

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ВЫЯВЛЕННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНОГО БУРЕНИЯ

В статье приводится краткая характеристика методов, направленных на повышение эффективности подготовки выявленных структур для поисково-разведочного бурения, их апробация и оценка эффективности.

Ключевые слова: поисково-разведочное бурение, новые методы локального прогноза нефтегазоносности.

Республика Татарстан является нефтяным регионом с высокой степенью освоения углеводородного (УВ) сырья. При этом большое значение для воспроизводства сырьевой базы приобретают поиск и разведка небольших по запасам и размерам сложнопостроенных месторождений и залежей, размещенных в восточном Татарстане с высокой плотностью неразведанных ресурсов и в пределах слабоизученных западных и центральных районов республики.

В настоящее время подготовка объектов к поисково-разведочному бурению происходит в несколько этапов.

Основным методом выявления перспективных структур и их подготовки к глубокому бурению на сегодняшний день остается сейсморазведка МОГТ, информативность которой в последние годы возросла, что обеспечивает эффективное в целом размещение поисково-разведочных скважин. В пределах РТ сейсморазведочные исследования ведутся по нескольким направлениям. На новых территориях, приуроченных к потенциальным зонам нефтегазоаккумуляции и к перспективным и возможно перспективным структурным зонам, проводятся площадные сейсморазведочные исследования 2D. По двум направлениям выполняются детализационные сейсморазведочные работы в пределах зон нефтегазоаккумуляции и потенциальных зон с подтвержденной нефтеносностью.

Первое из них, более масштабное, направлено на детализацию месторождений и разведочных площадей с целью уточнения контуров известных залежей, а также выявления и подготовки новых объектов к глубокому бурению. Второе имеет более узкую направленность и связано с детализационными работами на новом технико-методическом уровне на конкретных ранее выявленных и подготовленных структурах с целью их подготовки либо подтверждения кондиционности и корректировки местоположения проектных скважин. В отношении подготовленных ранее структур работы ведутся в пределах поднятий, подготовленных в конце 70-х начале 90-х годов прошлого столетия и по каким-либо критериям уже не соответствующих современным требованиям подготовки объектов.

На современном этапе опосредования территории Татарстана разработана и успешно внедряется технология прогнозирования локальных скоплений УВ, основанная на применении комплекса сейсморазведочных работ модификации 2D и 3D и новых методов локального прогноза нефтегазоносности, основной особенностью которых является малозатратность.

Так, на территории РТ в разные годы на этапе апробации проводились такие исследования локального прогноза, как комплекс атмогеохимических и гамма-спектрометрических исследований, нейрокомпьютерная обработка сейсмических материалов (НЕЙРОСЕЙСМ), комплекс геофизических и геохимических методов (ГГХМ), сейсмолокация бокового обзора (СЛБО), низкочастотное сейсмическое зондирование (НСЗ), непродольное вертикальное сейсмопрофилирование (НВСП), биогеохимическое тестирование (БГХТ), метод электромагнитных многопараметрических зондирований (ЭМЗ) и др. Краткая характеристика методов приведена ниже.

Комплекс атмогеохимических и гамма-спектрометрических исследований:

- Задачи и суть метода – прогнозирование зон возможного нефтегазоаккумуляции по наличию повышенных концентраций углеводородов в приземной атмосфере, обусловленных активностью региональных процессов, отражающих “УВ дыхание” Земли по ослабленным зонам, связанным с тектоническими нарушениями различного простираения.

- Преимущества – изучение особенностей строения геосреды, геодинамического состояния земной коры во взаимосвязи с процессами современной дегазации недр, выделение зон нефтегазоаккумуляции, оценки их сохранности и насыщения.

- Апробация – анализ карт содержания урана, тория, калия, аномального магнитного поля, концентраций метана и радона показал, что наиболее высокая плотность скоплений изменчивости гамма-поля приурочена к участкам известных месторождений нефти – Бахчисарайскому, Аканскому, Агбязовскому и другим.

