

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВКЛЮЧЕНИЯ КОМПЛЕКСА «ЛЕГКИХ» МЕТОДОВ В СОСТАВ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ

Д.М. Трофимов¹, М.К. Шуваева¹, К.В. Чистякова², К.К. Наумов², С.А. Феофилов³,
Н.Я. Шабалин³, А.С. Якимов⁴, В.Е. Тавризов^{5*}, Б.В. Успенский^{6,7}

¹ООО «Ресенойл», Королев, Россия

²ООО «Актуальная геология», Санкт-Петербург, Россия

³ОАО «Градиент», Казань, Россия

⁴Российский государственный университет (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия

⁵ОАО «Институт геологии и разработки горючих ископаемых, Москва, Россия

⁶Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия

⁷Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

В статье представлена триада «легких» полевых методов геологического изучения участков недр на поисковой и поисково-оценочной стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ. Триада полевых съемок (ТПС) включает следующие последовательно выполняемые работы: 1) дистанционное получение и дешифрирование космоснимков Земли (ДЗЗ), 2) площадную гелиевую съемку (Ге-съемку) и 3) площадную микросейсмическую съемку (МС-съемку). По результатам данных съемок оцениваются площадные и количественные параметры аномалий регистрируемых полезных сигналов, прогнозируемые связываемые с потенциально нефтегазосодержащими перспективными зонами на площади лицензионного участка, на которых возможно размещение видов и объемов полевых сейсморазведочных работ, а затем и глубокого поискового бурения.

Экспертным и автоматизированным способами на базе данных методов ТПС может быть проведена оценка перспектив нефтегазоносности и локализованных ресурсов каждого участка недр, а их экономическая привлекательность оценена с учётом геологических и экономических рисков, причем в качестве экономической оценки лицензионного участка использованы общепринятые в нефтегазовой отрасли показатели и параметры применительно к этапам геологоразведочных работ.

Кроме того, проведение описанных работ методами ТПС на предлицензионной стадии может осуществляться в зимнее время, и их уместно выполнять по инициативе госорганов по недропользованию: законченный цикл анализа геологической и экономической привлекательности позволит способствовать привлечению к участию в аукционах новых недропользователей и повышению стоимости стартовых платежей на аукционе.

Ключевые слова: нефть, газ, методы ДЗЗ, гелиевая съемка, микросейсмический метод, геохимическая съемка
DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.2>

Для цитирования: Трофимов Д.М., Шуваева М.К., Чистякова К.В., Наумов К.К., Феофилов С.А., Шабалин Н.Я., Якимов А.С., Тавризов В.Е., Успенский Б.В. Геологическая целесообразность включения комплекса «легких» методов в состав геологоразведочных работ на нефть и газ. *Георесурсы*. 2017. Т. 19. № 2. С. 97-102. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.2>

Современный инновационный уровень в нефтегазовой отрасли России, как и во всех развитых странах, предполагает использование новых технологий, которые наиболее важно использовать при геологическом изучении недр на неизученных или почти неизученных лицензионных участках для поисков и оценки новых месторождений нефти и газа.

Мы представляем уже многократно и успешно используемые в практике работ такие полевые «легкие» методы, как дистанционное получение и дешифрирование космоснимков Земли (ДЗЗ), площадную гелиевую съемку (Ге-съемку) и площадную микросейсмическую съемку (МС-съемку), как единую триаду полевых съемок (ТПС). Наиболее эффективно последовательное применение методов ТПС на поисковой и поисково-оценочной стадиях работ по изучению участков недр в условиях полного или частичного отсутствия геологической информации, необходимой для формирования даже предварительных геологических идей по выбору и размещению видов,

объемов и сроков дорогостоящих сейсморазведочных работ МОГТ-2Д (ЗД) и затем – глубокого поискового и поисково-оценочного бурения.

ТПС «легких» методов для предварительного геологического изучения участков недр с целью поисков месторождений нефти и газа включает следующую последовательность выполнения съемок.

1. Подбор и дешифрирование космических снимков поверхности Земли участка недр необходимой разрешенности с целью получения основных геолого/тектонических и структурных аспектов строения участка недр в целом, которые потом будут использованы для более осознанного проектирования площади работ двух последующих съемок ТПС; на этой стадии наибольшие затраты необходимы для покупки космоснимков требуемой разрешенности, покрывающие всю площадь лицензионного участка.

