

# Тема: Разработка нефтегазовых месторождений:

вчера, сегодня, завтра

## Drilling and Production Technology: Past, Present and Future

Лопухов А.Н. (ОАО «Самотлорнефтегаз»)

к.э.н Аванян Э.А. (ООО «Нитинойл»)

к.т.н. Халов М.О. (МАИ)

Lopukhov A.N. OJSC Samotlorneftegaz

Ph.D.Econ., Avanyan E.A. LLC Nitinol

Cand. Sc. Eng. Khalov M.O. MAI

**Р**азработкой нефтегазовых месторождений в общепринятом понятии считается «осуществление научно обоснованного процесса извлечения из недр, содержащихся в них углеводородов и сопутствующих им полезных ископаемых. Этот процесс включает в себя разбуривание месторождений и выработку запасов нефти и газа» [1]. В данной статье мы расширяем это понятие и добавляем в него и процесс подготовки нефти, газа и воды (ПНГВ), с транспортировкой до ПНГВ. Это позволит нам рассмотреть месторождение как единую систему, которой можно управлять по мере ее развития.

Нефтегазовое дело ведет свое начало с момента появления первой нефтяной скважины, пробуренной полковником Эдвином Дрейком в 1859 году в США, штат Пенсильвания. Глубина скважины составляла 23м (75 футов). 27 августа была получена нефть, которую откачивали ручным насосом [2]. В России первая скважина была пробурена в 1864г. на территории Кубани, русским предпринимателем А.Н. Новосельцевым [1]. Кратко рассмотрим процесс развития нефтегазового дела, приурочив его к этапам, выбранным исходя из динамики мировой добычи нефти, т.к. извлеченная из недр нефть, является конечным показателем разработки месторождений (рис 1) [2]. На рисунке представлен график мировой добычи углеводородов в период с 1960 по 2006 годы.

It is commonly accepted that the development of oil and gas deposits is the scientific process of extracting hydrocarbons and associated minerals from the subsoil. This process includes the drilling and production of the reserves. In this article, we will expand on this definition and amend it with the process of oil, gas and water treatment (OGWT), and transportation to OGWT. This will enable us to see the deposit as a single system which could be managed through its lifecycle.

The petroleum industry takes its roots from the time when the first oil well was drilled by Colonel Edwin Drake in 1859 in Pennsylvania, USA. The well was 23 m deep (75 feet). On August, 27th the first oil was extracted using a hand pump [2]. In Russia, the first well was drilled in 1864 in Kuban region by a Russian entrepreneur A.N. Novoseltsev [1]. Let us briefly review the development of petroleum industry and time it into stages based on volumes of global oil production, mainly because extracted oil is the final indicator of deposit development (fig. 1) [2]. The below chart shows global hydrocarbon production since 1860 through 2006.

The graph demonstrates that up until 1950s, oil production was growing steadily, however since 1950 its growth started speeding up. During 1980-1989, oil production levels stabilized and since 1989 we observe steady growth. Hence the stages: first stage from 1859 to 1950, second stage from 1950 to 2000 and third stage from 2000 to 2011.

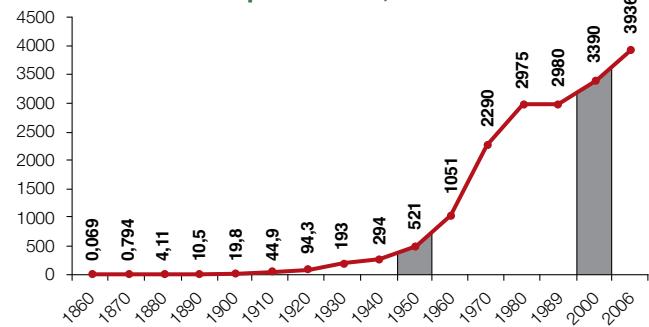
Из представленного графика видно, что рост добычи углеводородов до 1950 года является плавным, но с 1950г. ее рост начинает ускоряться, увеличиваясь каждое десятилетие в геометрической прогрессии. В период с 1980г. по 1989г. происходит стабилизация уровня добычи нефти, а с 1989г. наблюдается стабильный рост. Отсюда и этапы: первый с 1859 года по 1950год, второй этап с 1950 года по 2000 год и третий этап с 2000 года по 2011 год.

### Первый этап

В данном периоде произошло много значительных открытий в науке и технике, которые впоследствии сыграли огромную роль в развитии нефтегазового дела. Наиболее значимы из них:

- » Вышла в свет работа А.П. Крылова «Научные основы разработки нефтяных месторождений». Эта работа сыграла ключевую роль в создании самостоятельной области науки о разработке нефтяных месторождений;
- » Заложены и сформированы новые науки - физика нефтяного и газового пласта, подземная гидродинамика, разработка нефтяных и газовых месторождений, техника и технология добычи нефти и газа [3];
- » Осуществляются первые попытки моделирования разработки нефтяных пластов – электромоделирование (П.М.Белаш);
- » Выдвинут комплексный принцип решения методических и прикладных задач, с привлечением для этой цели трех отраслей знаний – промысловой геологии, подземной гидродинамики, отраслевой экономики;
- » Организовано Бюро разработки нефтяных месторождений. Бюро рассматривало разработку залежей, месторождений и их группу, как комплексную проблему;
- » Совершенствуется бурение скважин, ударный способ заменяется роторным, а затем турбинным. Разрабатываются новые способы породоразрушения (электробур, взрывное бурение);
- » Применяется фонтанная арматура, для транспортировки нефти используются трубы, появляется газлифтный способ добычи. Создается новая техника для эксплуатации скважин (ЭЦН, ШГН);
- » Первый ГРП проведен в США (1947г);
- » Создана первая вычислительная машина (1946 г. США, 1949 г. Англия);
- » Открыт ряд крупных месторождений, вот некоторые из них: Саудовская Аравия (Аль-Гавар, 1948г., запасы 20 млрд. т.; Абкаик, 1940г., запасы 1,9 млрд.т.; Катиф, 1946г., запасы 1.5 млрд.т.). Мексика (Чиконтек, 1926г., запасы 22,1 млрд.т.). Кувейт (Большой Бурган, 1946г., запасы 13 млрд.т.). Венесуэла (Шельф Боливар, 1917г.. 8,3 млрд.т.). Россия (Ромашкинское, 1948г., 5 млрд.т.) [4].