- Оценка эффективности – технология локального прогнозирования реализована на Бахчисарайской площади, на Агбязовском участке, в центральной части Мелекесской впадины и т.д. При опосредовании объекта на Бахчисарайской площади получен приток нефти из тульских отложений дебитом 7 т/сут. Одна скважина заложена с учетом результатов атмогеохимических и гамма-спектрометрических исследований в пределах Мелекесской впадины, при этом каких-либо промышленных скоплений нефти не обнаружено.

Метод нейрокомпьютерной обработки сейсмоданных:

- Задачи и суть метода – прогнозирование нефтегазоперспективных объектов методами искусственного интеллекта на основе использования в сейсморазведке многослойных нейронных сетей.

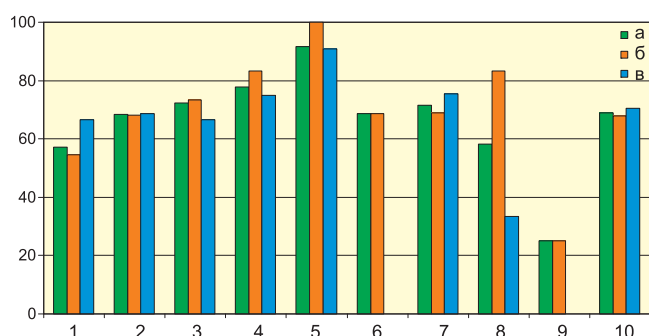


Рис. 1. Эффективность метода Нейросейсм по тектоноэлементам административной принадлежности. а – эффективность метода НЕЙРОСЕЙСМ; б – эффективность по толщам терригенного девона; в – эффективность по толщам нижнегокарбона. 1 – Восточный склон ЮТС (14 скв.); 2 – Северный и северо-восточный склоны ЮТС (38 скв.); 3 – Юго-восточный склон ЮТС (18 скв.); 4 – Западный склон ЮТС (18 скв.); 5 – Мелекесская впадина (12 скв.); 6 – СТС (16 скв.); 7 – Всего по РТ (116 скв.); 8 – Самарская область (12 скв.); 9 – Оренбургская область (4 скв.); 10 – Всего (132 скв.).

На вход сети поступают “образы” трасс сейсмического разреза во временном окне, приуроченном к интервалу с доказанной нефтеносностью. Обученная система анализирует сейсмические разрезы и строит прогнозную карту нефтеперспективности исследуемых отложений.

• **Преимущества** – решение нефтепоисковых задач осуществляется при минимальном объеме скважинной информации; получение результатов в кратчайшие сроки при минимальных затратах.

• **Недостатки** – необходимость плотной сети сейсмопрофилей с высоким качеством полевого материала, отработанных по единой методике; наличие как минимум двух продуктивных скважин на площади работ.

• **Апробация** – в Татарстане и за пределами РТ на лицензионных участках ОАО «Татнефть» и ННК.

• **Оценка эффективности** – из 132 объектов 91 случай (69%) подтвердили нейрокомпьютерный анализ. Достоверность по девонским объектам составляет 68%, по каменноугольным – 71% (Рис. 1).

АНЧАР – акустическая низкочастотная сейсморазведка:

• **Задачи и суть метода** – прогнозирование наличия углеводородов в геологических структурах. Суть метода основывается на явлении генерации углеводородной залежью собственных инфразвуковых волн при ее возбуждении полем упругих колебаний.

• **Преимущества** – позволяет прогнозировать наличие

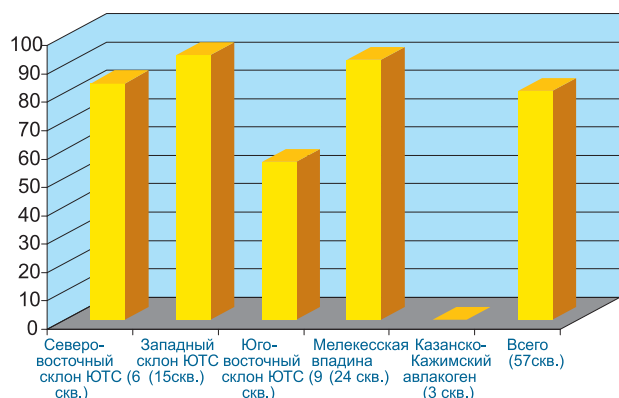


Рис. 2. Сравнение результатов НСЗ с данными ГИС и дебитами по скважинам на примере Ерыклинского месторождения.