2. Выполнение Ге-съемки с использованием мобильных автономных высокоточных приборов измерения концентрации гелия на поверхности; при этом площадь съемки выбирается с учетом данных ДЗЗ для некоторых участков или (редко) в целом по площади лицензионного

*Ответственный автор: Врам Евгеньевич Тавризов
E-mail: 62tavr@gmail.com

участка, а все точки полевых исследований образуют регулярную сеть, результаты полевых исследований на точках полученной сети затем интерпретируют и получают набор специальных карт, на которых указываются аномальные концентрации гелия, прогнозируемо связываемые с потенциально нефтегазосодержащими перспективными зонами (на площади лицензионного участка), на которых будут размещены объемы работ следующей МС-съемки.

3. Выполнение МС-съемки с использованием мобильных автономных высокоточных приборов измерения естественных величин микросейсм на поверхности; при этом площадь съемки выбирается с учетом данных ДЗЗ и Ге-съемки для некоторых участков или (очень редко) в целом по площади лицензионного участка, а все точки полевых исследований образуют регулярную сеть, результаты полевых исследований на точках полученной сети затем интерпретируют и получают набор специальных карт, на которых указываются аномальные величины амплитуд микросейсм в инфранизком частотном диапазоне, прогнозируемо связываемые с потенциально нефтегазосодержащими перспективными зонами (на площади лицензионного участка), на которых будут размещены виды и объемы полевых сейсморазведочных работ, а затем и глубокого бурения.

В настоящее время полный набор методов ТПС не применяется; как правило, используется какой-либо один из указанных методов ТПС, либо другие методы.

Однако российские предприятия, которые являются потребителями информации ТПС, и их специалисты создали собственные аппаратные комплексы, решили проблемы методики интерпретации дистанционных и полевых материалов съемок, внедрили в практику работ на нефть и газ, развивают научно-методические основы методов и собственные программные продукты, и что наиболее важно – нужны отрасли, практически демонстрируя высокую адаптивность к конкретным территориям полевых исследований. При этом результаты этих отечественных разработок востребованы среди потребителей-недропользователей, а со стороны отраслевых государственных органов подобного не отмечается.

Особенно наглядно эта позиция проявляется при решении насущных геологических проблем нефтегазовой отрасли на огромной и слабо изученной территории Восточной Сибири (Иркутская область, Красноярский край, Республика Саха (Якутия), где эффективность поисково-оценочных и разведочных работ на нефть и газ оставляет желать лучшего. Многие неизученные или слабо изученные в прошлые годы лицензионные участки, выставяемые государством на аукционы в 2008-2016 гг., не нашли своих хозяев. Основная причина этого – не финансовые кризисы, а отсутствие геолого-экономической привлекательности таких участков для потребителя в силу предоставления им низкокачественной исходной продукции. Авторам представляется, что в случае выполнения по инициативе государства на каждом из полностью неизученных участков недр, выставяемых на аукцион, комплекса методов ТПС, результативная часть таких работ резко подняла бы стартовую стоимость участка недр и его геологическую привлекательность для потенциального недропользователя.

Негативные последствия от неприменения методов ТПС можно сформулировать следующим образом:

- темпы освоения новых участков недр с целью поисков и разведки новых месторождений нефти и газа низкие;
- геологические службы основной массы недропользователей, ранее получивших в пользование на 5-7 лет поисковые лицензии, не в состоянии определиться с наиболее перспективными направлениями работ;
- производимые затраты на геологоразведочные работы (ГРП) малоэффективны (в ситуации отсутствия у недропользователя стартовых геологических идей);
- фактические площади полевых сейсморазведочных работ избыточно увеличены, растягиваются на 2-3 и более года, в течение одного полевого сезона оперативное частичное уплотнение сети сейсмических профилей на выявленных перспективных объектах невозможно, так как недропользователь уже заплатил за определенное число погонных километров;
- в итоге реализуются нерациональные объемы глубокого поисково-оценочного бурения, в связи с чем инвесторы быстро теряют интерес, снижают финансирование или вообще прекращают проектные работы на участках.

