers, 2018, June 11. DOI: 10.2118/190868-MS.
4. Egba A.N., Ajienka J.A., Iledare O.O. Economic Decision Making and Risk Analysis for Water and Gas Shut-Off Application. Society of Petroleum Engineers, 2018, August 6. DOI: 10.2118/193500-MS.
5. Jalil J.S.A., Hwa L.B., Chan N., Jeran A. Automation Solutions for a Minimal Facility Offshore Wellhead Platform — Low Cost Low Power Concept. Offshore Technology Conference, 2018, March 20. DOI: 10.4043/28339-MS.
6. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Лындин В.Н. Методика формирования нормативов капитальных вложений в нефтегазовых инвестиционных проектах // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2019. №2. С. 10–15. DOI: 10.33285/1999-6942-2019-2(170)-10-15.
7. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Сарданашвили О.Н., Лындин В.Н. Экономическая оценка разработки Ольховского месторождения с применением различных налоговых моделей в недропользовании // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2019. №1. С. 14–19. DOI: 10.33285/1999-6942-2019-1(169)-14-19.
8. Hassen R.A., Fulford D.S., Burrows C.T., Starley G.P. Decision-Focused Optimization: Asking the Right Questions About Well-Spacing. Society of Petroleum Engineers, 2018, August 28. DOI: 10.2118/191783-MS.
9. Luo G., Tian Y., Bychina M., Ehlig-Economides C. Production Optimization Using Machine Learning in Bakken Shale. Unconventional Resources Technology Conference, 2018, August 9. DOI: 10.15530/URTEC-2018-2902505.
10. Nwachukwu A., Jeong H., Sun A., Pyrcz M., Lake L.W. Machine Learning-Based Optimization of Well Locations and WAG Parameters under Geologic Uncertainty. Society of Petroleum Engineers, 2018, April 14. DOI: 10.2118/190239-MS.
11. Ockree M., Brown K.G., Frantz J., Deasy M., John R. Integrating Big Data Analytics into Development Planning Optimization. Society of Petroleum Engineers, 2018, October 5. DOI: 10.2118/191796-18ERM-MS.
12. Pankaj P., Geetan S., MacDonald R., Shukla P., Sharma A., Menasria S., Judd T. Application of Data Science and Machine Learning for Well Completion Optimization. Offshore Technology Conference, 2018, April 30. DOI: 10.4043/28632-MS.
13. Еремин Н.А. Моделирование месторождений углеводородов методами нечеткой логики. М.: Наука, 1994. 462 с.
14. Калянов Г.Н. CASE: Структурный системный анализ. М.: Лори, 1996. 242 с.
15. Богаткина Ю.Г., Пономарева И.А., Еремин Н.А. Применение информационных технологий для экономической оценки нефтегазовых инвестиционных проектов: М.: МАКС Пресс, 2016. 148 с.
16. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект

