НЕФТЕГАЗОВАЯ ГЕОЛОГИЯ: ПАРАДОКСЫ И ПАРАДИГМЫ

Н.П. Запивалов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Если кто-то считает, что опыт и знания стоят дорого,
пусть заработает на невежестве.

1. Новые факты – новые парадигмы

В нефтегеологической науке и практике обозначился закономерный и в какой-то мере кризисный процесс обновления и создания новых теоретических концепций и производственных технологий. Бурное развитие нефтяной и газовой промышленности привело к обнаружению серьезных расхождений между теоретическими представлениями и фактически наблюдаемыми условиями образования и залегания углеводородов в недрах. Н.А. Еременко и Г.В. Чилингар считают, что процесс нефтегазообразования не является уникальным, но формирование и сохранение залежей нефти и газа требует благоприятной обстановки (Еременко, 1996).

Осадочно-миграционная (геохимическая) теория-концепция образования нефти в силу новых фактов оказалась “размытой” по многим основополагающим принципам. Например, Э.М. Галимов (1973) утверждает, что “…тепло оказывается ненужным, оно теряет свое значение в качестве непременного условия нефтегазообразования” (с. 223).

Как известно, стержнем осадочно-миграционной теории является органическая геохимия, в развитии которой приоритет советских и российских исследователей очевиден. В последние годы широко развито изучение биомаркеров в нефтях и битумоидах. Но геологические выводы на их основе носят противоречивый характер. Примером может служить палеозой Западной Сибири.

Укоренилось парадоксальное мнение, что тольконаличие особой нефтематеринской породы в разрезе литосферы может обеспечить генезис больших объемов углеводородных масс. Именно это убеждение использовалось и продолжает использоваться как обязательный аргумент в оценке перспектив нефтегазоносности различных территорий.

Автор статьи в молодые годы впервые выделил в Западной Сибири в составе марьяновской свиты (верхняя юра) особую нефтематеринскую толщу (баженовская свита), что было отражено в ранних публикациях (1958 г.) и в кандидатской диссертации (1961 г.). Эта толща считалась главным очагом генерирования углеводородных масс для всего мезозойского разрезаЗападной Сибири. Впоследствии автор обозначил новую парадигму и провозгласил, что «общую теорию нафтидогенеза» создать невозможно, а для практики даже вредно.

В этой связи интересным оказался вывод А. Леворсена в книге «Геология нефти и газа»(1970): «Проблема происхождения нефти и газа теряет в какой-то мере свое значение в качестве обязательной предпосылки для постановки поисковых работ. <…> Следовательно, нет необходимости искать особые материнские породы». Редакторы этой книги, выдающиеся советские геохимики Н.Б. Вассоевич и М.К. Калинко, не опровергли утверждение А. Леворсена (ред. сноски на стр. 488).

В последние годы появилось много различных концепций происхождения нефти. Ряд научных школ в Москве (А.Н. Дмитриевский, А.И. Тимурзиев и др.) и Казани (Р.Х. Муслимов) отстаивают глубинный генезис углеводородов, допуская даже их мантийный источник.

Уважая сторонников различных и противоречивых концепций и теорий, автор утвердился в том, что главными в нефтегазовой геологии являются проблемы формирования (расформирования) и динамика жизни месторождений в процессе их разведки и разработки.

Геология нефти и газа есть в сущности геология флюидов.

Флюиды находятся в виде свободных, связанных, поровых (трещинных) и конституционных (в кристаллических решетках) растворов, являющихся составной частью минералов и пород во всех геосферах. Они рассматриваются как главная составная часть геологической системы и как активный агент многих процессов, протекающих в зависимости от изменения температуры, объема, давления, а также свободной энергии.

