

МРНТИ 38.53

УДК 553.98. (571.1)

**ВОЗМОЖНОСТИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВЫСОКОТОЧНОЙ  
МАГНИТОРАЗВЕДКИ, ГРАВИРАЗВЕДКИ И ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ПРИ ПОИСКАХ  
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

**Ж.С. ТУЛЕМИСОВА, З.А. БЕКМУХАМЕТОВА**

*Казахстанско-Британский технический университет*

**Аннотация:** Подробно анализируются геофизические методы обнаружения месторождений углеводородов с использованием новой аппаратуры и обработки полученных данных. Дан обзор проблемных вопросов при проведении поисково-разведочных работ на углеводороды. Особое внимание уделено методике проведения высокоточной магнитной съёмки, которая позволяет осуществлять прямые поиски залежей углеводородов по признакам приуроченности нефтегазоперспективных структур к зонам спокойных, малоамплитудных, большегабаритных отрицательных магнитных аномалий. На основе анализа материалов современной гравirazведки было установлено, что залежам УВ в гравитационном поле соответствуют локальные отрицательные аномалии, которые оконтуривают эти залежи в плане. Важно, что эти аномалии над залежами в гравитационном поле не зависят от типа ловушек и коллекторов. По величине амплитуды локальных аномалий можно оценивать прогнозные ресурсы углеводородов. Эффективность современной электроразведки при поисковых работах на УВ достаточно высока. Обоснование возможности применения метода электроразведки при поисках месторождений УВ связано с двумя моментами. Во-первых, с резким увеличением суммарного электрического сопротивления нефтегазоносной залежи по отношению к вмещающим её водоносным коллекторам (нефтегазовые залежи обладают повышенным суммарным электрическим сопротивлением) – прямой признак. Во-вторых, косвенный признак, наличием над залежью участков с дисперсными рудными минералами вблизи дневной поверхности.

**Ключевые слова:** геофизические методы, магниторазведка, гравirazведка, электроразведка, углеводороды, аномалии

**OPPORTUNITIES FOR USING HIGH-PRECISION MAGNETIC EXPLORATION,  
ENGRAVING EXPLORATION AND ELECTRIC EXPLORATION FOR HYDROCARBON  
RAW MATERIALS EXPLORATION**

**Abstract:** The geophysical methods for detecting hydrocarbon deposits using new equipment and processing the data are analyzed in detail. A review of problematic issues during hydrocarbon exploration is given. Particular attention is paid to the method of conducting high-precision magnetic surveys, which allows direct searches for hydrocarbon deposits by signs of the confinement of oil and gas prospective structures to areas of calm, low-amplitude, large-sized negative magnetic anomalies. Based on the analysis of materials of modern gravity exploration, it was found that hydrocarbon deposits in the gravitational field correspond to local negative anomalies, which are an indirect sign. They outline these deposits in plan. It is important that these anomalies above the deposits in the gravitational field do not depend on the type of traps and collectors. By the magnitude of the amplitude of local anomalies, the predicted hydrocarbon resources can be estimated. The effectiveness of modern electrical exploration during prospecting for hydrocarbons is quite high. The rationale for the possibility of applying the electric prospecting method in the search for hydrocarbon deposits is associated with two points. Firstly, with a sharp increase in the total electrical resistance of the oil and gas bearing reservoir relative to the host aquifers (oil and gas deposits have increased total electrical resistance) is a direct sign. Secondly, an indirect sign, the presence of areas with dispersed ore minerals near the surface above the reservoir.

*Keywords: geophysical methods, magnetic exploration, gravity exploration, electrical exploration, hydrocarbons, anomalies*

## **КӨМІРСУТЕК ШИКІЗАТЫН ІЗДЕУ КЕЗІНДЕ ЖОҒАРЫ ДӘЛДІКТІ МАГНИТТІК БАРЛАУДЫ, ГРАВИБАРЛАУДЫ ЖӘНЕ ЭЛЕКТРБАРЛАУДЫ ПАЙДАЛАНУ БОЙЫНША МҮМКІНДІКТЕР**