— основа новой информационной технологии. М: Наука, 1988. 280 с.
17. Nejadi S., Hubbard S.M., Shor R.J., Gates I. D., Wang J. Optimization of Placement of Flow Control Devices under Geological Uncertainty in Steam Assisted Gravity Drainage. Society of Petroleum Engineers, 2018, November 25. DOI: 10.2118/193364-MS.
18. Sadeed A., Tariq Z., Janjua A.N., Asad A., Hossain, M.E. Smart Water Flooding: An Economic Evaluation and Optimization. Society of Petroleum Engineers, 2018, August 16. DOI: 10.2118/192330-MS.
19. Shirangi M.G., Volkov O., Durlofsky L.J. Joint Optimization of Economic Project Life and Well Controls. Society of Petroleum Engineers, 2018, April 1. DOI: 10.2118/182642-PA.
20. Stark P.F., Bohrer N.C., Kemner T.T., Magness J., Shea A., Ross K. Improved Completion Economics Through Real-time, Fiber Optic Stimulation Monitoring. Society of Petroleum Engineers, 2019, January 29. DOI: 10.2118/194314-MS.
21.Temizel C., Zhiyenkulov M., Ussenova K., Kazhym T., Canbaz C.H., Saputelli L.A. Optimization of Well Placement in WaterfloodsWith Optimal Control Theory Under Geological Uncertainty. Society of Petroleum Engineers, 2018, September 24. DOI: 10.2118/191660-MS.
22. Ugueto C.G.A., Wojtaszek M., Huckabee P.T., Reynolds A., Brewer J., Acosta L. Accelerated Stimulation Optimization via Permanent and Continuous Production Monitoring Using Fiber Optics. Unconventional Resources Technology Conference, 2018, August 9. DOI: 10.15530/URTEC-2018-2901897.
23. Vincent P., Schaaf T. Reservoir and Economic Uncertainties Assessment for Recovery Strategy Selection: Use of Stochastic Decision Trees. Society of Petroleum Engineers, 2018, June 8. DOI: 10.2118/190858-MS.
24. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++. М: Бином, 1998. 550 с.
25. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Многокритериальная оптимизация варианта разработки месторождения в инвестиционном проекте. // Нефтяное хозяйство. 2014. №8. С. 106–109.
26. Adegbite J.O. Modeling, Application, and Optimization of Engineered Water Injection Technology in Carbonate Reservoirs. Society of Petroleum Engineers, 2018, September 24. DOI: 10.2118/194032-STU.
27. Al-Barazi N., Elekhteiar H.M.A., Swapnil B., Sujit B. Implementation of Well Performance Management System WPMS Leads to Significant Cost, Time Reduction. Society of Petroleum Engineers, 2018, December 10. DOI: 10.2118/193667-MS.
28. Al-Ismael M., Awotunde A., Al-Yousef H., Al-Hashim H. A Well Placement Optimization Constrained to Regional Pressure Balance. Society of Petroleum Engineers, 2018, June 8. DOI: 10.2118/190788-MS.
29. Al-Murayri M.T., Hassan A.A., Al-Ajmi N.A., Wartenberg N., Delbos A., Suzanne G. Methodology to Improve Techno-Economic Viability of Surfactant-Flooding in a Shallow Sandstone Heavy Oil Reservoir. Society of Petroleum Engineers, 2018, December 10. DOI: 10.2118/193665-MS.
30. Canchucaja R., Sueiro M. Feasibility of Nitrogen Injection in a Multi-layered Lean Gas Condensate Reservoir. Society of Petroleum Engineers, 2018, October 15. DOI: 10.2118/191652-18RPTC-MS.
31. Cobanoglu M., Shukri I., Omairi R. Assessment of Condensate Recovery Improvement Through Gas and Water Injection: A Case Study for a Large Heavily Depleted Very Rich Gas Condensate Field in the Sultanate of Oman. Society of Petroleum Engineers, 2018, November 12. DOI: 10.2118/192684-MS.
32. Upamali K.A.N., Liyanage P.J., Jang S.H., Shook E., Weerasooriya U.P., Pope G.A. New Surfactants and Cosolvents Increase Oil Recovery and Reduce Cost. Society of Petroleum Engineers, 2018, December 1. DOI: 10.2118/179702-PA.
33. Dagogo O., Iledare W., Humphrey O. Economic Viability of Infil Drilling Program for Marginal Oil Field Development: A Case Study of Sango Field in Nigeria. Society of Petroleum Engineers, 2018, August 6. DOI: 10.2118/193481-MS.
34. Fu J., Wen X.-H. An Assessment of Model-Based Multiobjective Optimization for Efficient Management of Subsurface Flow. Society of Petroleum Engineers, 2018, April 22. DOI: 10.2118/190063-MS.
35. Iyogun C.O., Chen Z. Comparative Simulation Study and Economic Analysis of Thermal Recovery Processes in Athabasca Reservoirs.Society of Petroleum Engineers, 2018, April 22. DOI: 10.2118/190082-MS.
36. Ketavarapu S.R., Sawlikar V., Qabazard A. Process Safety Management Challenges in Heavy Oil Production. Society of Petroleum Engineers, 2018, December 10. DOI: 10.2118/193790-MS.
37. Mustaqeem S.A., Khan M.W.U., Khan M.N., Qazi A.B. Exploitation of Stranded Gas Reservoirs Through Virtual Gas Pipeline in Pakistan - Techno-Economic Analysis. Society of Petroleum Engineers, 2018, January 1. DOI: 10.2118/195661-MS.
38. Qadar S., Khan M.N., Rizwan M. Need for Developing Unitization Regime and Closing Unitization Issues to Optimize the Economics and Reserves of Straddled Reservoirs in Pakistan. Society of Petroleum Engineers, 2018, January 1. DOI: 10.2118/195669-MS.
39. Пономарева И.А., Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А. Экономико-математическая оценка нефтегазового месторождения методом реальных опционов с применением факторов риска // Нефтяное хозяйство. 2015. №2. С. 12–14.
40. Пономарева И.А, Богаткина Ю.Г. Альтернативный подход к экономической оценке трудноизвлекаемых запасов при проектировании разработки месторождений // Нефтяное хозяйство. 2005. №10. С. 18–22.
41. Пономарева И.А, Богаткина Ю.Г, Еремин Н.А. Экономическая оценка месторождений среднего востока по модели BY BACK // Нефтяное хозяйство. 2004. №7. С. 76–77.
42. Пономарева И.А, Богаткина Ю.Г, Еремин Н.А. Экономическая оценка остаточных запасов нефти и газа одного из месторождений Сирии // Нефтяное хозяйство. 2005. №4. С. 14–17.
43. Пономарева И.А, Богаткина Ю.Г. Совершенствование системы налогообложения в инвестиционных проектах разработки нефтяных месторождений // Нефтяное хозяйство. 2008. №4. С. 5–8.