**Добыча нефти в мире, млн. т  
Global oil production, mln. tonnes**



### First stage

During this stage, many significant discoveries were made in science and technology, which later played a vital role in the development of the petroleum industry. The most significant ones are:

- » “The Scientific basis for development of oil deposits” by A.P. Krylov, was published. This work played a key role in the creation of a separate field of science for petroleum production;
- » Foundations were laid and new sciences were formed – the physics of oil and gas reservoirs (reservoir engineering), subsurface hydrodynamics, development of oil and gas deposits, technology and engineering for oil and gas mining [3];
- » First attempts were made at modeling petroleum reservoirs – electromodeling (P.M. Belash);
- » A complex principle was set up for the resolution of methodological and applied problems; three departments of knowledge were used for this purpose – field geology, subsurface hydrodynamics and industrial economics;
- » The Oil deposit development bureau was established. The bureau examined the development of fields and deposits and groups of deposits as a complex, over all problem;
- » Well drilling techniques were advanced, percussion drilling was replaced with rotary drilling and then with turbo-drilling. New methods of rock crushing were developed (electric drilling, explosion drilling);
- » The Christmas tree came into use, pipelines were used for oil transportation, and the gas-lift production method was introduced. New equipment for well operations was developed (ECP, RP);
- » First hydraulic fracture was performed in USA (1947);
- » First computing machine was developed (1946 in USA, 1949 in UK);
- » A number of large deposits were discovered, some of them are: Saudi Arabia (Al-Ghawar, 1948, 20 bln.t.; Abqaiq, 1940, 1.9 bln.t.; Qatif, 1946, 1.5 bln.t.). Mexico (Chicontepec, 1926, 22.1 bln.t.). Kuwait (Big Burgan, 1946, 13 bln.t.). Venezuela (Costa Bolivar, 1917, 8.3 bln.t.). Russia (Romashkinskoye, 1948, 5 bln.t.) [4].

Средняя стоимость барреля нефти в рассматриваемом периоде сохранялась на уровне 20 долл./барр., только в начальный период с 1861г. по 1876г., происходили изменения в диапазоне 10 – 110 долл./барр. (курс 2008г.).

## Второй этап

На втором этапе были продолжены работы, фундаментальные основы которых были заложены в первом периоде.

- » Решение проблем связанных с разработкой залежей со смешанным режимом (водонапорный и режим растворенного газа), существенно продвинулись вперед;
- » Значительное развитие получили системы разработки (обосновано внутриконтурное заводнение с разрезанием залежи рядами нагнетательных скважин);
- » Заводнение стало основным методом воздействия на залежи;
- » Получили развитие тепловые (закачка в пласт теплоносителя, внутрипластовое горение) и физико-химические (углеродные растворители, двуокись углерода, полимерные и мицеллярно-полимерные) методы воздействия на пласт;
- » Для решения задач фильтрации жидкости в пористой среде использовались численные методы (математические);
- » Разработаны методики оценки параметров пласта по результатам гидродинамических исследований;
- » Созданы теоретические основы математического моделирования пластовых систем. Модель нелетучей нефти (Bler-Oil model) или бета-модель [6];
- » Нашли широкое применение новые методы и компьютерные приложения, по моделированию разработки месторождений, разработанные в Норвегии (STORM, IRAP) (Haldorsen & MacDonald, 1987), Стэмфорде (SCRF, GSLIB) (Deutsch and Journal, 1992), IFP (Heresim) [7];
- » Вышел регламент по проектированию разработки месторождений, в котором была поставлена задача построения трехмерных геологических и гидродинамических моделей (1996г.). Большую роль в развитии моделирования в дальнейшем, сыграло постановление Центральной комиссии по разработке о необходимости построения 3D геологических и гидродинамических моделей при создании проектов разработки [7];
- » Заложены методические основы расчета параметров разработки месторождения с применением вероятно-статистических моделей. Возникли и стали развиваться модели трещиноватых и трещиновато-пористых нефтенасыщенных пластов;
- » Развивались методы непосредственного учета неоднородностей при фильтрации жидкости в нефтяных пластах;
- » Разработаны методики применения вероятно-

The average price for a barrel of oil during this stage remained around \$20/barrel and only during the initial period between, 1861-1876, were there price fluctuations in the range of \$10-110/barrel (exch. rate of 2008).

## Second stage

During the second stage, the technologies and processes that were started in stage one continued to be developed: Significant advances were made in resolving the problems related to development of combination drive reservoirs (solution gas and water);

- » A number of well development methods advanced significantly (the line drive water injection method was established);
- » Waterflooding became the main method of reservoir development;
- » Thermal (injection of heat, fireflooding) and physicochemical (carbon solvents, carbon dioxide, polymers and micellar-polymer) methods of reservoir stimulation were developed;
- » Numerical (mathematical) methods were used to calculate problems related to filtration of liquid in porous mediums;
- » Methods of formation evaluation based on hydrodynamic research data were established;
- » A theoretical basis was laid for the mathematical modeling of reservoir systems. Non-volatile oil model (Bler-Oil model) or beta-model [6];
- » Computer software for reservoir modeling was developed in Norway (STORM, IRAP) (Haldorsen & MacDonald, 1987), Stemforde (SCRF, GSLIB) (Deutsch and Journal, 1992), IFP (Heresim) [7];
- » Regulations for deposit development design were enacted, formulating the problem of creating geological and hydrodynamic 3D models (1996). A resolution of the Central Development Commission that stipulated the necessity of geological and hydrodynamic 3D models during the reservoir development design. This played a major role in further development of reservoir modeling [7];
- » The method for calculating deposit development using probability and statistical models was laid. Models of fractured and crack-porous oil saturated reservoirs emerged and developed;
- » Direct methods for the consideration of heterogeneity for reservoir fluid filtration started developing;
- » Probability and statistical methods for oil and gas production operations were developed, along with the application of synergistics for modeling of oil and gas production [8];
- » Wide application of new technologies, materials and equipment for deposit exploration and development;
- » Advances in computing equipment;
- » A special design bureau was established for the design, research and implementation of rodless pumps (SDB RP). Founder – A.A. Bogdanov (1950);
- » Jet pumps (1969), screw pulsers (1980) and diaphragm



## ТЕМАТИКА

# АКТУАЛЬНЫЕ ПР ОСВОЕНИЯ МЕСТОРО СЕКЦИИ

- Мировые запасы
- Прогноз и геохимический разведывательный поиск
- Инновации в геологии
- Геология нефти и газа