*Аңдатпа:* Жаңа жабдықты қолдана отырып, көмірсутектердің кен орындарын анықтаудың және деректерді өңдеудің геофизикалық әдістері жан-жақты талданады. Көмірсутектерді барлау кезінде сыни мәселелерге шолу келтірілген. Мұнай мен газдың перспективалық құрылымдарын жуас, төмен амплитудалық, ірі көлемді теріс магниттік ауытқулар аймақтарына қою белгілері бойынша көмірсутегі кен орындарын тікелей іздеуге мүмкіндік беретін жоғары дәлдіктегі магниттік зерттеулерді жүргізу әдісіне ерекше көңіл бөлінеді. Қазіргі гравитациялық зерттеулерден алынған материалдарды талдау негізінде гравитациялық өрістегі көмірсутек кен орындары жоспардағы осы кен орындарын сипаттайтын жергілікті теріс ауытқуларға сәйкес келетіні анықталды. Гравитациялық өрістегі кен орындарының үстіндегі осы ауытқулар тұтқышы мен коллекторлардың түріне байланысты болмауы маңызды.

Жергілікті ауытқулардың амплитудасы бойынша болжамды көмірсутек қорларын бағалауға болады. Көмірсутек шикізатын іздеудегі заманауи электрлік зерттеулердің тиімділігі өте жоғары. Көмірсутек кен орындарын іздеуде электр іздеу әдісін қолдану мүмкіндігінің негіздемесі екі тармаққа байланысты, өйткені біріншіден, негізгі сулы қабатқа қатысты мұнай мен газ қоймасының жалпы электр кедергісінің күрт артуы (мұнай мен газ кен орындары көтеріңкі электр кедергісіне ие) тікелей белгі болып табылады. Екіншіден, кен минералдары бар аудандардың болуы, жананама белгі, резервуар үстіндегі беткейге жақын жерде таралған.

*Түйінді сөздер:* геофизикалық әдістер, магниттік барлау, гравитациялық барлау, электрлік барлау, көмірсутектер, ауытқу

Поиски залежей нефти и газа являются одной из трудоемких задач поисковой геофизики. Следует отметить, что в последнее время в аппаратурном и методическом плане были достигнуты определенные успехи. Это связано с тем, что были разработаны и внедрены в практику геологоразведочных работ высокоточные цифровые измерительные приборы нового поколения. К их числу относятся протонные и квантовые магнитометры с чувствительностью 0.01-0.001 нТл [1], компьютеризированные гравиметры, представляющие собой автоматы с чувствительностью 0.0001 мГал [2]. Разработаны и апробированы новые более совершенные методики геолого-геофизической съёмки и технологии сбора и обработки полевых данных. Но проблема надежного поиска углеводородов остаётся по-прежнему, сложной задачей. Здесь следует отметить два момента. Во-первых, большая глубина залегания объекта поисков – от 1.5-3.0 км – 5.0-6.0 км до 10 км и глубже. Во-вторых, природные зале-

жи углеводородов (нефть и газ) почти никак себя не проявляют в физических полях, даже при гораздо меньших глубинах. Сложность задачи усугубилась ещё и тем, что появилась необходимость в проведении поисковых работ не только для осадочного чехла, перекрывающего фундамент, но и сам фундамент стал объектом поисков на предмет наличия в нём возможных резервуаров с нефтью (преимущественно) и (или) газом. К настоящему времени в Мире уже эксплуатируются более ста месторождений нефти и газа подобного типа, среди которых есть и гигантские [3]. Изменился взгляд на генезис месторождений углеводородов (УВ) [3-5]. Полагают, что подъём углеводородов из верхней мантии и далее в земную кору происходит циклами, по субвертикальным разломам (шовным зонам глубинного заложения). В этой связи, в поисковых целях появился интерес не только к субгоризонтальным или листрическим разломам глубинного заложения, но и к вертикальным разломным

структурам, что является новым при проведении геофизических работ на нефть и газ.

Выясним, какие потенциальные возможности открываются перед геофизической службой на современном этапе для успешных поисков углеводородов.