Геофлюидодинамика в широком понимании охватывает все геологические модели и геопотенциальные (геофизические) поля, изучает процессы и закономерности образования, движения, сохранения и разрушения флюидоминеральных систем в геологических средах. Флюидодинамические системы весьма мобильны и реакционноспособны. В зависимости от провоцирующих внешних воздействий они или стабильны (равновесное состояние), или возмущены (неравновесное состояние). Возмущенная система обладает всеми признаками неупорядоченности (хаоса). Это хорошо видно на рис. 1 из работы Гапонова-Греховаи Рабиновича (1997). На поверхности протяженного слоя жидкости, колеблющегося вертикально, возникает капиллярная рябь, образующая структуру в виде квадратных клеток (а). С ростом надкритичности, например амплитуды вертикальных колебаний слоя, на фоне капиллярной ряби появляется крупномасштабная модуляция – чередующиеся светлые и темные полосы, наклоненные под углом примерно 45° (б). При дальнейшем увеличении надкритичности в системе возбужденных капиллярных волн возникает пространственно-временной хаос (в), а затем и турбулентность.

Нефтенасыщенные системы в концентрированном виде представлены залежами нефти, которые характеризуются анизотропностью всех свойств. Эта сложная открытая система с быстроменяющимися параметрами, что обусловлено природной ритмичностью и флуктуацией глубинно-земных, поверхностных, космических процессов и техногенным воздействием.

Доказано, что флюидные перетоки достигают больших масштабов. Например, в Западной Сибири на Талинском месторождении в юрских шеркалинских резервуарах (пласт Ю10–11) была проведена индикация коллекторов. В скважину № 5488 было закачено 7,0 м^3 меченой воды (2700 кг натрия фосфатно-кислотного, трехзамещенного – НФТ). Меченая жидкость от скв. 5488 до скв. 5519-бис прошла со скоростью 5840 м/сут. Столь же значительны и вертикальные перетоки.

Намечаются новые подходы к изучению нефтенасыщенных объектов как динамических систем с быстро меняющимся состоянием, то резко “возбужденным”, то близким к стабильному.

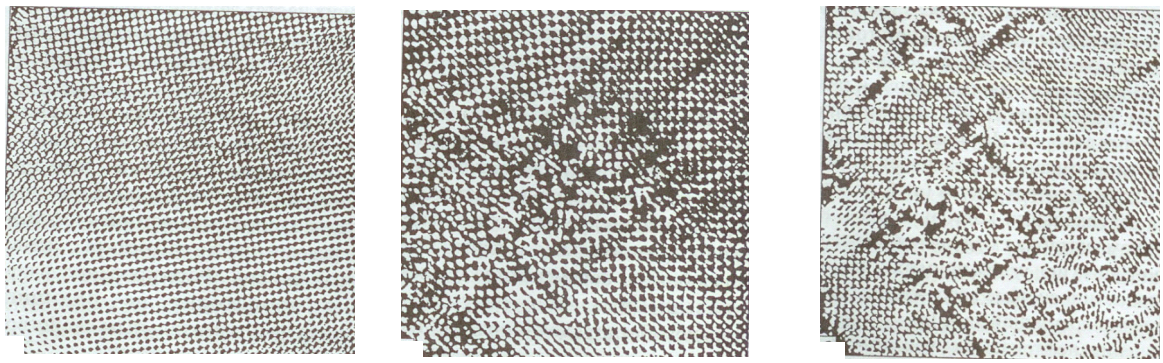

Рис. 1. Возникновение пространственно-временного хаоса в системе возбужденных капиллярных волн.

Особое внимание уделяется современным геодинамическим процессам. “…Учет флюидодинамического фактора придал новое измерение понятию осадочного бассейна, превратив его из статического в динамический, показав, что он представляет собой не закрытую, а открытую неравновесную систему” (Хаин, 1998).

В изучении таких систем можно использовать фрактальный аппарат – инструмент для познания скрытого порядка в беспорядочных анизотропных системах, каковыми являются залежи нефти (Запивалов и др., 2009).

Залежь нефти – это открытая флюидодинамическая система с переменной эксергией, ограниченная порогом (градиентом) протекания и массо-энергопереноса, за пределами которого распространяется другая система (среда) (Запивалов, Попов, 2003).

Геофлюидодинамика нефтегазонасыщенных систем – новое научное направление в нефтегазовой геологии.

2. Пока нет альтернативы нефти и газу!