# II Международная научно-практическая конференция

## ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОДЕЗИИ

15-16 мая 2012 г.  
000 «Газпром ВНИИГАЗ»  
г. Москва



**МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:  
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»  
142717, Россия, Московская обл., Ленинский р-н, пос. Развилка**

**КОНТАКТЫ:**  
Тел: +7 (498) 657-44-21, 657-43-97, факс: +7 (498) 657-96-00  
e-mail: hcfd2012@vniiqaz.ru, www.vniiqaz.qazprom.ru/hcfd2012

статистических методов в практике нефте- и газодобыче, а также методики применения синергетики при моделировании процессов нефте- и газодобыче [8];

- » Широко применяются новые технологии, материалы и оборудование, при разведке и разработке месторождений;
- » Получила развитие вычислительная техника;
- » Создано особое конструкторское бюро по конструированию, исследованию и внедрению бесштанговых насосов (ОКБ БН). Основатель А.А.Богданов (1950г.);
- » При эксплуатации скважин используется струйные (1969г.), винтовые (1980г.). диафрагменные насосы, разработана технология «тандем» (ЭЦН+струйный насос);
- » Теоретически обосновано проведение ГРП в СССР (Христианович С.А. Желтов Ю.П. 1953г.);
- » Первые попытки применения автоматизированных систем управления на нефтепромыслах Азербайджана (1951-1952г., не успешны) [9];
- » Утверждены основные положения по обустройству и автоматизации нефтегазодобывающих предприятий (1968г.) [9];
- » Открыт ряд крупных месторождений, вот некоторые из них: Саудовская Аравия/Кувейт (Сафания-Хафжи, 1951г., запасы 11 млрд.т.), Саудовская Аравия (Манифа, 1966г., запасы 3,7 млрд.т., Хурайс, 1963г., запасы 2,7 млрд.т., Шайба, 1956г., запасы 2,4 млрд.т., Зулуф, 1965г., запасы 2 млрд.т., Берри, 1964г., 1,9 млрд.т., Абу-Сафи, 1966г., 1 млрд.т.). ОАЭ (Верхний Закум, 1969г., запасы 8,2 млрд.т., Нижний Закум, 1965г., запасы 2,5 млрд.т.). Китай (Дацин 1959г., запасы 6,3 млрд.т.). США (Прудхое Бэй Орион, 1969г., запасы 3,5 млрд.т.). Мексика (Группа Кантарел, 1971г. запасы 5,7 млрд.т.). Казахстан (Тенгиз, 1979г. запасы 3,1 млрд.т.). Россия (Самотлорское, 1965г., запасы 7,2 млрд.т., Приобское, 1982г., 5 млрд.т.) [4].

За указанный период цена одного барреля нефти менялась в разных диапазонах. 1950г. – 1970г. средняя цена составила 18долл./барр., 1970г. – 1986г. цена выросла до 100 долл./барр. и упала до 27 долл./барр. С 1986г по 2000г. средняя цена составила 27долл./барр. (курс 2008г.).

### Третий этап

На данном этапе продолжаются работы по совершенствованию процессов разработки месторождений нефти и газа.

- » Ведутся детальные исследования в области геологии, геофизики, газогидродинамики. Разрабатываются методики анализа промысловых данных, методики по оценки запасов. Быстро развиваются методы увеличения нефтеотдачи пластов (тепловые и физико-химические МУН), как в

pumps were used for well operations, “tandem” technology was developed (ECP+jet pump);

- » Theoretical substantiation of hydrofracturing in USSR (Khristianovich S.A., Zheltov Y.P., 1953);
- » First attempts at using automated management systems for oil production in Azerbaijan (1951-1952, not successful) [9];
- » Principal provisions for field construction and automation of oil and gas production enterprises were approved (1968) [9];
- » A number of large deposits were discovered, including: Saudi Arabia/Kuwait (Safaniya-Khafji, 1951, 11 bln. t.), Saudi Arabia (Manifa, 1966, 3.7 bln.t., Khurais, 1963, 2.7 bln.t., Shaybah, 1956, 2.4 bln.t., Zuluf, 1965, 2 bln. t., Berri, 1964, 1.9 bln.t., Abou Safi, 1966, 1 bln.t.). UAE (Upper Zakum, 1969, 8.2 bln.t., Lower Zakum, 1965, 2.5 bln.t.). China (Datsin, 1959, 6.3 bln.t.). USA (Prudhoe Bay Orion, 1969, 3.5 bln.t.). Mexico (Cantarell Group, 1971, 5.7 bln.t.). Kazakhstan (Tengiz, 1979, 3.1 bln.t.). Russia (Samotlorskoye, 1965, 7.2 bln.t., Priobskoye 1982, 5 bln.t.) [4].

The price for a barrel of oil during this stage had fluctuated within a number of ranges. In 1950 – 1970, the average price was \$18/barrel, in 1970 – 1986 it has gone up to \$100/barrel and then dropped to \$27/barrel. In 1986 – 2000, the average price was \$27/barrel (exch.rate of 2008).

### Third stage

During the third stage, the development of technologies to increase production efficiency continued.

- » Detailed research in geology, geophysics, gas-hydrodynamics was underway. New methods of field data analysis and reserves estimation were developed. Rapid development of improved oil recovery methods (thermal and physiochemical EOR methods), for separate wells as well as for entire deposits etc. [10];
- » Modernization of drilling methods and practices, development of methods for operations efficiency assessment and equipment performance and condition. Quality of drilling fluids and cement slurries increased. Advancements in telemetric system, first applications of side-tracking and multilateral drilling etc. [10];
- » Advancements in well surveying methods, new methods for water production restraining (WPR), usage of polymers, remedial cementing operations (RCO). Implementation of thermal pressure chemical methods, acoustic and vibration reservoir stimulation for EOR. New methods of scaling control and paraffin control are implemented. Various types of analyses are developed and implemented (for development, technology efficiency etc), application of coiled tubing etc. [10];
- » In 2006, at Priobskoye oil field (Rosneft), “Newco Well Service” company had performed hydrofracturing (HF), 864 tonnes of proppant were injected into the formation (standard volume is 30 t);



10-12  
мая  
2012



Международная конференция

# ИНМЕСТОР-2012

“ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ:  
МИРОВАЯ ПРАКТИКА И СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ”

[oilconference.ru](http://oilconference.ru)



г.Москва

Schlumberger

НИТИН ОЙЛ

ГАЗПРОМ  
НЕФТЬ

TATNEFT

CæsarSystems  
See clearly. Decide smarter.