UDC 622.276

# Mechanisms of economic and profitable engineering of oil and gas resources

**Authors**
**Yulia G. Bogatkina** — Ph.D., leading researcher; ubgt@mail.ru
**Nikolai A. Eremin** — Full Doctor of Sciences, deputy director; ermn@mail.ru

Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Sciences (OGRI RAS)

**Abstract**
In the conditions of the digital oil and gas economy, the use of analytical research methods in the field of investment activities of oil companies is becoming increasingly important. The article discusses the mechanisms of economic and cost-effective engineering for the development of oil and gas resources. The Graf information-logical system was created and tested for economic and profitable modeling of oil and gas investment projects both in Russia and abroad. ILS "Graf" controls the correctness of the logical conclusion on the basis of the database and knowledge base of the problem area in order to comprehensively evaluate the options for the development of oil and gas fields on the basis of expert knowledge. The relevance of the study is due to the need to create mechanisms for the economic assessment of oil and gas resources in the dynamic development of the digital oil and gas economy of Russia.

**Materials and methods**
Problem-oriented technical and economic models and methods for the economic and cost-effective assessment of oil and gas investment projects; oil and gas engineering and technology engineering; machine data processing..

**Keywords**
economic-profitable engineering, digital engineering, knowledge engineering, digital oil and gas economy, oil and gas resources; oil and gas investment project; economic and mathematical method; design solutions, automated assessment, technical and economic indicators, intelligent algorithms

**Results**
In conclusion, we note that ILS Graf controls the correctness of the logical inference based on the database and knowledge base of the problem area in order to comprehensively evaluate the options for developing oil and gas fields on the basis of expert knowledge. The system was used for the economic evaluation of oil and gas investment projects in Russia: Western Siberia, the Khanty-Mansi Autonomous Non-Commercial Organization; Yamalo-Nenets Autonomous Non-Profit Organization; Timan-Pechora NGP, Volga-Ural region; Kazakhstan; Sakhalin offshore fields; The Azov and Caspian seas; abroad — Syria, Iraq, Algeria [7, 15, 25, 39-43].

**Conclusions**
The system is designed to create optimal economic and mathematical models of calculations for field development options taking into account the use of international taxation experience, as well as the use of intelligent information technologies for a comprehensive technical and economic assessment of indicators in oil and gas investment projects, which has an important national economic purpose field development.
The article was made in the framework of the RAS project “The Fundamental Basis of Innovative Technologies in the Oil and Gas Industry (0139-2018-0006).