Объективная оценка и расчеты показывают, что человечество в 3-м тысячелетии, а возможно, и далее не сможет существовать без углеводородов – надежного и дешевого источника энергии и уникального сырья для всестороннего удовлетворения растущих потребностей человечества. Практически все модели устойчивого развития земной цивилизации исходят из необходимости увеличения энергопотребления, особенно за счет углеводородной составляющей (табл.1).

Такие прогнозы по многим источникам совпадают. В настоящее время в мире ежегодно добывается и потребляется почти 5 млрд т нефти. Нефть по-прежнему остается стержнем экономики, политики и бескомпромиссных столкновений на нашей планете.

1. Потребление топлива в мире

Топливо	**1995 г.**	**2000 г.**	**2010 г.**	**2020 г., прогноз**
Нефть	38,3	38,2	37,0	35,7
Газ	29,1	29,2	29,6	28,7
Уголь	22,1	22,4	24,0	26,4
Другие виды	10,5	10,1	9,3	9,1
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0

Многие нефтяные компании рационализируют затраты по всей технологической цепочке – от прогноза до разработки месторождений, считая своей главной целью получение прибыли (сверхприбыли) в кратчайшие сроки. Поиск и разведка осуществляются в минимальном объеме, разработка месторождений проводится по принципу скорейшей выработки активных (легких) запасов с массированным применением гидроразрывов пласта (ГРП) и закачки больших объемов пресной воды (ППД). В качестве примера ускоренной выработки активных запасов и беспощадной эксплуатацииживой флюидонасыщенной системы можно указать Верх-Тарское месторождение в Новосибирской области. На графике «жизни» Верх-Тарского месторождения (рис. 2) видно, что добыча нефти претерпевает только две стадии – резкий подъем и быстрый спад; стадии же стабильного уровня («полки») между ними нет.Обводненность добываемой продукции на Верх-Тарском месторождении превышает 80 %. Это результат использования ГРП и закачки воды, что предопределяет существенное изменение параметров продуктивного пласта и экологической составляющей всего разреза. Добытчики нефти занимаются не освоением месторождения, а только выработкой активных запасов в закритическом режиме и тем самым значительно укоротили жизнь Верх-Тарского месторождения.

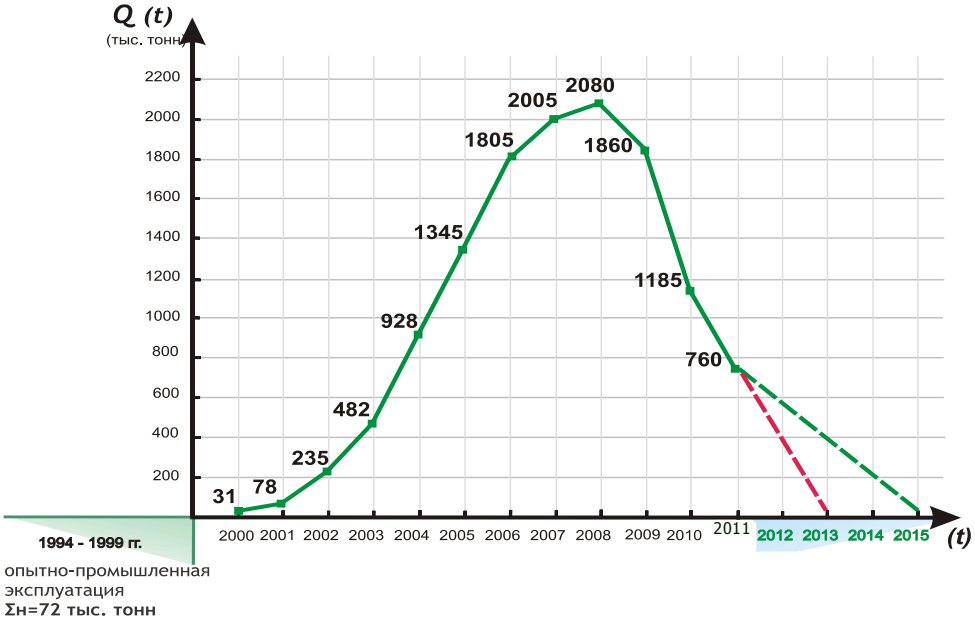

Рис. 2. График жизни Верх-Тарского месторождения.