1. *Возможности высокоточной магниторазведки [1, 13 14].*

Нефть является диамагнетиком. Магнитная восприимчивость нефти порядка  $\chi = -10 \times 10^{-6}$  СГС. Породы-коллекторы, такие как песчаники, алевролиты, известняки, доломиты, обычно, слабо магнитны ( $\chi = 25 \times 10^{-6}$  СГС). Разность в магнитной восприимчивости нефти и вмещающих её пород составляет всего  $30 \times 10^{-6}$  СГС. Так, что ожидать заметных магнитных аномалий над залежами нефти (тем более с учетом глубины её залегания) не приходится. Поэтому целенаправленные поиски возможны, главным образом только по косвенным признакам. Нефть является достаточно агрессивной средой и обладает высокой миграционной способностью. Флюидоупорные пласты (в основном глины, аргиллиты, соль), экранирующие ловушки не способны абсолютно надежно удерживать углеводороды. Последние, в своем стремлении к перемещению вверх находят пути (каверны, поры, трещины) и в конечном итоге достигают дневной поверхности. В процессе движения они вступают в реакции с вышележащими породами и со временем, существенно понижают их намагниченность [6]. За счёт этого над залежью УВ обычно отмечается спокой-

ная, ограниченная в границах проекции залежи на дневную поверхность, отрицательная магнитная аномалия интенсивностью обычно 5-20 нТл реже до 100-200 нТл, которая становится своеобразным индикатором наличия углеводородов на глубине. Одновременно, в результате химических реакций при наличии эманаций УВ и определенного вида бактерий, в приповерхностном слое на глубине 100-400 м за счет железосодержащих минералов в осадочном чехле, над залежью могут образовываться участки дисперсного вторичного магнетита и пирита. За счёт магнетита над нефтегазоносными залежами появляются своеобразные мозаичные поля, так называемая «магнитная рябь». Обычно, это малоамплитудные (первые единицы или десятки нТл), знакопеременные, малоразмерные аномалии (размеры – первые десятки-сотни метров), которые надёжно фиксируются при детальных и высокоточных съёмках (с точностью  $\pm 1-2.5$  нТл с шагом 10 м), тем более, что соседствующие с ними участки (а это обычно слабомагнитные осадочные толщи) создают спокойный близкий к нулевому фон согласно рисункам 1 и 2.

В некоторых случаях возможна и другая ситуация. Свойства пород-коллекторов могут меняться в зависимости от наличия в них магнитных минералов. Последние (магнетит, титаномагнетит, ильменит, пирротин) обычно высоко магнитны ( $\chi = 1000-5000 \times 10^{-6}$  СГС до  $10000-1000000 \times 10^{-6}$  СГС), но содержатся в осадочных породах в качестве аксессуарных

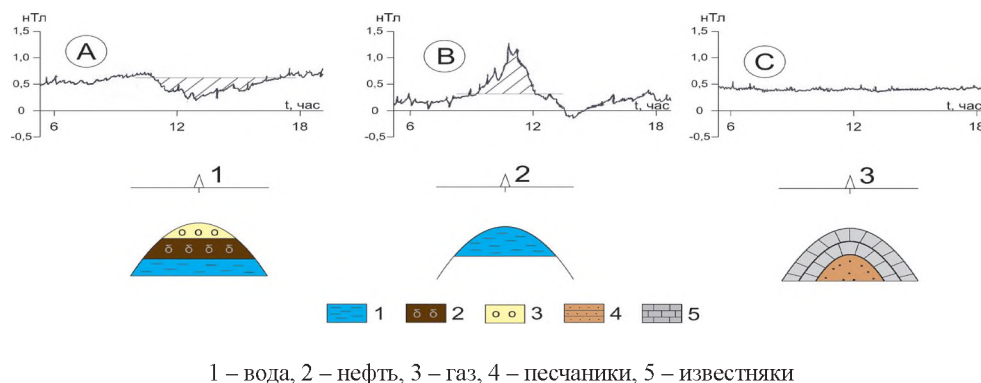
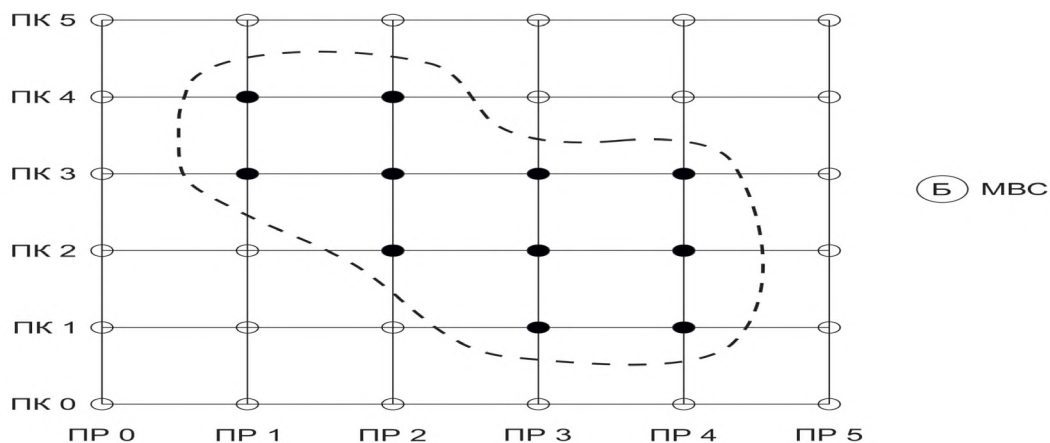