В целом можно отметить, что государство и недропользователи недооценивают свою выгоду в деле последовательного и своевременного изучения недр (например, в зоне трансроссийского нефтепровода ВСТО).

Реализация разработанных к настоящему времени инновационных методов поисков углеводородов могла бы изменить эту тенденцию, причём при существенно низких затратах. Например, космоснимки всё равно покупаются и давно уже являются основной базой данных, предоставляемых недропользователями контролирующим органам для оценки экологического состояния поверхности лицензионного участка в начале работ после получения лицензии.

С точки зрения актуальности проблема повышения эффективности поисковых работ на нефть и газ не должна вызывать сомнений, так как комплекс методов ТПС дает возможность прогнозировать структурные ловушки и их нефтегазоносность, проводить комплексную интерпретацию данных, оценивать сохранность залежей углеводородов, выявлять зоны повышенной трещиноватости перспективных ловушек нефти и газа.

Указанные выше трудности, возникающие при освоении энергетического потенциала в районе ВСТО, определяют задачу ресурсной и стоимостной оценки неизученных и слабо изученных территорий страны. Решение этой проблемы может быть связано с планированием геологоразведочных работ на основании методов ТПС, обеспечивающих прогнозирование ловушек углеводородов и оценку их нефтегазоносности на неизученных или слабо изученных лицензионных участках оперативно и экономично, что затем позволяет сконцентрировать проектирование сейсморазведочных работ на наиболее перспективной площади действующих лицензионных участков и более качественно готовить перспективные объекты к глубокому поисково-оценочному бурению (Трофимов, Шуваева, 2010).

С другой стороны, будущие аукционы по предоставлению права пользования неизученными или слабо изученными участками недр, например, в районах Восточной Сибири и ВСТО, могут вызвать интерес потенциальных недропользователей, в первую очередь

при предоставлении первоначальной комплексной информации о геолого-экономической привлекательности предлагаемых участков недр. Геологический пробел в комплексе данных, представляемых недропользователю, с успехом может восполнить использование методов ТПС, позволяющих выполнять и первичную геолого-экономическую оценку практической привлекательности выставляемых на аукционы участков недр.

Об эффективности использования космической информации от ДЗЗ можно судить и по факту открытия нового месторождения газа в Якутии, которое было обнаружено благодаря обработке космической информации в комплексе с геохимическими методами.

Как правило, пакет документов по выставляемым на конкурс участкам недр содержит ограниченный объем геолого-геофизических данных, зачастую полученных много лет назад, включая оценку нелокализованных ресурсов, что не позволяет недропользователю провести обоснованное планирование профилей полевых сейсморазведочных работ. Кроме того, по Восточной Сибири исходный объем информации предельно ограничен и не позволяет проводить объективную оценку перспектив нефтегазоносности, а следовательно, оценить прогнозную рентабельность освоения лицензионного участка.

При использовании данных методов ТПС представляется возможным экспертным и автоматизированным