- масштабе скважин, так и в масштабе месторождения в целом и т.д. [10];
- » Модернизируются процессы и технологии бурения, разрабатываются новые методики оценки эффективности работы и технического состояния оборудования. Повышается качество растворов используемых при бурении, качество тампонажных растворов. Совершенствуется телеметрическая система, проводятся работы по бурению боковых стволов и многоствольных скважин и т.д. [10];
  - » Улучшают методики исследования скважин, применяются новые методы ограничения водопритоков (ОВП), с применением полимеров, также технологии ремонтно-изоляционных работ (РИР). Внедряются термобарохимические методы, методы акустического и вибровоздействия для повышения нефтеотдачи пластов. Вводятся новые методы борьбы с солеотложением и парафиноотложением. Разрабатываются и внедряются различные виды анализов (разработки, эффективности применения технологий и т.д.), находят применения гибкие НКТ и т.д. [10];
  - » В 2006 году на Приобском месторождении (Компания «Роснефть»), компанией «Newco well Service» был проведен гидроразрыв пласта (ГРП), в пласт было закачано 864 тонны пропанта (стандартный объем 30т.);
  - » Широко внедряются новые модификации центробежных насосов (фирм «Алнас», «REDA», «Борец»), оборудованных датчиками давления и температуры. Изготавливаются и используются малогабаритные насосы (3 и 2 групп), двухвинтовые погружные мультифазные насосы, вентильные электродвигатели. Применяются интеллектуальные станции управления «Новомет», «Электон». Внедряются высокоточные системы погружной телеметрии для УЭЦН, энергосберегающие технологии, методы диагностики для оценки ресурса оборудования [10];
  - » Ведутся разработки промыслового оборудования с применением новых материалов (Нитинол);
  - » При эксплуатации скважин используют клапаны-отсекатели, оборудование раздельной добычи и закачки [11]. Существующая запорная арматура имеет ручной и механический приводы;
  - » Модернизируются системы управления процессами подготовки нефти, внедряются системы управления подготовкой нефти в аварийных ситуациях. Используются цифровые датчики давления и температуры, сконструирован мультинейропроцессор, для АСУ ТП нефтегазового комплекса;
  - » Внедряется технология интеллектуальных электрических сетей на нефтедобывающих предприятиях, системы автоматизации управления техническим состоянием технологического оборудования, методы системного анализа в

- » Wide implementation of new designs in centrifugal pumps (“Alnas”, “REDA”, “Borets”), equipped with pressure and temperature gauges. Manufacturing and application of small pumps (3 and 2 group), two screw submersible multiphase pumps, ac electronic motors. Implementation of smart operator stations: “Novomet”, “Electon”. Introduction of high-precision submersible remote measurement systems for ESP; new energy saving technologies and diagnostic methods for estimation of equipment life [10];
- » Development of field equipment using the latest materials (Nitinol);
- » Usage of shutdown valves in well operations; application of separated production and injection methods [11]. Existing check valves are equipped with manual and mechanical drives;
- » Modernization of oil treatment management systems, introduction of emergency situations oil treatment. Usage of digital pressure and temperature gauges, development of multi-neuroprocessors for computer-aided manufacturing of petroleum production facilities;
- » Implementation of smart power grid technology for oil production facilities, systems for automated management of production equipment, systems analysis methods used to resolve complex technical problems [10];
- » Advances in computing equipment and software (calculating, storage and processing of field data);
- » Wide implementation of modeling software for oil and gas deposit development (ROXAR, PETREL, ECLIPSE) [11];
- » “Guidelines for the development of permanent geological and technological models of oil and gas deposits” issued (2000) [11];
- » “Recommended practices for the creation of permanent geological and technological models of oil and gas deposits” are approved (2003) [11];
- » Problems of production engineering during the development and maintenance of geological hydrodynamic models, reserves estimation and reservoir engineering are being resolved [10];
- » A concept of mathematical modeling for reservoir systems based on a streamlined method is developed [10];
- » Possibility of using wireless management systems at processing facilities is examined [13];
- » Wireless geophysical control method for producing formations is developed [14];
- » Smart wells technology for underground gas storage facility is tested [15];
- » Integrated modeling – practical implementation of “Smart field” concept. Global approach to asset management [16];
- » Remote deposit development technology is proposed [17];
- » “Smart field” projects are implemented: “TNK-BP” [18], “Rosneft” [19], “SPD” (Salyam Petroleum Development) [19], “Tatneft”, “LUKOIL”, “Surgutneftegaz”, “Slavneft”.

Expocentre Fairgrounds  
Moscow, Russia



14th International Exhibition  
**NEFTEGAZ**  
**June 25-29, 2012**

Equipment and Technologies for  
the Oil and Gas Industries

[www.neftegaz-expo.ru](http://www.neftegaz-expo.ru)

Organized by  
Expocentre  
Messe Duesseldorf GmbH, Germany



3RD INTERNATIONAL CONFERENCE

**ENERCON**  
ENERGY SECURITY THROUGH  
INNOVATIVE DEVELOPMENT

**June 25-28**

[www.enercon-ng.ru](http://www.enercon-ng.ru)

- решении задач управления сложными техническими системами [10];
- » Совершенствуется вычислительная техника и программное обеспечение (программы для расчетов, хранения и обработки промысловой информации);
  - » Широко внедряется программное обеспечение для моделирования разработки нефтяных и газонефтяных месторождений (ROXAR, PETREL, ECLIPSE) [11];
  - » Вышел «Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений» (2000г.) [11];
  - » Утверждены «Методические рекомендации по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений» (2003г.) [11];
  - » Решаются проблемы организации производства при построении и сопровождении геолого-гидродинамических моделей, подсчете запасов и проектирование разработки нефтегазовых месторождений [10];
  - » Разработана концепция математического моделирования пластовых систем на базе метода линий тока [10];
  - » Рассмотрена возможность применения технологий беспроводных систем управления на перерабатывающих предприятиях [13];
  - » Разработан метод беспроводного геофизического контроля работы продуктивных пластов [14];
  - » Испытывается технология интеллектуальных скважин на подземном хранилище газа [15];
  - » Интегрированное моделирование – практическая реализация концепции «Интеллектуальное месторождение». Глобальный подход к управлению активами.[16];
  - » Предлагается технология дистанционного управления разработкой месторождения [17];
  - » Практически, внедрены проекты «Интеллектуальное месторождение» - «ТНК-ВР» [18], «Роснефть» [19], «SPD» (Салым Петролеум Девелопмент) [19], «Татнефть», «ЛУКОЙЛ», «Сургутнефтегаз», «Славнефть». В основном все проекты связаны с удаленным мониторингом и управлением добывающими скважинами;
  - » Открыт ряд крупных месторождений: Бразилия (Кариока Сугар Лоаф, 2008г., запасы 11 млрд.т.), Казахстан (Кашаган Западный, Восточный и Юго-Западный, 2000г., запасы 6,4 млрд.т.), Иран (Фердоус, 2003г., запасы 4,9 млрд.т., Даште-Абадан, 2001г., запасы 4,1 млрд.т., Ядаваран 2003г., 3 млрд.т.) [4].