К сожалению, это характерно для многих месторождений, разрабатываемых в Западной Сибири. Срок их эксплуатации можно продлить на основе предлагаемой парадигмы, используя реабилитационные циклы и внедряя принципиально новые технологии увеличения нефтеотдачи (Запивалов, 2012).

Парадокс заключается в том, что по расчетному объему ресурсов и запасов нефти Российская Федерация занимает второе место в мире, бесспорно уступая лишь Саудовской Аравии, а по объему добычи только на седьмом месте.

Появилось понятие “трудноизвлекаемые запасы” (ТИЗ) нефти, которые характеризуются малоэффективными промысловыми параметрами, в том числе низкой продуктивностью скважин и малыми темпами отбора. В балансе Российской Федерации на долю ТИЗ приходится более половины промышленных запасов нефти, хотя 20 лет назад они составляли единицы процентов.

Это серьезная проблема для огромного нефтегазового региона – Западной Сибири, включая Томскую область.

3. Профессионализм – основа успешности развития нефтегазового дела.

Исполняется 50 лет нефтегазовой промышленности в Томской области и 60 лет нефтегазовому образованию в Томском политехническом университете. Символично, что сначала были кадры, которые обеспечили феноменальные успехи в геологии, разведке и разработке месторождений.

За 50 лет на территории Томской области добыто 310 млн. тонн нефти и 57 млрд. м^3 газа. Таковы промежуточные успехи. Томская нефтегазовая «Одиссея» не кончается.

Следует заметить, что 60 лет назад, в 1952 г., в Свердловском горном институте (нынешний г. Екатеринбург) был создан нефтяной факультет под руководством известного геолога-нефтяника Г.Е. Рябухина. Многие выпускники этого факультета внесли большой вклад в освоение Западной Сибири, в том числе и Томской области. Их имена невозможно забыть. Сплав науки и производства, самоотверженный труд многих тысяч геологов, геофизиков, буровиков и многих-многих других специалистов из разных Советских республик позволили совершить этот подвиг.

Профессионализм – это образование, знания, опыт и самоотдача в динамике жизни от диплома до «креста».

Автор гордится, что является профессором Томского политехнического университета и успешно готовит новых молодых профессиональных ученых: докторов и кандидатов, чему способствует его личный 60-летний опыт работы в нефтегазовой геологии – от студента до горного генерала и ученого.

Вывод.

Новая научно-технологическая парадигма освоения, сохранения и восполнения нефтегазовых ресурсов предусматривает непрерывный мониторинг состояния системы, учитывающий критический порог ее устойчивости с целью обеспечения флюидодинамического баланса. Это позволит сохранить на длительный период активные запасы нефти, восполнение которых возможно за счет новообразованных объемов углеводородной массы и щадящих методов увеличения нефтеотдачи, не нарушающих состав и свойства продуктивных пластов.

Литература

Еременко Н.А., Чилингар Г.В. Геология нефти и газа на рубеже веков. –М.: Наука, 1996.

Галимов Э.М. О новой модели процесса нефтегазообразования (Природа ОВ современных и ископаемых осадков). – М.: Наука, 1973.

Леворсен А. Геология нефти и газа. / «Науки о земле». –Т. 22. – Мир, 1970. – С. 638.

Гапонов-Грехов А.В., Рабинович М.И. Проблемы современной нелинейной динамики // Вестник РАН. –1997. –Т. 67. –№ 7. –С. 608-614.

Хаин В.Е. Нефтегазоносность и тектоника // Геология нефти и газа. –1998. –№ 10. – С. 5-7.

Запивалов Н.П., Смирнов Г.И., Харитонов В.И. Фракталы и наноструктуры в нефтегазовой геологии и геофизике.- Новосибирск: ГЕО, 2009. – 131 с.

ЗапиваловН.П., Попов И.П. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа. – Новосибирск: Гео, 2003. – 198 с.

*Запивалов Н.П.*Динамика жизни нефтяного месторождения // Известия Томского политехнического университета. – Томск: 2012. – Т. 321. – № 1.– С. 206-211.