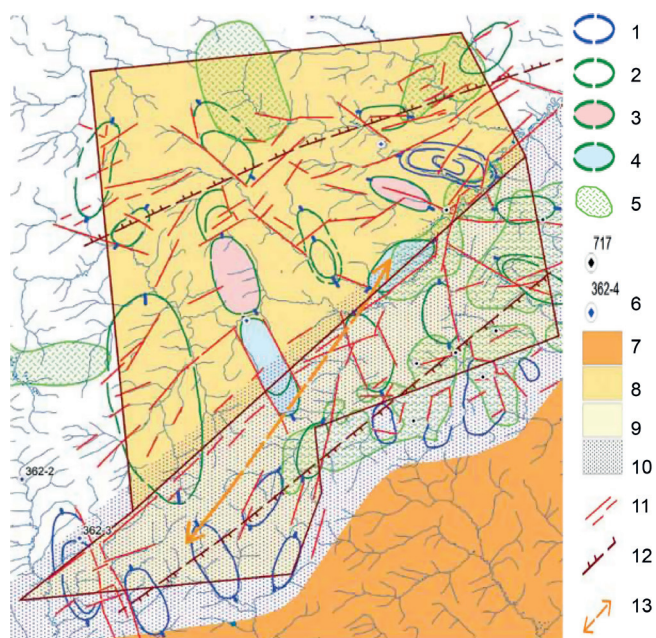


Рис. 1. Схема прогноза нефтегазоносности слабо изученного лицензионного участка на Ненско-Ботуобинской антеклизе (Восточная Сибирь). 1 – Структуры, прогнозируемые по космическим данным, 2 – Структуры, прогнозируемые по космическим данным и находящие отражение на геофизических материалах, 3 – Структуры, наиболее перспективные по космическим данным, 4 – Структуры, менее перспективные по космическим данным, 5 – Поднятия, выявленные сейсморазведкой, 6 – Пустые скважины, 7 – Зона нефтегазоаккумуляции, 8 – Более перспективный участок, 9 – Менее перспективный участок, 10 – Зона непродуктивных скважин, связанная с ухудшенными значениями коллекторов, 11 – Разрывные нарушения, прогнозируемые по космическим данным, 12 – Предполагаемая зона выклинивания базальных пластов непскогорегionalного горизонта, 13 – Осевая зона перегиба, разделяющего Ненский и Мирненский своды

способом спрогнозировать структурные ловушки, оценить достоверность их отражения в осадочном чехле, оценить перспективы нефтегазоносности и прогнозные локализованные ресурсы каждой структуры, и в итоге дать заключение о рентабельности освоения лицензионных участков.

Таким образом, недропользователь получает законченную оценку геологической и экономической

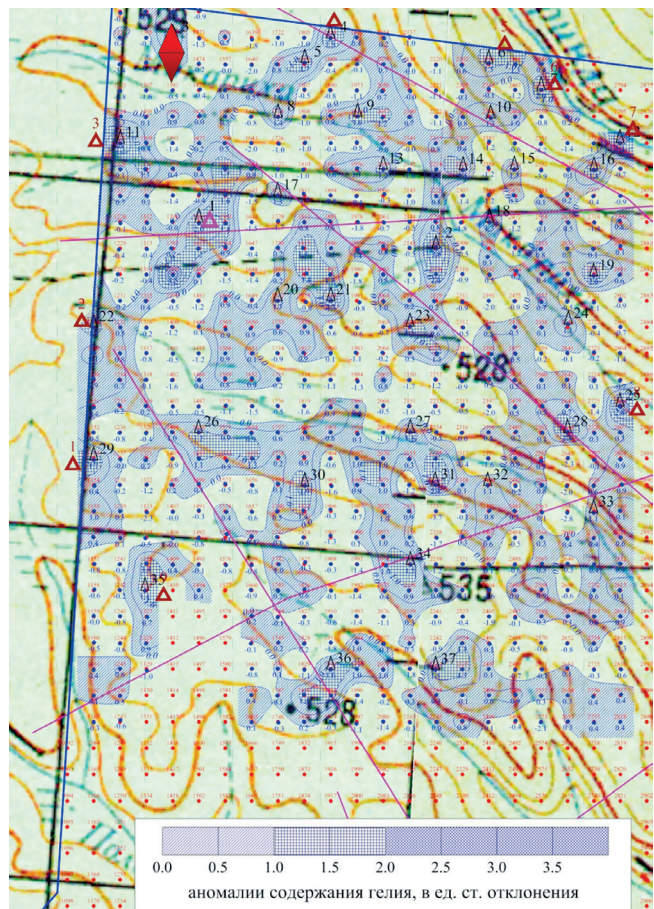


Рис. 2. Фрагмент топоосновы участка гелиевой съемки с ее результатами, \blacktriangle – пробуренная поисковая скважина, давшая приток газа из ярактинского горизонта