**References**
1. Abukova L.A., Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A. T*sifrovaya modernizatsiya neftegazovogo kompleksa Rossii* [Digital modernization of Russian oil and gas complex]. NeftyanoeKhozyaystvo, 2017, issue 10, pp. 54-58. DOI: 10.24887/0028-2448-2017-10-54-58.
2. Bogatkina Yu.G., Ponomareva I.A., Eremin N.A. P*oiskovyy algoritm v avtomatizirovannoy sisteme tekhniko-ekonomicheskoy otsenki mestorozhdeniy nefti i gaza* [The search algorithm of automated system of a technical and economic estimation of oil and gas fields]. NeftyanoeKhozyaystvo. 2009, issue 4, pp. 105–107.
3. Chen W., Jiang H., Li J., Jiang S., Yang H., Qiao Y. A New Method for Economic Prediction of Carbonate Reservoirs Based on Expert Library and Small Database. Society of Petroleum Engineers, 2018, June 11. DOI: 10.2118/190868-MS.
4. Egba A.N., Ajienka J.A., Iledare O.O. Economic Decision Making and Risk Analysis for Water and Gas Shut-Off Application. Society of Petroleum Engineers, 2018, August 6. DOI: 10.2118/193500-MS.
5. Jalil J.S.A., Hwa L.B., Chan N., Jeran A. Automation Solutions for a Minimal Facility Offshore Wellhead Platform — Low Cost Low Power Concept. Offshore Technology Conference, 2018, March 20. DOI: 10.4043/28339-MS.
6. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin N.A., Lyndin V.N. M*etodika formirovaniya normativov kapital'nykh vlozheniy v neftegazovykh investitsionnykh proektakh* [A methodology of standards formation of capital investments in oil and gas investment projects]. Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex, 2019, issue 2, pp. 10–15. DOI: 10.33285/1999-6942-2019-2(170)-10-15.
7. Bogatkina Yu.G., Eremin N.A., Sardanashvili O.N., Lyndin V.N. E*konomicheskaya otsenka razrabotki Ol'khovskogo mestorozhdeniya s primeneniem razlichnykh nalogovykh modeley v nedropol'zovanii* [Economic evaluation of Olkhovsky field development applying various tax models in subsoil assets use]. Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex, 2019, issue 1, pp. 14–19. DOI: 10.33285/1999-6942-2019-1(169)-14-19.
8. Hassen R.A., Fulford D.S., Burrows C.T., Starley G.P. Decision-Focused Optimization: Asking the Right Questions About Well-Spacing. Society of Petroleum Engineers, 2018, August 28. DOI: 10.2118/191783-MS.
9. Luo G., Tian Y., Bychina M., Ehlig-Economides C. Production Optimization Using Machine Learning in Bakken Shale. Unconventional Resources Technology Conference, 2018, August 9. DOI: 10.15530/URTEC-2018-2902505.
10. Nwachukwu A., Jeong H., Sun A., Pyrcz M., Lake L.W. Machine Learning-Based Optimization of Well Locations and WAG Parameters under Geologic Uncertainty. Society of Petroleum Engineers, 2018, April 14. DOI: 10.2118/190239-MS.
11. Ockree M., Brown K.G., Frantz J., Deasy M., John R. Integrating Big Data Analytics into Development Planning Optimization. Society of Petroleum Engineers, 2018, October 5. DOI: 10.2118/191796-18ERM-MS.
12. Pankaj P., Geetan S., MacDonald R., Shukla P., Sharma A., Menasria S., Judd T. Application of Data Science and Machine Learning for Well Completion Optimization. Offshore Technology Conference, 2018, April 30. DOI: 10.4043/28632-MS.