Рис. 1 – Схематические разрезы и предпочтительные места установки МВС над залежью углеводородов (1), над линзой с водой (2) и в случае с «пустой» структурой (3)



Фигура 1.

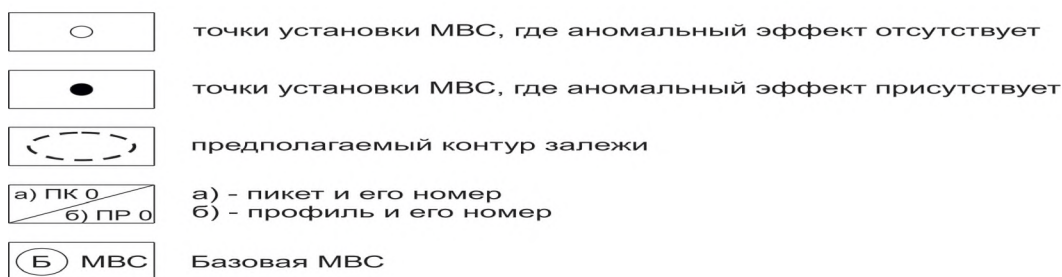


Рис. 2 – Схема расстановки МВС на предполагаемом участке и контур залежи, проведенный по результатам съёмки

минералов и поэтому не могут существенно повлиять на намагниченность пород (она увеличивается до значений  $200-500 \times 10^{-6}$  СГС). В подобной ситуации, над залежами углеводородов могут наблюдаться спокойные, слабо амплитудные магнитные аномалии положительного знака. Но в самом общем случае изменения намагниченности пород над залежами углеводородов связано с потерей магнитных свойств.

Эти две особенности магнитного поля над залежами УВ относительно легко выявляются современными высокочувствительными магнитометрами (со старыми приборами сделать это было достаточно проблематично – их чувствительность составляла 2-3 нТл, а ошибки съёмки составляли 7-10 нТл, т.е. были соизмеримыми с интенсивностью полезных аномалий). Таким образом, магнитные съёмки высокой точности и детальности могут быть с успехом использованы для прямых поисков месторождений нефти и газа [1]. Кроме прямых поисков нефти и газа, магниторазведка является прекрасным картировочным методом. В условиях закрытых территорий

она решает задачи картирования поверхности фундамента под чехлом осадочных отложений, выделения магматических комплексов, тектонического районирования территории, выделения зон мощного осадконакопления, установления простирания геологических структур, поисков рудных месторождений [1]. Магнитные съёмки просты в исполнении, не требуют больших затрат, сил и средств, обеспечивают качественный информативный материал в помощь картированию и поискам, и поэтому широко используются в практике геологоразведочных работ (ГРР) в наземном, аэро- и морском вариантах, на всех этапах проведения ГРР. Итак, констатируем – с применением высокоточных магнитных съёмок появилась реальная возможность проводить прямые поиски залежей углеводородов по признакам приуроченности нефтегазоперспективных структур к зонам спокойных, малоамплитудных, большеразмерных отрицательных (в редких случаях положительных) магнитных аномалий на региональном этапе работ – обычно в аэро- и морском вариантах и на участках мозаичного, знакопеременно-

го, магнитного поля (на участках «магнитной ряби») на этапе поисков – в наземном варианте или с использованием низковысотных съёмок [7,8, 13, 14].