углеводородов при любых литологических неоднородностях разреза.

• **Недостатки** – максимальная глубина исследования до 5 – 6 км; нефтегазонасыщенные толщины не менее 2 – 3 м; чем выше вязкость нефти, тем слабее аномалия (четкая корреляция при поисках газовых залежей, газовых шапок).

• **Апробация** – в пределах РТ на Нуркеевском и Восточно-Анзирском месторождениях.

• **Оценка эффективности** – эффективность эксплуатационного бурения по результатам «АНЧАР» составила 56%, по нижнему карбону 33%, по терригенному девону 70%.

НСЗ – низкочастотное сейсмическое зондирование:

• **Задачи и суть метода** – ранжирование района работ на зоны с различной степенью нефтеперспективности. В основе метода лежит эффект аномально сильного низкочастотного естественного сейсмического фона над нефтегазовой залежью.

• **Преимущества** – не зависит от типа ловушки нефти (структурные, структурно-литологические и т.д.); позволяет вести работы в природоохранных зонах, зонах жилой и промышленной застройки, в условиях сложного рельефа.

• **Недостатки** – наличие продуктивной скважины на территории; в техногенно загруженных зонах прогнозируемые по данным НСЗ залежи стратиграфически не привязаны.

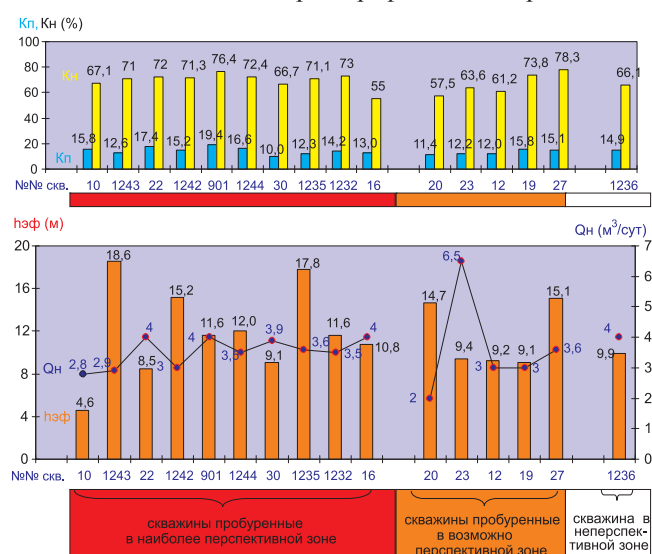


Рис. 3. Эффективность метода НСЗ по тектоноэлементам.

• **Апробация** – в пределах Республики Татарстан, Оренбургской, Самарской областей, в Республике Калмыкия.

• **Оценка эффективности** – эффективность глубокого бурения по результатам «НСЗ» составила 80,7% (Рис. 2, 3).

DFM – прогноз флюидодинамических параметров:

• **Задачи и суть метода** – оценка параметров миграции и аккумуляции флюида. Осуществляется прогноз флюидодинамических параметров (флюидное давление, вектор течения) сейсмическими методами с построением флюидодинамических карт, показывающих зоны вероятного скопления флюида.

• **Преимущества** – не зависит от формы и типа ловушки нефти (структурные, структурно-литологические и т.д.); возможность определения зоны скопления флюида в разрезе осадочной толщи.

• **Недостатки** – необходимость плотной сети сейсмопрофилей с высоким качеством полевого материала; на объектах амплитудой менее 10 м аномалии DFM-оценок давления интерпретируются неоднозначно.

- Апробация – в пределах Агбязовского участка и Чегодайского месторождения.

- Оценка эффективности – по участкам работ получены неоднозначные результаты.