13. Eremin N.A. M*odelirovanie mestorozhdeniy uglevodorodov metodami nechetkoy logiki* [Hydrocarbon field simulation by fuzzy logic methods]. Moscow: Nauka, 1994, 462 p.
14. Kalyanov G.N. C*ASE: Strukturnyy sistemnyy analiz* [CASE: Structural Systems Analysis]. Moscow: Lori, 1996, 242 p.
15. Bogatkina Yu.G., Ponomareva I.A., Eremin N.A. P*rimenenie informatsionnykh tekhnologiy dlya ekonomicheskoy otsenki neftegazovykh investitsionnykh proektov* [Using the information technologies for economic evaluation of oil and gas investment projects]. Moscow: MAKS Press, 2016, 148 p.
16. Pospelov G.S. I*skusstvennyy intellekt — osnova novoy informatsionnoy tekhnologii* [Artificial intelligence is the basis of a new information technology]. Moscow: Nauka, 1988, 280 p.
17. Nejadi S., Hubbard S.M., Shor R.J., Gates I. D., Wang J. Optimization of Placement of Flow Control Devices under Geological Uncertainty in Steam Assisted Gravity Drainage. Society of Petroleum Engineers, 2018, November 25. DOI: 10.2118/193364-MS.
18. Sadeed A., Tariq Z., Janjua A.N., Asad A., Hossain, M.E. Smart Water Flooding: An Economic Evaluation and Optimization. Society of Petroleum Engineers, 2018, August 16. DOI: 10.2118/192330-MS.
19. Shirangi M.G., Volkov O., Durlofsky L.J. Joint Optimization of Economic Project Life and Well Controls. Society of Petroleum Engineers, 2018, April 1. DOI: 10.2118/182642-PA.
20. Stark P.F., Bohrer N.C., Kemner T.T., Magness J., Shea A., Ross K. Improved Completion Economics Through Real-time, Fiber Optic Stimulation Monitoring. Society of Petroleum Engineers, 2019, January 29. DOI: 10.2118/194314-MS.
21. Temizel C., Zhiyenkulov M., Ussenova K., Kazhym T., Canbaz C.H., Saputelli L.A. Optimization of Well Placement in WaterfloodsWith Optimal Control Theory Under Geological Uncertainty. Society of Petroleum Engineers, 2018, September 24. DOI: 10.2118/191660-MS.
22. Ugueto C.G.A., Wojtaszek M., Huckabee P.T., Reynolds A., Brewer J., Acosta L. Accelerated Stimulation Optimization via Permanent and Continuous Production Monitoring Using Fiber Optics. Unconventional Resources Technology Conference, 2018, August 9. DOI: 10.15530/URTEC-2018-2901897.
23. Vincent P., Schaaf T. Reservoir and Economic Uncertainties Assessment for Recovery Strategy Selection: Use of Stochastic Decision Trees. Society of Petroleum Engineers, 2018, June 8. DOI: 10.2118/190858-MS.
24. Buch G. O*b"ektno-orientirovannyy analiz i proektirovanie s primerami prilozheniy na S++* [Object-oriented analysis and design with examples of applications in C ++]. Moscow: Binom, 1998, 550 p.
25. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin N.A. M*nogokriterial'naya optimizatsiya varianta razrabotki mestorozhdeniya v investitsionnom proekte* [Multiobjective optimization of the field development variant in an investment project]. Neftyanoe Khozyaystvo, 2014, issue 8, pp.106–109.
26. Adegbite J.O. Modeling, Application, and Optimization of Engineered Water Injection Technology in Carbonate Reservoirs. Society of Petroleum Engineers, 2018, September 24. DOI: 10.2118/194032-STU.
27. Al-Barazi N., Elekhteiar H.M.A., Swapnil B., Sujit B. Implementation of Well Performance Management System WPMS Leads to Significant Cost, Time Reduction. Society of Petroleum Engineers, 2018, December 10. DOI: 10.2118/193667-MS.