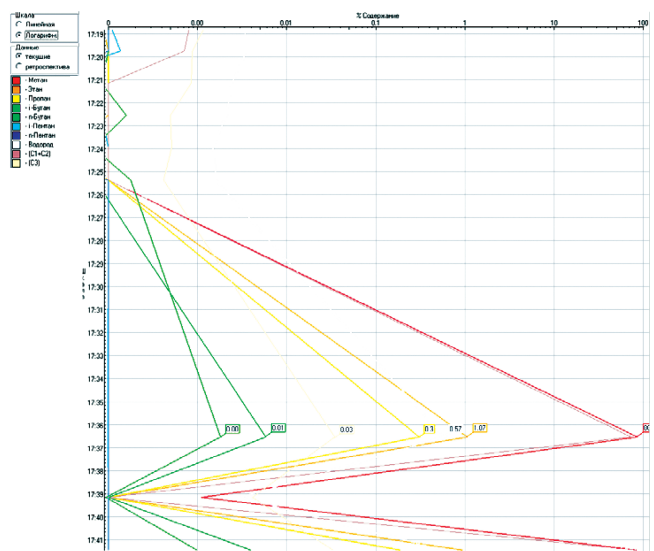


Рис. 3. Компонентный состав газа ярактинского горизонта из поисковой скважины, полученный на полевом хроматографе (среднее по 3-м пробам): метан – 83-86%, этан – 1,1%, пропан – 0,3%

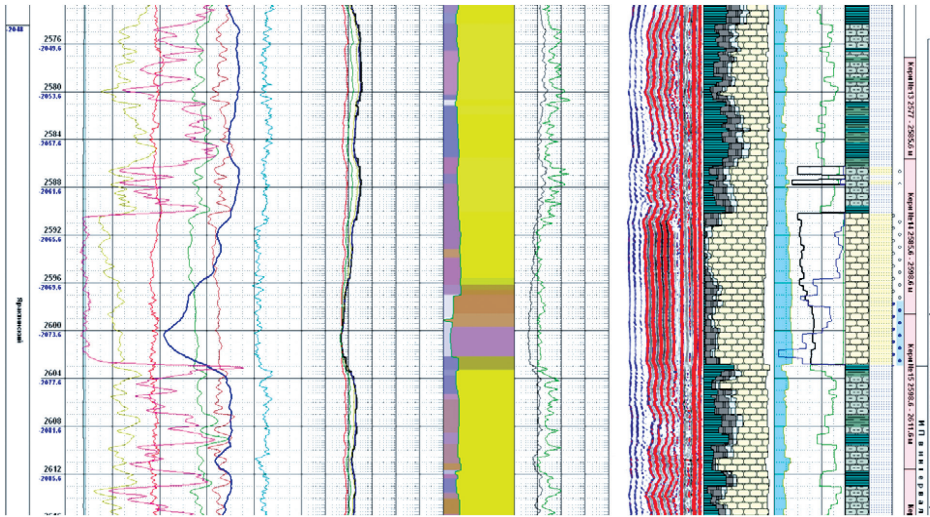


Рис. 4. По данным ГИС ярактинский горизонт поисковой скважины в интервале глубин 2590-2596 м газонасыщенный

привлекательности изучаемой площади с учётом соответствующих рисков, что позволяет ему в рамках лицензионного соглашения оптимизировать размещение сейсмопрофилей, ориентированных не столько на выявление поисковых объектов, сколько на их подготовку к глубокому бурению.

Пример применения метода ДЗЗ на одном из участков, расположенном в пределах Непско-Ботуобинской синеклизы вблизи г. Мирный, показан на рисунке 1.

В прошлом столетии здесь были выявлены шесть локальных структур, одна из которых была разбурена с отрицательным результатом. По итогам структурного анализа дистанционных материалов на этом участке спрогнозировали восемнадцать поисковых объектов, четыре из которых соответствовали ранее выявленным поднятиям. Экспертными автоматизированными способами была проведена оценка перспектив нефтегазоносности и локализованных ресурсов. Из восемнадцати спрогнозированных структур двенадцать представляются перспективными в нефтегазоносном отношении, среди них – четыре первоочередных объекта (Рис. 1). В результате проведённых работ недропользователь имеет возможность обоснованно планировать сейсморазведочные профили и дальнейшее бурение.

Метод гелиевой съемки (Ге-съемка) основан на том, что все залежи УВ имеют своё поверхностное отображение в виде аномальных содержаний гелия в приповерхностном слое. В него гелий попадает из глубины единственным способом – путем миграции к поверхности Земли по тектоническим нарушениям, зонам трещиноватости и участкам повышенной проницаемости, накапливаясь в резервуарах залежей углеводородов. Для прогноза наличия залежей нефти и газа по аномалиям концентрации гелия фундаментальным является тот факт, что растворимость гелия в нефти на порядок больше, чем в воде; наличие переносной высокоточной полевой аппаратуры позволяет регистрировать аномальные концентрации гелия относительно фоновых содержаний в процессе исследований в точках регулярной сети наблюдений

(Презентация ООО «Актуальная геология», Санкт-Петербург, 2015). Пример результатов полевых работ Ге-съемки приведен на рис. 2-4 по перспективному участку недр Восточной Сибири, на котором была пробурена поисковая скважина, давшая приток газа.