ВРС-ГЕО – высокоразрешающая сейсморазведка:

- Задачи и суть метода – локальный прогноз нефтеносности по стратиграфическим комплексам с использованием высокоразрешающей сейсморазведки. Анализ материалов ГИС. Анализ характерных аномалий сейсмического волнового поля: понижение средних и эффективных скоростей волн, отраженных от границ ниже залежи; понижение интервальных скоростей и увеличение интервальных времен в области залежи; интенсивное затухание энергии и понижение динамической регулярности волн, прошедших через залежь; изменение частотного состава волн, прошедших через залежь; изменение амплитуд волн, отраженных от нефтегазонасыщенных пластов и др.

- Апробация – в пределах Онбийского и Краснооктябрьского месторождений. Целевые объекты – девонские терригенные отложения. В целях апробации проведен анализ сходимости результатов бурения и результатов работ с использованием ВРС-ГЕО на месторождении по 27 скважинам. Подтверждаемость результатов бурения и результатов работ с использованием ВРС-ГЕО на этапе апробации составила в кыновском горизонте более 60 %, в пашийском – более 80 %. Общий объем извлекаемых ресурсов на объектах в отложениях кыновского и пашийского горизонтов оценивается авторами в 8 млн.т.

- Оценка эффективности – после выделения этих участков (после 2000 г.) пробурена эксплуатационная скважина 11290 в пределах аномалий на Новоселовском поднятии. В скважине выделено, по заключению ГИС, остаточное нефтенасыщение в кыновском горизонте, в пашийском горизонте – вода. Таким образом, эффективность ВРС-ГЕО в девонских отложениях составила 0 %.

«Микролептонная» технология:

- Задачи и суть метода – в области физики взаимодействия тонких энергий при создании микролептонного излучения и обработки им веществ и материалов для изменения их физико-химических свойств, стимулирования производительности нефтяных скважин и уменьшения энергозатрат на добычу нефти.

- Недостатки – методами традиционной физики эле-

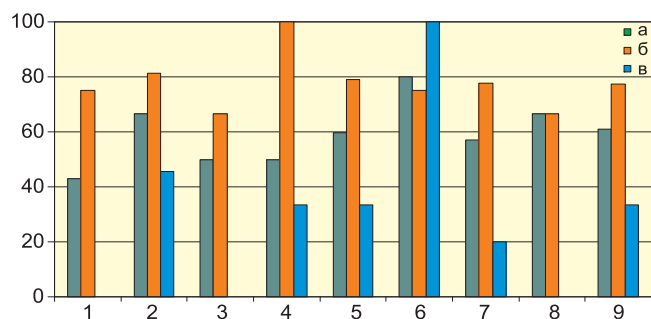


Рис. 4. Эффективность метода ГГХМ по тектоноэлементам и административной принадлежности. а – эффективность метода ГГХМ; б – эффективность положительного прогноза; в – эффективность отрицательного прогноза. 1 – Западный склон ЮТС (7 скв.); 2 – Северный и северо-восточный склоны ЮТС (27 скв.); 3 – СТС (4 скв.); 4 – Верхнекамская впадина (4 скв.); 5 – Всего по РТ (42 скв.); 6 – Ульяновская область (5 скв.); 7 – Самарская область (14 скв.); 8 – Оренбургская область (3 скв.); 9 – Всего (64 скв.).

ментарных частиц работать с микролептонами невозможно (Капица).

- Апробация – на территории Актанышского и Нижнекамского районов. Исследования космоснимков показали, что на территории указанных районов имеются участки с «микролептонным» излучением углеводородного спектра. Плотность излучений на некоторых из участков позволяла сделать прогноз о наличии в них на некоторой глубине нефтегазоносных залежей.

- Оценка эффективности – выявлено 5 участков в Актанышском и 10 участков в Нижнекамском районе. Для постановки детальных поисковых работ методика использоваться не может, поскольку смещения центров аномалии и залежей варьируют от 2 до 11 км.

ГГХМ – комплекс геофизических и геохимических методов:

- Задачи и суть метода – существование электрического потока от нефтяного пласта к верхней части разреза. Над залежью фиксируются геофизические аномалии обратного знака, приуроченные к контуру нефтеносности. Наиболее контрастно «топливный элемент» регистрируется методами ЕП и МП. Достоверность прогноза достигается за счет последовательной отбраковки ложных аномалий путем комплексирования геофизических и геохимических методов. ЕП отражает пространственную форму, размеры и элементы залегания окислительно-восстановительной системы залежи УВ. МП подтверждают наличие общих объектов, формирующих аномальные магнитные и электрические поля, выделяют субвертикальные зоны эпигенетических изменений горных пород под воздействием углеводородного потока. Для определения генезиса глубинного объекта проводится хроматографический анализ качественного и количественного состава углеводородных газов.