Стоимость барреля нефти за данный период значительно увеличилась от 27 до 79 долл./барр. В 2011 году она выросла до 100 долл. [4].

Essentially, all of the projects are related to remote monitoring and producing wells management; A number of large deposits were discovered: Brazil (Carioca Sugar Loaf, 2008, 11 bln.t.), Kazakhstan (Kashagan West, East and South-West, 2000, 6.4 bln.t.), Iran (Ferdous, 2003, 4.9 bln.t., Dasht-e-Abadan, 2001, 4.1 bln.t., Yadavaran, 2003, 3 bln.t.) [4].

The price of a barrel of oil during this time had grown significantly from \$27 to \$79/barrel. In 2011, it went up to \$100 [4].

A considerable contribution to development of petroleum industry had been made by: D.I. Mendeleev, A.M. Butlerov, I.M. Gubkin, V.G. Shuhov, A. Darsey, L.S. Leybenzon, V.N. Shchelkachev, S.A. Khristianovich, I.N. Strizhov, A.P. Krylov, A.H. Mirzadzhanzade, F.A. Trebin, B.B. Lapuk, I.A. Charnyj, Muskat, Wyckoff, Botset, Leverett, M.M. Glogovsky, M.F. Mirchinka, I.M. Nikolaevsky, P.J. Polubarinova-Kochina, A. Konshin, R. Arnold, R. Andersen, Rekva, S. Charnotsky, K.Bil, J. Lewis, V. Kotler, M.V. Abramovich, V.V. Bilbin, M.M. Tikhvinsky, I.M. Muravyov, A.N. Dmitriyevsky, F.S. Abdulin, V.M. Muravev, S.K. Gimatudinov, J.V. Vadetsky, H. Aziz, E. Settari, H.F. Azizov, A.N. Drozdov, P.D. Lyapkov, K.R. Urazakov, V.V. Andreyev, V.P. Zhulayev, V.N. Ivanovsky, V.I. Darishchev, A.A. Sabirov, S.I. Ivanov, Y.P. Zhetsov, I.T. Mishchenko, S.N. Zakirov and K.S. Bashiev.

Having analyzed the stages described above, we can determine the most rapidly developing trends in the future: A lot of attention is being paid to 3D modeling (regulations and guidelines issued for modeling, modeling software such as "t-Navigator" is developed, some extended work on the creation of mathematical models for specific problem resolution etc.).

Hydrofracturing, which emerged as far back as in 1947 in USA, has been substantiated and accepted as an efficient EOR method. The potential opportunities for companies performing HF are large. There are many ways to apply this method (interval, powered etc), and therefore it has many potential perspectives, especially considering that a lot of reserves are deposited in formations with low porosity and permeability properties.

Since 2000, many new technologies related to stage development equipment (dual injection operation and dual zone production) have been developed. This is due to the fact that simultaneous development of objects is prohibited, while this equipment makes it possible and thus increases oil production.

Many new technologies aimed at water production restraining (WPR) and remedial cementing operations (RCO) have been developed, mainly due to high watering of wells. Up until the 1990s, few of these works were carried



# Всемирная Морская Технологическая Конференция

29 мая - 1 июня 2012 года, Ленэкспо,  
Санкт-Петербург, Россия



## РАСКРОЙТЕ ПОТЕНЦИАЛ МОРСКОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

→ Международная выставка → Престижная конференция → Установление деловых контактов

Престижная 4-ая Всемирная морская технологическая конференция (WMTC) представляет собой ценный форум экспертов всех отраслей мировой морской промышленности, проводимый с целью обсуждения срочных и долгосрочных проблем, а также перспектив развития морской индустрии в будущем.

Всемирная морская технологическая конференция будет проходить при поддержке Правительства РФ и Санкт-Петербурга, заместителя председателя Правительства РФ И.И. Сечина и, по его поручению, следующих министерств РФ:

- Министерство промышленности и торговли
- Министерство образования и науки
- Министерство обороны
- Министерство природных ресурсов и экологии
- Министерство экономического развития
- Министерство транспорта

По вопросам участия в выставке, спонсорства и рекламных возможностей, пожалуйста, свяжитесь с директором по международным продажам в России - Алёной Васюниной:

T: +7 495 937 6861 доб.104 E: [alyona.vasyunina@reedexpo.ru](mailto:alyona.vasyunina@reedexpo.ru)

Посетите наш сайт для более подробной информации: [www.wmtc2012.org](http://www.wmtc2012.org)

### Поддержка



### Организаторы:



Научно-техническое  
общество судостроителей  
Российской Федерации

Reed Exhibitions®  
Energy & Marine

Значительный вклад в развитие нефтегазового дела внесли: Д.И.Менделеев, А.М.Бутлеров, И.М.Губкин, В.Г.Шухов, А.Дарси, Л.С.Лейбензон, В.Н.Щелкачев, С.А. Христианович, И.Н.Стрижов, А.П.Крылов, А.Х.Мирзаджанзаде, Ф.А.Требин, Б.Б.Лапук, И.А.Чарный, Маскет, Викор, Ботсет, Леверетт, М.М.Глоговский, М.Ф.Мирчинка, И.М.Николаевский, П.Я.Полубаринова-Кочина, А.Коншин, Р.Арнольд, Р.Андерсен, Реква, С.Чарноцкий, К.Биль, Дж.Льюис, В.Котлер, М.В.Абрамович, В.В.Билибин, М.М.Тихвинский, И.М.Муравьев, А.Н.Дмитриевский, Ф.С.Абдулин, В.М.Муравьев, Ш.К.Гиматудинов, Ю.В.Вадецкий, Х.Азиз, Э.Сеттари, Х.Ф.Азизов, А.Н.Дроzdov, П.Д.Ляпков, К.Р.Уразаков, В.В.Андреев, В.П.Жулаев, В.Н.Ивановский, В.И.Дарищев, А.А.Сабиров, С.И.Иванов, Ю.П.Желтов, И.Т.Мищенко, С.Н.Закиров, К.С.Басниев и др. [1,2,3,5].