Пример применения метода изучения эффектов резонанса залежей углеводородов при их низкочастотном сейсмическом зондировании (МС-съемка) (Презентация ОАО «Градиент», Казань, 2016.) приведен на рис. 5. На этом участке была проведена МС-съемка, по результатам которой в районе западной аномалии резонансной амплитуды полезного сигнала от залежи нефти

(точка 71 исследований) была пробурена продуктивная скважина, давшая приток нефти.

Более подробно физические основы методов ТПС и результаты их внедрения в практику ГРП на нефть и газ изложены в отчетах по выполненным полевым работам Трофимова Д.М., Шуваевой М.К. (ООО «Ресенойл», г. Королев); Чистяковой К.В., Наумова К.К. (ООО «Актуальная геология», г. Санкт-Петербург – первая и

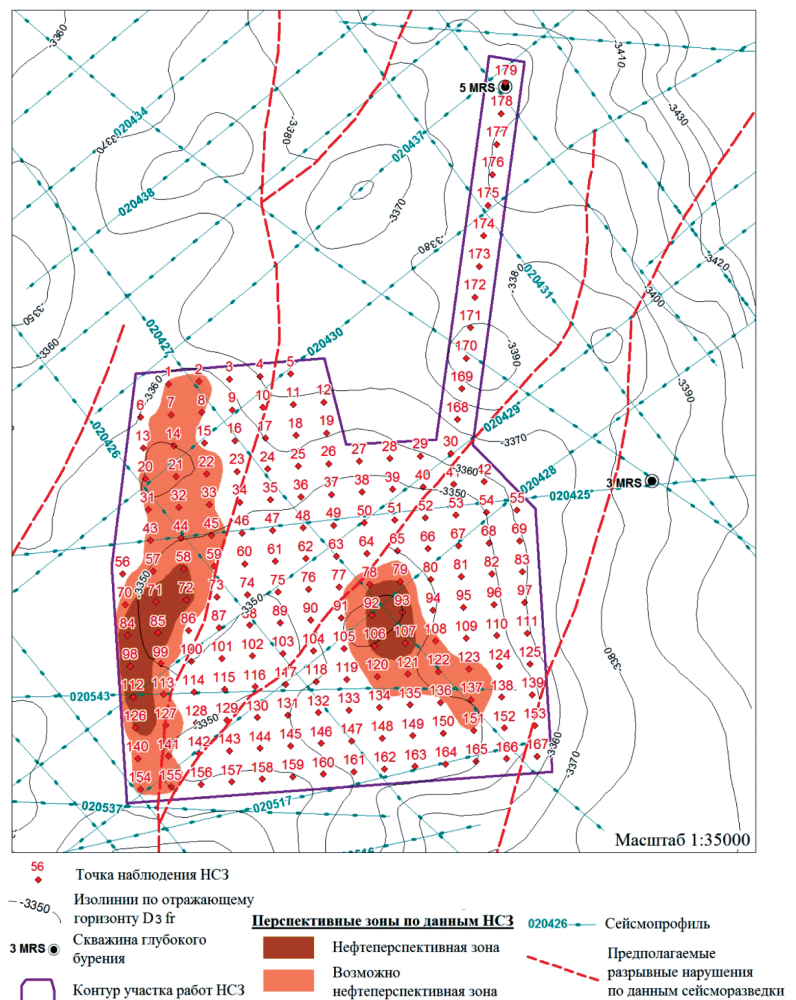


Рис. 5. В районе точки № 71 полевой МС-съемки пробурена продуктивная скважина № 32

единственная в России, которая разработала, запатентовала и внедрила в практику ГРП метод гелиевой съемки); Шабалина Н.Я., Феофилова С.А. (ОАО «Градиент», г. Казань) и на сайтах этих организаций и др.