- Преимущества – при поисках залежей неструктурного типа; при оконтурировании границ залежей, вскрытых единичными скважинами.

- Недостатки – выявленная залежь стратиграфически не привязана; не работает в «загрязненных» зонах.

- Апробация – в Татарстане, Ульяновской, Самарской и Оренбургской области.

- Оценка эффективности – эффективность глубокого бурения по результатам ГГХМ составила 60,9 % (Рис. 4).

Метод GORE-SORBER:

- Задачи и суть метода – на основе «пассивного» сбора

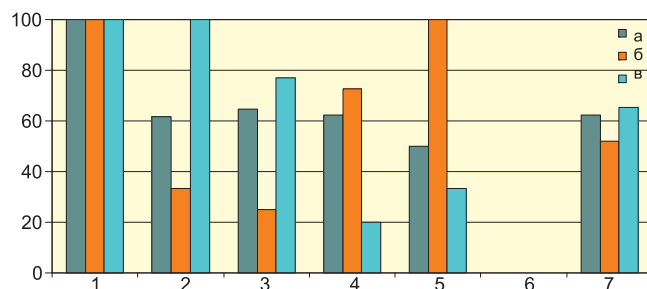


Рис. 5. Эффективность метода БГХТ по тектоноэлементам. а – эффективность метода БГХТ; б – эффективность положительного прогноза; в – эффективность отрицательного прогноза. 1 – Свод ЮТС (2 скв.); 2 – Северный склон ЮТС (13 скв.); 3 – Северо-восточный склон ЮТС (17 скв.); 4 – Юго-восточный склон ЮТС (16 скв.); 5 – Мелекесская впадина (4 скв.); 6 – СТС (1 скв.); 7 – Всего (53 скв.).

углеводородных газов из почвы выделяется ореол рассеивания УВГ из залежи и дается прогноз о наличии углеводородов на глубине.

- Преимущества – успешность работы в областях с низкой проницаемостью и высокой влажностью; позволяет вести работы в природоохранных зонах, в условиях сложного рельефа.

- Недостатки – необходимо наличие продуктивной скважины на территории; выявленная залежь стратиграфически не привязана; не работает в “загрязненных” зонах.

- Апробация – в Татарстане и за пределами РТ на 4 лицензионных участках ОАО «Татнефть».

- Оценка эффективности – в пределах Мелекесской впадины (Ульяновская обл.) 2 скважины, пробуренные с учетом данных Gore-Sorber, выявили залежи нефти в каменноугольных отложениях; в скважине, пробуренной в контуре перспективного объекта на Масадском участке (РТ), нефтеносность отложений не установлена.

Метод НВСП:

- Задачи и суть метода – изучение структурных особенностей по целевым горизонтам вокруг исследуемых скважин, литолого-стратиграфическая привязка отраженных волн.

- Преимущества – уверенное выделение и изучение строения локально развитых неоднородностей; охарактеризование структурной ситуации в околоскважинном пространстве в краткие сроки.

- Недостатки – большие погрешности при изучении сложнопостроенных сред (рифогенные структуры, визейские врезы, тектонические нарушения, скоростные аномалии) и в сильно наклонных скважинах (для С1 при смещении более 200 м, для ДЗ – более 400 м).

- Апробация – работы ведутся в Татарстане, Оренбургской, Ульяновской областях.

- Оценка эффективности – прогнозы по данным НВСП, подтвержденные результатами бурения, составляют 82% от общего числа пробуренных скважин, погрешность определения абсолютных отметок целевых горизонтов ± 5 м.

Биогеохимическое тестирование:

- Задачи и суть метода – прогнозирование нефтеносности разреза палеозойского чехла с использованием тестирования неглубоких (до 550 м) скважин. Суть метода заключается в увеличении абсолютных значений и градиентов БГХ – сигнала по разрезу скважин по мере приближения к скоплению углеводородов.