Анализируя представленные выше этапы можно определить направления, которые будут развиваться наиболее быстро в будущем:

Очень большое внимание уделяется 3D моделированию (выпущен регламент, методические рекомендации по созданию моделей, ведутся разработки программных продуктов по моделированию «t-Navigator», масштабная работа по созданию математических моделей для решения специалистами практических проблем и т.д.).

Гидравлический разрыв пласта (ГРП), появившийся еще в 1947 году США, обоснован и признан эффективным методом интенсификации добычи. Потенциальные возможности компаний проводящих ГРП, велики. Технологий проведения много (поинтервальный, мощный и т.д.), поэтому проведение его в перспективе будет эффективным. Тем более что значительное количество запасов сосредоточено в коллекторах имеющих низкие фильтрационно-емкостные свойства.

Начиная с 2000 года, появилось много технологий связанных с оборудованием раздельной эксплуатации (ОРЗ и ОРД). Это обусловлено тем, что совместная разработка объектов запрещена, а указанное оборудование позволяет это делать, тем самым приносит дополнительный прирост добычи нефти.

Появились много технологий направленных на ограничение водопритоков (ОВП) и проведение ремонтно-изоляционных работ (РИР), что связано с высокой обводненностью скважин. До 1990 года большого объема данных видов работ не проводилось, но исходя из того что за последние два года их количество выросло, в частности по Самотлору, можно говорить о перспективности этих методов.

out, but considering their growth over the last two years, in Samotlor in particular, the perspective potential of these methods has to be mentioned.

For all of the above stages of oil and gas development, the implementation of modern technologies in the oil and gas sector is at the top of the agenda, and will continue to be so in the future.

The largest number of technology developments and implementations thereof during the third stage are related to automated management systems (pressure and temperature gauges; automation of treatment for oil, gas and water; smart stations for ESP and RP control; practical implementation of "smart field" projects; introduction of smart power grids; remotely controlled check valves; wireless management systems; development of information technologies etc). The basis for this process was established back in 1968. Implementation of all the above mentioned systems will allow fields to be truly "smarter" in the future.

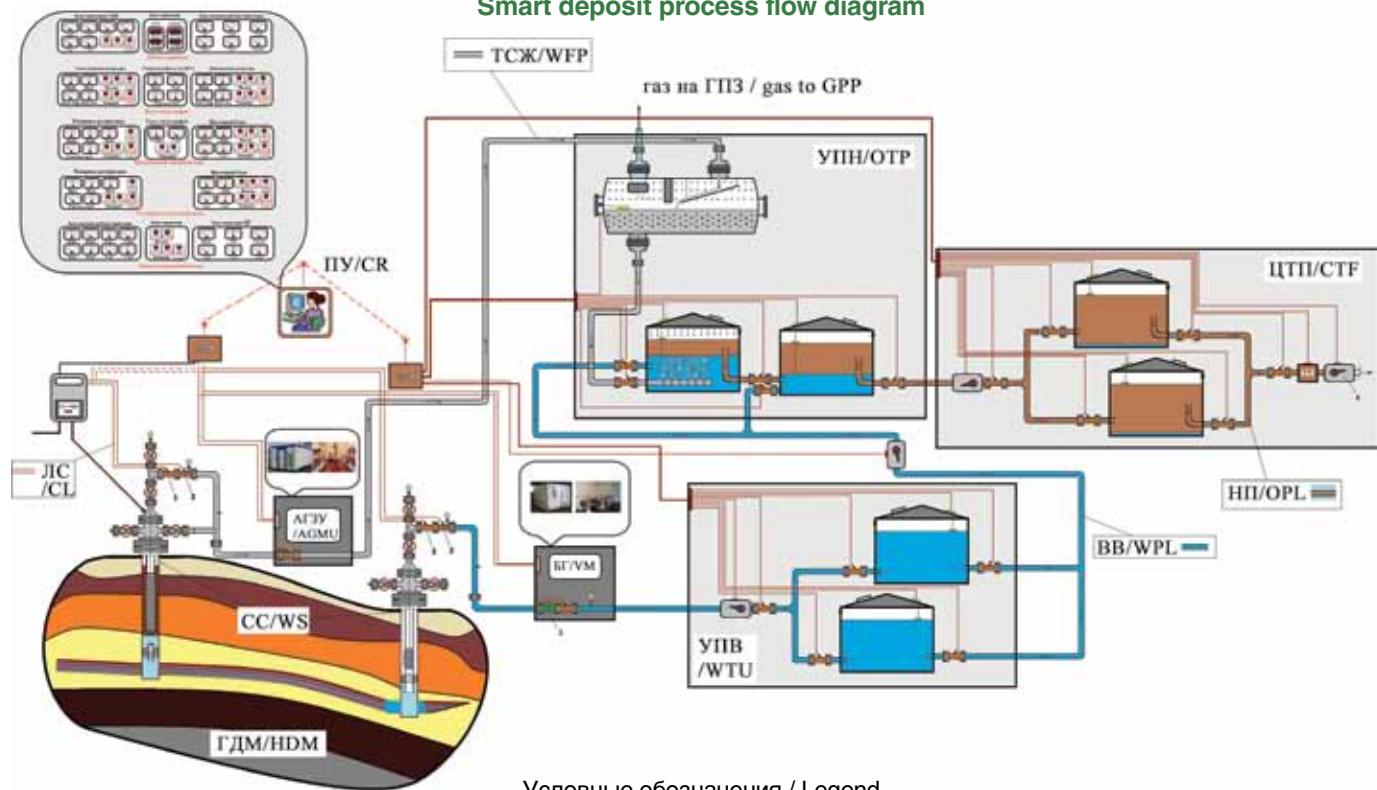
In overall summary, the following conclusions could be made:

- » Since 1859, scientists and engineers have worked together to create the scientific basis for hydrocarbon development.
- » Significant results were seen through scientific disciplines, complex methods and operational experience.
- » After the establishment of the initial foundation during the previous stage, some successful advances in technology such as hydrodynamics, oil and gas formation physics, development of oil and gas deposits and engineering of oil mining have been made.
- » The majority of deposits discovered after the 1950s went into operation using water flooding, which significantly increased well flow time.
- » Between 2000 and 2011, 3D modeling spread widely
- » Price of oil increased by \$63.5/barrel over 16 years time.