2. *Возможности высокоточной гравиразведки [2]*

Нефть и газ имеют пониженную плотность по сравнению с законтурной частью нефтегазовых залежей на 0.10-0.25 г/см<sup>3</sup> для газа и 0.10-0.15 г/ см<sup>3</sup> для нефти. По плотностным свойствам нефти делятся на две группы: легкие (менее 0.85 г/см<sup>3</sup>) и тяжелые (более 0.85 г/ см<sup>3</sup>). Плотность осадочных пород нефтегазовых бассейнов, содержащий в своем геологическом разрезе залежи УВ выше, чем у нефти и газа. Так каменная соль, гипс имеют плотность 2.0-2.3 г/ см<sup>3</sup>, песчаники – 2.1-2.4 г/ см<sup>3</sup>, алевролиты – 2.1-2.5 г/ см<sup>3</sup>, глины и аргиллиты – 2.2-2.5 г/ см<sup>3</sup>, известняки – 2.4-2.6 г/ см<sup>3</sup>, доломиты – 2.5-2.6 г/ см<sup>3</sup>, ангидриты – 2.8 г/ см<sup>3</sup>. Таким образом, нефтегазосодержащие коллекторы обладают наименьшей плотностью. Плотность пластовой воды, в зависимости от её минерализации колеблется от 1.00 г/см<sup>3</sup> до 1.5 г/см<sup>3</sup>. В связи с существующей разностью плотностей залежи УВ отражаются в гравитационном поле аномалиями отрицательного знака. Этому способствует также снижение плотности пород, залегающих над залежами, вверх по разрезу [2]. Нефтяным залежам (мощностью 40-50 метров) и газовым (мощностью 20-80 метров) соответствуют относительно отрицательные локальные аномалии поля силы тяжести амплитудой 0.08-0.10 мГал. Теоретические расчёты, подтвержденные практикой, свидетельствуют, что нефтяная залежь суммарной мощностью 100 м на глубине 1-3 км создают аномалию амплитудой 0.3-0.4 мГал, а газовые залежи той же мощности – до 0.7-0.8 мГал. Сложности выделения полезных аномалий в гравитационном поле, возникали в силу низкой точности измерений (имевшей место до недавнего времени), а также за счёт неопределенностей при учете многочисленных поправок. Поэтому были предложены различные трансформации наблюдаемых гравитационных полей. Из них наиболее распространенным является способ

обработки гравиметрических данных (ГОНГ) [2] и согласно последним публикациям высокоточные гравиметрические съёмки в 85-95% случаев оправдывают прогнозы на наличие УВ [9,10] Гравиразведка до недавнего времени считалась и остается, в основном, структурно-картировочным методом, который применяется при изучении региональных структурных единиц, погребенных под осадочными отложениями. В гравитационных полях находят отражение крупные поднятия или прогибы земной коры, а также петрографические неоднородности кристаллического фундамента основания земной коры при условии резкой смены плотности пород, слагающих этот фундамент. Гравиразведка традиционно является надёжным прямым методом поисков солянокупольных структур, массивных тел железных руд и хромитов. И только с появлением новых высокоточных гравиметров и инновационных технологий обработки и интерпретации результатов гравиметрических съёмок появилась реальная возможность прямых поисков залежей УВ. На основе анализа материалов современной высокоточной гравиразведки было установлено, что залежам УВ в гравитационном поле соответствуют локальные отрицательные аномалии, которые оконтуривают эти залежи в плане. Важно, что аномалии над залежами в гравитационном поле не зависят ни от типа ловушек, ни от типа коллектора, а по величине амплитуды локальных аномалий можно оценивать прогнозные запасы углеводородов. Следовательно, высокоточная гравиразведка на региональном этапе должна стать ведущим методом комплекса. Она востребована и на поисковом этапе. Для этого требуется выполнять высокоточные (погрешность съёмки не более 0.05 мГал) гравиметрические наблюдения, по параллельным профилям в крест простирания залежи с шагом 100 м. Длина маршрутов в 7-10 раз должна превышать глубину до объекта. Цель гравиметрических наблюдений на поисковом этапе состоит в выделении наиболее крупных ловушек: оконтуривание их в плане, определение их размеров, глубины залегания и оценка прогнозных ресурсов.

Высокоточные гравиразведка и магниторазведка масштаба 1:200 000 составляют обязательный комплекс геофизических методов при изучении нефтегазовых провинций, и помогают в решении основных задач ГРП на этапе поисковых исследований.