В заключении авторы отмечают, что использование триады «легких» методов полевых съемок (ТПС) является наиболее малозатратными работами для цели оперативной геологической привлекательности не- или малоизученных участков недр. При необходимости методы ТПС могут быть дополнены и традиционными методами геохимических съемок при поисках месторождений нефти и газа.

Экспертными автоматизированными способами на базе данных методов ТПС может быть проведена оценка перспектив нефтегазоносности и локализованных ресурсов каждого участка недр, а их экономическая привлекательность оценена с учётом геологических и экономических рисков, причем в качестве экономической оценки лицензионного участка использованы общепринятые в нефтегазовой отрасли показатели и параметры применительно к этапам ГРП.

Кроме того, проведение описанных работ методами ТПС на предлицензионной стадии может осуществляться в зимнее время, и их уместно выполнять по инициативе госорганов по недропользованию: законченный цикл анализа геологической и экономической привлекательности позволит способствовать привлечению к участию в аукционах новых недропользователей и повышению стоимости стартовых платежей на аукционе.

Литература

Трофимов Д.М., Шуваева М.К. Оценка достоверности прогнозных локализованных ресурсов углеводородов и геологических рисков слабо изученных регионов Восточной Сибири и в районе ВСТО. В сб.: *Прогнозирование структур чехла юга Восточной Сибири космическими методами и оценка их прогнозных локализованных ресурсов в условиях слабой геологической изученности*. Королёв: ГЕОС. 2010. 98 с.

Сведения об авторах

Дмитрий Михайлович Трофимов – д. геол.-мин. н., главный специалист, ООО «Ресенойл»

Россия, 141080, Московская область, Королев, Калининградская ул., 17-1

Марина Константиновна Шуваева – к. геол.-мин. н., директор, ООО «Ресенойл»

Россия, 141080, Московская область, Королев, Калининградская ул., 17-1

Ксения Викторовна Чистякова – генеральный директор, ООО «Актуальная геология»

Россия, 191002, Санкт-Петербург, ул. Рубинштейна, 36, оф. 21

Кир Кирович Наумов – главный геолог, ООО «Актуальная геология»

Россия, 191002, Санкт-Петербург, ул. Рубинштейна, 36, оф. 21

Сергей Александрович Феофилов – генеральный директор, ОАО «Градиент»

Россия, 420015, Казань, ул. Большая Красная, 63

Николай Яковлевич Шабалин – советник главного геолога, ОАО «Градиент»

Россия, 420015, Казань, ул. Большая Красная, 63

Александр Сергеевич Якимов – к. геол.-мин. н., доцент, Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Россия, 119991, Москва, Ленинский проспект, 65

Врам Евгеньевич Тавризов – главный специалист, Институт геологии и разработки горючих ископаемых

Россия, 117312, Москва, ул. Вавилова, 25, корп. 2

Тел: +7 (977) 6692105

e-mail: 62tavr@gmail.com

Борис Вадимович Успенский – д. геол.-мин. н., профессор, Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан; заведующий кафедрой геологии нефти и газа, Казанский (Приволжский) федеральный университет

Россия, 420087, Казань, ул. Даурская, 28

Статья поступила в редакцию 26.03.2017;

Принята к публикации 01.06.2017;

Опубликована 30.06.2017

Geological expediency for inclusion of the “easy” methods complex into the geological exploration for oil and gas

D.M. Trofimov¹, M.K. Shuvaeva¹, K.V. Chistyakova², K.K. Naumov², S.A. Feofilov³, N.Ya. Shabalin³, A.S. Yakimov⁴, V.E. Tavrizov^{5}, B.V. Uspenskiy^{6,7}*

¹LLC Resenoil, Korolev, Russia

²LLC Aktual'naya geologiya, St.Petersburg, Russia

³JSC Gradient, Kazan, Russia

⁴Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia

⁵Institute of Geology and Fuels Development (IGiRGI), Moscow, Russia

⁶Institute for problems of ecology and subsoil use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

⁷Kazan Federal University, Kazan, Russia

*Corresponding author: Vram E. Tavrizov, e-mail: 62tavr@gmail.com

Abstract. The article presents a triad of “easy” field methods for geological exploration of subsoil areas in the exploration and prospecting-evaluation stages of geological

exploration for oil and gas. The triad of field surveys includes the following sequentially performed works: 1) remote sensing and interpretation of space images of the Earth, 2) areal helium

survey (He-survey), and 3) areal microseismic survey (MC-survey) as a single triad of field surveys. Based on the results of these surveys, areal and quantitative parameters of the anomalies of registered useful signals are estimated, which are predictably associated with potentially oil and gas promising zones on the licensed area where the types and volumes of field seismic operations, and then deep exploratory drilling can be located.