An increase in the average annual price for oil from \$15.5/barrel (1994) to \$79/barrel (2010) was partially related to the increased cost of its production. This is a regular phenomenon: as a deposit is depleted, well yield drops and water production goes up. The constant increase of liquid production results in higher utilization costs, hence an increase in the cost of the end product. This can only be avoided by either cutting operational expenditure (staff, transport, equipment, liquid utilization etc.) or by increasing ultimate oil recovery without increasing the water production. To reduce labour costs, it is necessary to implement automated systems for production processes and gradually transit towards "smart field" operations. To reduce liquid utilization costs, it is necessary to apply water production restraining (WPR) technologies and run the remedial cementing operations (RCO) (isolation of watered intervals and formations, eliminating behind-the-casing flows). To increase the incremental ultimate oil recovery,

## Технологическая схема интеллектуального месторождения

### Smart deposit process flow diagram



#### Условные обозначения / Legend

**УПН** - установка подготовки нефти (нефтегазовый сепаратор; технологические и динамические резервуары);  
**ЦТП** - центральный товарный парк (резервуары товарной нефти; насасная станция; узел учета нефти);  
**УПВ** - установка подготовки воды (резервуары подтоварной воды; насосные станции);  
**1** - управляемая задвижка с нитиноловым приводом;  
**2** - регулируемый штуцер с нитиноловым приводом;  
**3** - счетчик вихревой ультразвуковой (СВУ);  
**4** - насосный блок (перекачка нефти и воды).  
**ГПЗ** - газоперерабатывающий завод

**НП** - нефтепровод;  
**ВВ** - водовод;  
**ТСЖ** - трубопровод скважинной жидкости;  
**ЛС** - линии связи;  
**ГДМ** - гидродинамическая модель месторождения;  
**СС** - система скважин (добыча и нагнетание);  
**АГЗУ** - автоматизированная груповая замерная установка;  
**СУ с ЧПС** - станция управления ЭЦН с частотным преобразователем;  
**БГ** - блок гребенки;  
**БМА** - блок местной автоматики;  
**ПУ** - диспетчерский пункт управления;  
**УУ** - узел учета нефти.

На всех вышеперечисленных этапах был актуальным вопрос внедрения современных технологий, материалов, с применением которых создавалось новое оборудование. В перспективе оно тоже будет актуальным. Наибольшее количество разработок и внедрений в последнем периоде связаны с

**ОТР** – oil treatment plant (gas-oil separator; technological and dynamic tanks);  
**СТФ** – central tank farm (commercial oil tanks; pumping station; custody transfer meter);  
**WTU** – water treatment unit (produced water tanks; pumping stations);  
**1** – adjustable gate valve with nitinol drive;  
**2** – adjustable beam with nitinol drive;  
**3** – ultrasonic vortex meter (UVM);  
**4** – pumping unit (pumping oil and water).  
**GPP** – gas processing plant

**OPL** – oil pipeline;  
**WPL** – water pipeline;  
**WFP** – well fluid pipeline;  
**CL** – communication lines;  
**HDM** – hydrodynamic model of the deposit;  
**WS** – well system (production and injection);  
**AGMU** - automated group measure unit for gas measuring in oil;  
**CS with VSD** – control station for ECP with variable speed drive;  
**VM** – valve manifold;  
**LAU** – local automation unit;  
**CR** – control room;  
**CTM** – custody transfer meter.

efficient geological and technical measures must be taken and multi-zone production equipment must be used.

The problem of increasing oil recovery has been there for a long time and many specialists are focusing their attention to resolve it. In the future, efficient EOR methods

автоматизированной системой управления (датчики давления и температуры; автоматизация систем подготовки нефти, газа и воды; «интеллектуальные» станции управления УЭЦН, УШГН; практическое внедрение проектов «интеллектуальное месторождение»; «интеллектуализация» электрических сетей; дистанционно-управляемая запорная арматура; беспроводные системы управления; развиваются информационные технологии и т.д.). Основы этого процесса заложены ещё в 1968 году. Внедрение всего вышеперечисленного позволит сделать месторождение «интеллектуальным».



Подводя общий итог можно сформулировать следующие выводы:

- » Огромная совместная работа ученых и инженеров, в период с 1859 по 1950 годы позволила создать фундаментальные основы науки о разработке месторождений углеводородов.
- » В работе использовались комплексные методы, связанные как с объединением нескольких научных направлений, так и объединением науки и производства что дало существенные результаты.
- » Успешно развиваются такие науки как подземная гидродинамика, физика нефтяного и газового пласта, разработка месторождений нефти и газа, техника и технология добычи нефти, фундамент которых заложен в предыдущем периоде.

will be widely used: thermal and physiochemical methods, acoustic and vibration stimulation, complex measures such as RCO and acid treatment, well development control by limiting or increasing water injection, using huff-and-puff methods etc.

In tandem with this, we should expect to see a systematic approach to field development based on modeling and production management for the entire life cycle of the field, both through the application of 4-D modeling and real-time production management and also by the application of new geo-navigational technologies and horizontal drilling and well completions for multi-zone production. We should also expect the widespread application of full production automation and the application of new materials and equipment to reduce production and labour costs. This is of special interest to offshore deposit development and the development of deposits with severe climatic conditions. All this will ensure higher production rates and energy security for Russia.