28. Al-Ismael M., Awotunde A., Al-Yousef H., Al-Hashim H. A Well Placement Optimization Constrained to Regional Pressure Balance. Society of Petroleum Engineers, 2018, June 8. DOI: 10.2118/190788-MS.
29. Al-Murayri M.T., Hassan A.A., Al-Ajmi N.A., Wartenberg N., Delbos A., Suzanne G. Methodology to Improve Techno-Economic Viability of Surfactant-Flooding in a Shallow Sandstone Heavy Oil Reservoir. Society of Petroleum Engineers, 2018, December 10. DOI: 10.2118/193665-MS.
30. Canchucaja R., Sueiro M. Feasibility of Nitrogen Injection in a Multi-layered Lean Gas Condensate Reservoir. Society of Petroleum Engineers, 2018, October 15. DOI: 10.2118/191652-18RPTC-MS.
31. Cobanoglu M., Shukri I., Omairi R. Assessment of Condensate Recovery Improvement Through Gas and Water Injection: A Case Study for a Large Heavily Depleted Very Rich Gas Condensate Field in the Sultanate of Oman. Society of Petroleum Engineers, 2018, November 12. DOI: 10.2118/192684-MS.
32. Upamali K.A.N., Liyanage P.J., Jang S.H., Shook E., Weerasooriya U.P., Pope G.A. New Surfactants and Cosolvents Increase Oil Recovery and Reduce Cost. Society of Petroleum Engineers, 2018, December 1. DOI: 10.2118/179702-PA.
33. Dagogo O., Iledare W., Humphrey O. Economic Viability of Infil Drilling Program for Marginal Oil Field Development: A Case Study of Sango Field in Nigeria. Society of Petroleum Engineers, 2018, August 6. DOI: 10.2118/193481-MS.
34. Fu J., Wen X.-H. An Assessment of Model-Based Multiobjective Optimization for Efficient Management of Subsurface Flow. Society of Petroleum Engineers, 2018, April 22. DOI: 10.2118/190063-MS.
35. Iyogun C.O., Chen Z. Comparative Simulation Study and Economic Analysis of Thermal Recovery Processes in Athabasca Reservoirs.Society of Petroleum Engineers, 2018, April 22. DOI: 10.2118/190082-MS.
36. Ketavarapu S.R., Sawlikar V., Qabazard A. Process Safety Management Challenges in Heavy Oil Production. Society of Petroleum Engineers, 2018, December 10. DOI: 10.2118/193790-MS.
37. Mustaqeem S.A., Khan M.W.U., Khan M.N., Qazi A.B. Exploitation of Stranded Gas Reservoirs Through Virtual Gas Pipeline in Pakistan - Techno-Economic Analysis. Society of Petroleum Engineers, 2018, January 1. DOI: 10.2118/195661-MS.
38. Qadar S., Khan M.N., Rizwan M. Need for Developing Unitization Regime and Closing Unitization Issues to Optimize the Economics and Reserves of Straddled Reservoirs in Pakistan. Society of Petroleum Engineers, 2018, January 1. DOI: 10.2118/195669-MS.
39. Ponomareva I.A., Bogatkina Yu.G., Eremin N.A. E*konomiko-matematicheskaya otsenka neftegazovogo mestorozhdeniya metodom real'nykh optsionov s primeneniem faktorov riska* [Economic and mathematical estimation of gas field by the method of real options with the risk factors application]. Neftyanoe Khozyaystvo, 2015, issue 2, pp. 11–14.
40. Ponomareva I.A, Bogatkina Yu.G. A*l'ternativnyy podkhod k ekonomicheskoy otsenke trudnoizvlekaemykh zapasov pri proektirovanii razrabotki mestorozhdeniy* [An alternative approach to the economic assessment of tight reserves in the design of field development]. Neftyanoe Khozyaystvo, 2005, issue 10, pp. 18–22.
41. Ponomareva I.A, Bogatkina Yu.G, Eremin N.A. E*konomicheskaya otsenka mestorozhdeniy srednego vostoka po modeli BY BACK* [Economic estimation of Middle East oilfields on BY BACK model]. Neftyanoe Khozyaystvo, 2004, issue 7, pp. 74–75.
42. Ponomareva I.A, Bogatkina Yu.G, Eremin N.A. E*konomicheskaya otsenka ostatochnykh zapasov nefti i gaza odnogo iz mestorozhdeniy Sirii* [Economic evaluation of oil and gas residual reserves of one of deposits of Syria]. Neftyanoe Khozyaystvo, 2005, issue 4, pp. 14–15.
43. Ponomareva I.A, Bogatkina Yu.G. S*overshenstvovanie sistemy nalogooblozheniya v investitsionnykh proektakh razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy* [Improving the tax system in oilfield investment projects]. Neftyanoe Khozyaystvo, 2008, issue 4, pp. 5–8.

PetroLine'A
ООО НПП «ПЕТРОЛАЙН-А»

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

- Система контроля параметров бурения и ремонта скважин ДЭЛ-150
- Система видеорегистрации ДЭЛ-150(В)
- Система контроля загазованности
- Система контроля расхода топлива «Пульсар»
- СКПБ ДЭЛ-150 (СКР) контроль параметров раствора

423801, РФ, Татарстан, г. Набережные Челны
ул. Лермонтова, 53 А
тел./факс +7 (8552) 535-535, 71-74-61
e-mail: main@pla.ru www.pla.ru

Техническая поддержка
бесплатная линия по РФ:
8-800-55-080-56
E-mail: tp@pla.ru