Expert and automated methods based on the data of triad of field surveys can be used to assess the prospects of oil and gas potential and localized resources of each subsoil area. Their economic attractiveness is assessed taking into account geological and economic risks. The economic assessment of the licensed area uses the generally accepted indicators in the oil and gas industry for the stages of geological exploration.

In addition, the conduct of the described work by the triad of field surveys at the pre-licensing stage can be carried out in the winter, and they are appropriate to be carried out on the initiative of the state authorities on subsoil use: a complete cycle of analysis of geological and economic attractiveness will help attract new subsoil users to participate in auctions and increase the cost of initial payments at the auction.

Keywords: oil, gas, Earth's remote sensing, helium survey, microseismic method, geochemical survey

For citation: Trofimov D.M., Shuvaeva M.K., Chistyakova K.V., Naumov K.K., Feofilov S.A., Shabalin N.Ya., Yakimov A.S., Tavrizov V.E., Uspenskii B.V. Geological expediency for inclusion of the "easy" methods complex into the geological exploration for oil and gas. *Georesursy = Georesources*. 2017. V. 19. No. 2. Pp. 97-102. DOI: <http://doi.org/10.1859/9/grs.19.2.2>

References

Trofimov D.M., Shuvaeva M.K. Assessment of the reliability of predicted localized hydrocarbon resources and geological risks of poorly studied regions of Eastern Siberia in the ESPO region. V sb.: *Prognozirovanie struktur chekhla yuga Vostochnoi Sibiri kosmicheskimi metodami i otsenka ikh prognoznnykh lokalizovannykh resursov v usloviyakh slaboi geologicheskoi izuchennosti* [Forecasting the structures of the cover of the south of Eastern Siberia by cosmic methods and assessment of predicted localized hydrocarbon resources under conditions of poor geological study: Coll. papers.]. Korolev: GEOS. 2010. 98 p.

About the Authors

Dmitrii M. Trofimov – DSc in Geology and Mineralogy, Chief expert, LLC Resenoil
Russia, 141080, Moskow Region, Korolev, Kaliningradskaya St., 17-1

Marina K. Shuvaeva – PhD in Geology and Mineralogy, Director, LLC Resenoil
Russia, 141080, Moskow Region, Korolev, Kaliningradskaya St., 17-1

Kseniya V. Chistyakova – General Director
LLC Aktual'naya geologiya
Russia, 191002, St.Petersburg, Rubinshtein St., 36, of. 21

Kir K. Naumov – Chief Geologist
LLC Aktual'naya geologiya
Russia, 191002, St.Petersburg, Rubinshtein St., 36, of. 21

Sergei A. Feofilov – General Director, JSC Gradient
Russia, 420015, Kazan, Bol'shaya Krasnaya St., 63

Nikolai Ya. Shabalin – Adviser to the Chief Geologist
JSC Gradient
Russia, 420015, Kazan, Bol'shaya Krasnaya St., 63

Aleksandr S. Yakimov – PhD in Geology and Mineralogy, Associate Professor
Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)
Russia, 119991, Moskow, Leninskii prospekt, 65

Vram E. Tavrizov – Chief expert
Institute of Geology and Fuels Development (IGIRGI)
Russia, 117312, Moskow, Vavilov St., 25, korp. 2
Phone: +7 (977) 6692105
e-mail: 62tavr@gmail.com

Boris V. Uspenskii – DSc in Geology and Mineralogy, Professor, Institute for problems of ecology and subsoil use of Tatarstan Academy of Sciences; Head of the Department of Oil and Gas Geology, Kazan Federal University
Russia, 420087, Kazan, Daur'skaya St., 28

*Manuscript received 26 March 2017;
Accepted 1 June 2017; Published 30 June 2017*