### 3. Возможности высокоточной электроразведки [11]

В последнее время достигнуты существенные успехи в создании аппаратуры и технологии проведения электроразведочных работ. Согласно последним публикациям эффективность современной электроразведки при поисковых работах на УВ достаточно высока и, как следствие, появилось понятие высокоразрешающая электроразведка при поисках нефти и газа. Обоснование возможности применения метода электроразведки при поисках месторождений УВ связано с двумя моментами. Во-первых, с резким увеличением суммарного электрического сопротивления нефтегазоносной залежи по отношению к вмещающим её водоносным коллекторам (нефтегазосодержащие залежи обладают повышенным суммарным электрическим сопротивлением на 30-500%) – *прямой признак*. Во-вторых, с наличием над залежью участков с дисперсным магнетитом и пиритом, вблизи дневной поверхности – *косвенный признак*. Электроразведка обладает большим арсеналом возможных методов и современными технологиями, на базе новейшей высокоразрешающей аппаратуры. Это позволяет выбрать три, наиболее эффективных, проверенных на практике метода, которые успешно используются при решении поисковых задач на углеводороды. Это метод МТЗ (магнитотеллурическое зондирование), МВТ (метод вертикальных токов), метод индукционной вызванной поляризации (ИВП).

*Метод МТЗ* до последнего времени не находил должного применения в геолого-геофизических изысканиях. Причины этого – не было удобной, высокочувствительной, специализированной аппаратуры и достаточных наработок в области количественной интерпретации получаемых данных. Но метод имеет очевидные достоинства – используется

естественное электромагнитное (магнитотеллурическое) поле, проникающее на глубины в сотни километров, что позволяет изучать осадочный чехол, фундамент и верхнюю мантию. Метод отличается низкой стоимостью, простота в организации работ и важность получаемой геологической информации. МТЗ обеспечивает изучение разреза вне зависимости от его сложности (наличия высокоомных, экранирующих горизонтов, мощного чехла осадочных пород и т.п.). Наиболее целесообразно использовать МТЗ при решении структурных задач на этапе региональных исследований. По данным МТЗ строят структурные карты поверхности высокоомного горизонта (фундамента). Учитывая характер изменений удельного сопротивления отложений с глубиной, можно делать выводы об их литолого-фациальных особенностях и устанавливать глубинные разломные зоны и, что особенно важно, выделять среди высокоомных пород фундамента круто наклонные высокопроводящие каналы («геосолитоновые трубки»), по которым могут подниматься восходящие флюидопотоки [5]. Это благоприятные признаки, указывающие на нефтегазоносность территории. По результатам МТЗ в метаморфизованных породах фундамента выделяются участки с низким сопротивлением, что обычно свидетельствует о наличии пористости а, следовательно, о возможных резервуарах для углеводородов.

По результатам МТЗ по профилям отстраивают геоэлектрические разрезы до глубин в десятки и сотни километров, на которых просматривается рельеф фундамента и определяется характер слоистости перекрывающего его осадочного чехла. Применение МТЗ, как регионального геофизического метода, нацелено на изучение крупнейших структур земной коры, осадочных бассейнов и отдельных минерагенических зон. Но как свидетельствуют многие факты, методом МТЗ наблюдаются множество *малоразмерных* объектов в породах кристаллического фундамента и осадочного чехла. Эти локальные аномалии являются наиболее важными целевыми объектами, что делает МТЗ одним из наиболее высоко-

разрешающих (по латерали) геофизических методов при изучении фундамента.

*Метод зондирования вертикальными токами (МВТ)* был разработан группой российских ученых и защищен 2 американскими и 7 российскими патентами. Метод зондирования вертикальными токами совмещает в себе достоинства традиционного электроразведочного метода в нефтепоисковых работах – ЗСБ, (зондирования становлением поля в ближней зоне), но отличается очень высокой чувствительностью к локальным геоэлектрическим неоднородностям, обусловленным глубоко залегающими месторождениями нефти и газа [12]. Разработаны специальные алгоритмы подавления помех, что позволяет проводить исследования в районах с высоким уровнем промышленных электромагнитных помех. Программное обеспечение позволяет выполнять всю необходимую обработку: фильтрацию и отбраковку помех, обработку площадных материалов на всех временах измерения и в итоге – расчет и подготовку куба данных, который в дальнейшем позволяет отображать информацию с помощью различных пакетов визуализации информации. Применение метода ЗВТ при решении нефтепоисковых задач основано на контрасте по электропроводности коллекторов, содержащих нефть, и коллекторов без нефти. Методом ЗВТ также регистрируются ореольные изменения, возникающие над залежью нефти, которые происходят при миграции летучих углеводородов. Решаемые геологические задачи: оконтуривание нефтяных залежей; оценка флюидонасыщения (наличие или отсутствие залежи углеводородов) на исследуемой площади.