- Преимущества – прямой прогноз нефтеперспективности объектов; бурение тестировочных скважин позволяет учитывать нефтебитуминозность пермских отложений.

- Недостатки – точечный прогноз; выявленная залежь стратиграфически не привязана; дорогостоящий метод.

- Апробация проведена по 10 скважинам, т.е. десять тестировочных скважин пробурены вблизи устьев вертикальных поисково-разведочных скважин.

- Оценка эффективности – эффективность БГХТ на этапе апробации составила 100%. 53 объекта опознаны глубоким бурением после получения результатов БГХТ. Эффективность метода составила 62% (Рис. 5).

ЭМЗ – электромагнитное зондирование:

- Задачи и суть метода – комплексный анализ электро-разведочных методов зондирования и профилирования позволяет получить разрезы удельного сопротивления и поляризуемости, выделить зоны повышенной поляризуемости среды, расчленив осадочный чехол на геоэлектри-

ческие комплексы, перспективные на поиски углеводородов, а также выявить и протрассировать зоны повышенной тектонической трещиноватости пород осадочной толщи и развития терригенных отложений девона с улучшенными коллекторскими свойствами.

- Преимущества – не зависит от формы и типа ловушки нефти (структурные, структурно-литологические и т.д.); осуществляется привязка залежи по глубине.

- Недостатки – не работает в “техногенных” зонах.

- Апробация – в Татарстане, Ульяновской и Оренбургской областях.

- Оценка эффективности – получены положительные результаты при бурении трех скважин в Ульяновской обл. и одной скважины, приуроченной к северному склону ЮТС, в Татарстане. В пределах СТС одна скважина подтвердила прогноз ЭМЗ, вторая – нет. Эффективность метода 83 %.

Основной областью применения малозатратных технологий является доизучение сейсмоподнятий закартированных на новых слабоизученных территориях, на площадях, характеризующихся сложными сейсмогеологическими условиями, а также оценка нефтеперспективности объектов, доизучение которых сейсморазведкой невозможно по условиям местности.

Экономический эффект применяемых методов обуславливается: • сужением области поиска локальных нефтяных залежей в результате отбраковки ранее закартированных объектов; • уточнением мест заложения поисково-разведочных скважин.

Как результат - снижение затрат на проведение буровых работ и повышение эффективности геологоразведочного этапа. При комплексировании сейсморазведочных работ с легкими методами коэффициент успешности бурения структур достигнет 77 – 80 %, при успешности поисково-разведочных скважин равном 81%. Экономический эффект от комплексирования сейсморазведки с легкими методами в связи с увеличением коэффициента подтверждаемости на 20 % в расчете только на выявление одной залежи нефти снижает затраты по сравнению с традиционными методами (бурение поисково-разведочных скважин на основе сейсморазведочных исследований) от 17 до 20 %.

R.S. Khisamov, N.S. Gatiyatullin, S.E. Voitovich, V.A. Ekimenko, V.G. Bazarevskaya. New technologies for enhancing the efficiency of pre-drilling exploration.

The paper briefly characterises the methods of enhancing the efficiency of pre-drilling exploration, their approbation and efficiency evaluation.

Key words: pre-drilling exploration, new areal exploration techniques.

Хисамов Раис Салихович, главный геолог ОАО «Татнефть», профессор, д. г.-м. н.

423450, ОАО «Татнефть», г. Альметьевск, ул. Ленина, 2.
Тел.: (8553)307117.

Гатиятуллин Накип Салахович, начальник ТГРУ, д. г.-м. н.
Войтович Сергей Евгеньевич, начальник отдела ТГРУ.

420008, Татарское геологоразведочное управление ОАО «Татнефть», Казань, ул. Чернышевского, 23/25.

Тел.: (843)2926771.

Базаревская Венера Гильмеахметовна, зав. отделом поисковой и разведочной геологии ТатНИПИнефть, д. г.-м. н.

423200, ТатНИПИнефть, г. Бутульма, ул. М. Джалиля, д. 32.
Тел.: (85514)78684.