#### List of references

- 1 Zheltov Y.P. "Development of oil fields", M. "Nedra", 1986. 332 pgs.
- 2 Shchelkachev V.N. "Russian and global oil mining" M. ANO IKI, 2002. 132 pgs.
- 3 A.P. Krylov, M.M. Glogovskiy, M.F. Mirchink, N.M. Nikolayevskiy, I.A. Charniy. "Scientific basis for development of oil deposits". Second edition. M. ANO IKI. 2004. 416 pgs.
- 4 Terentyev S. "Oil". M. KKK. 2011. 416 pgs.
- 5 Mishchenko I.T. "Borehole oil mining". M. "Oil and Gas". 2003. 816 pgs.
- 6 H. Aziz, E. Settari. "Mathematical modeling of reservoir systems". Second edition. M. ANO IKI. 2004. 416 pgs.
- 7 Gladkov Y.A. "Geological and hydrodynamic modeling of oil and gas deposits". T. TPU. 2012. 84 pgs.
- 8 A.H. Mirzadzhanzade. M.M. Khasanov, R.N. Bakhtizin. "Modeling petroleum mining processes". M. ANO IKI. 2004. 368 pgs.
- 9 Gorev S.M. "Automation of production processes in oil and gas industry". KamchatGTU Publishers. 2003. – 263 pgs.
- 10 Magazine publications in "Oil business", 2001-2011, electronic version; "Oil economy", 2001 – 2011., "Oil Gas Innovations" 2001 -2011.
- 11 "Engineering practices", #3, 2011, # 4, 2010.
- 12 Leonov I.V. Thesis. M. 2011.
- 13 I. McPherson, "Oil and gas technologies". USA. # 2, 2008.
- 14 A.A. Shakirov. Thesis, 2009.
- 15 C. Brown, "Oil and gas review", USA, 2008.
- 16 S. Lushnikova, 2010. Schlumberger.
- 17 J. Algeroy. "Oil and gas review". 2001, USA.
- 18 Pchelnikov R.L. "Engineering practices", # 10, 2011.
- 19 ROGTEC Magazine, # 22, 2010.

- » Месторождения открытые после 1950 года, в большинстве своем вводятся согласно проектам разработки, с применением заводнения, что позволило значительно продлить срок фонтанизирования скважин.
- » В период с 2000 по 2011 годы получило большое развитие 3D моделирование, как результат на сегодняшний день существуют и используются постоянно-действующие геолого-технологические модели месторождений.
- » Рост цены на углеводороды за 16 лет составил 63,5 долл./барр.

Увеличение среднегодовой цены на углеводороды с 15,5долл./барр. (1994г.) до 79долл./барр. (2010г.) связано отчасти и с увеличение её себестоимости. Это закономерный процесс, т.к. месторождение истощается, дебит скважин по нефти падает, а по жидкости вырастает. Постоянное увеличение жидкости повышает затраты на её утилизацию. Отсюда и рост себестоимости. Чтобы этого, избежать необходимо либо снижать затраты на производство (персонал, транспорт, оборудование, утилизация жидкости и т.д.), либо увеличивать дополнительную добычу нефти без прироста объемов добываемой жидкости, либо применять все вместе. Для снижения затрат на персонал необходимо проводить поэтапную автоматизацию технологических процессов производства и в последствии подходить к концепции «интеллектуального месторождения». Для снижения затрат на утилизацию жидкости необходимо применять технологии ограничения водопритоков (ОВП) и проводить ремонтно-изоляционные работы (РИР) (отключение обводненных интервалов и пластов, устранение заколонных перетоков). Для увеличения дополнительной добычи нефти необходимо реализовывать эффективные геолого-технические мероприятия, применять оборудование раздельной добычи.

Проблема увеличения коэффициента извлечения нефти стоит давно, огромное количество специалистов и ученых занимаются этой проблемой. В будущем получит развитие и применение эффективных методов увеличения нефтеотдачи пластов: тепловые методы, физико-химические методы, акустическое и вибровоздействие, проведение комплексных мероприятий – например РИР и кислотная обработка пласта, регулирование разработки путем ограничения или увеличения закачки, использование циклической закачки и т.д.

Наряду с этим все большее применение получит использование системного подхода к освоению месторождений в масштабе нефтегазодобывающего региона на основе применения моделирования и управления добычи на всем цикле его эксплуатации как

за счет применения 4-D моделирования и управления разработкой в режиме реального времени, так и за счет применения новых технологий геонавигации и горизонтального бурения, заканчивания скважин для одновременно-раздельной эксплуатации нескольких продуктивных пластов. Получит широкое распространение полная автоматизация промыслов и применение новых видов материалов и оборудования для снижения себестоимости добычи и экономии трудозатрат, что особенно актуально для разработки шельфовых месторождений и месторождений на территориях с суровыми климатическими условиями.

Это позволит поддерживать добычу на высоких уровнях и обеспечить энергетическую безопасность страны.

### Список источников

1. Желтов. Ю.П. «Разработка нефтяных месторождений». М. «Недра» 1986. 332с.
2. Щелкачев В.Н. «Отечественная и мировая нефтедобыча» М. АНО ИКИ. 2002. 132с.
3. А. П. Крылов, М. М. Глотовский, М. Ф. Мирчинк, Н. М. Николаевский, И. А. Чарный. «Научные основы разработки нефтяных месторождений». Второе издание. М. АНО ИКИ. 2004. 416с.
4. Терентьев. С. «Нефть». М. ККК. 2011. 416с.
5. Мищенко И.Т. «Скважинная добыча нефти». М. «Нефть и Газ». 2003. 816с.
6. Х. Азиз. Э. Сеттари. «Математическое моделирование пластовых систем». Второе издание. М. АНО ИКИ. 2004. 416с.
7. Гладков. Е.А. «Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа». Т. ТПУ. 2012. 84с.
8. А.Х. Мирзаджанзаде. М.М. Хасанов. Р.Н. Бахтизин. «Моделирование процессов нефтегазодобычи». М. АНО ИКИ. 2004. 368с.
9. Горев С.М. «Автоматизация производственных процессов нефтяной и газовой промышленности». Изд-во КамчатГТУ. 2003. – 263с.
10. Публикации журналов «Нефтяное дело», 2001-2011г. электронная версия; «Нефтяное хозяйство», 2001 – 2011 годы., «Нефть Газ Новации» 2001 -2011г.
11. «Инженерная практика», № 3, 2011г, № 4 2010г.
12. Леонов И.В. Диссертация М. 2011г.
13. I.McPherson, «Нефтегазовые технологии». США. № 2 2008г.
14. А.А.Шакиров. Диссертация, 2009г.
15. К.Браун, «Нефтегазовое обозрение», США, 2008г.
16. С.Лушникова, 2010г. Schlumberger.
17. Дж. Алгерой. «Нефтегазовое обозрение». 2001г., США.
18. Пчельников Р.Л. «Инженерная практика», № 10, 2011г.
19. «Rogtec», № 22, 2010г.