*Способы ИВП (индукционная вызванная поляризация) [13]*

Было установлено, что процесс становления электрического поля сопровождается относительно низкочастотной осцилляцией (0.2-2Гц), которые обусловлены эффектом ИВП. Эффект ИВП в проводящей среде по-

сле включения или выключения источника тока изменяется не резко, а плавно. Чем больше глубина залегания слоя, тем позже наступает поляризация. При этом возникает дополнительный источник вызванной поляризации, что приводит к изменению характера поляризации, вначале к росту по абсолютной величине, а затем к затуханию. Чем больше глубина залегания поляризуемого слоя, тем на более поздних временах проявляется эффект ИВП. По результатам ВП, на графиках над залежами УВ появляются четкие аномалии как положительного знака (над нефтяными залежами), так и отрицательного знака (над залежами природного газа). Результативность ВП обусловлена повышенной пиритизацией над залежами УВ в приповерхностных отложениях на глубине от 200 до 400 метров. Таким образом, появления аномалий кажущейся поляризуемости ( $\eta_k$ ) будет свидетельствовать о наличии в приповерхностном слое низкоомного объекта, за счёт которого величина аномалии  $\eta_k$  может достигать 15% на фоне 2-3%. Обогащение пиритом участка над залежью УВ – своеобразный маркер наличия углеводородов в аномальной зоне.

Предлагаемый комплекс геофизических методов должен обеспечить успешное решение задач поиска месторождений нефти и газа, оперативно и с большим экономическим эффектом. Измерения магнитного, гравитационного и магнитотеллурических полей должны выполняться современными, высокоточными, стабильными, малоинерционными, быстродействующими приборами и сопровождаться надежными средствами плановой и высотной спутниковой привязки (GPS или ГЛОНАСС). Использование методов МВТ и ИВП планируется проводить на завершающей стадии работ, в ограниченных объёмах, на этапе заложения разведочных скважин для окончательной уверенности в надежности полученных результатов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК, по программе № BR05236800 «Решение стратегических и прикладных задач в нефтегазовой отрасли Казахстана» по разделу «1. Формирование геодинамических моделей нефтегазоносных бассейнов Казахстана с целью выделения крупных нефтегазоперспективных зон на основе анализа данных современных геолого-геофизических исследований» согласно договору № 208 от 19 марта 2018 г.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Магниторазведка. Справочник геофизика / Под ред. В.Е. Никитского, Ю.С. Глебовского. – М.: Недра, 1990. – 470 с.
2. Гравиразведка. Справочник геофизика. – М. Недра, 1990. – С. 518-519.
3. Поспелов В.В. Кристаллический фундамент: геолого-геофизические методы изучения коллекторского потенциала и нефтегазоносности. – Москва: Ижевск, 2005. – 258 с.
4. Шустер В.Л., Левянт В.Б., Элланский М.М. Нефтегазоносность фундамента. – М.: Техника, 2003. – 175 с.
5. Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Геосолитоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработки месторождений углеводородов. – Тюмень: Вектор Бук, 2003. – 311 с.
6. Номоконова Г.Г., Гарус П.И., Коровин М.А. Эпигенетические изменения на месторождениях углеводородов по геофизическим данным // Геофизические методы при разведке недр. – 2011. – С. 198-201.
7. Трипольский В.П., Тулемисова Ж.С. Роль высокоточной магнитосъёмки на этапе поисков залежей углеводородов // Вестник КБТУ. – № 4(23). – 2012. – С. 15-18.
8. Трипольский В.П., Тулемисова Ж.С. Особенности методики магнитных съёмок при поисках углеводородов // Матер. Междунар. науч. конф. «Проблемы инновационного развития нефтегазовой индустрии». – Алматы: КБТУ, 2013. – Т.1. – С. 165-167.
9. Михайлов И.Н., Чертовских К.А. Гравиразведка на нефть и газ // Разведка и охрана недр. – 2001. – №4. – С. 19-22.
10. Михайлов А.К., Веселов А.В. Извольский и др. // Разведка и охрана недр. – 2002. – №3-4. – С. 33-36.
11. Хмелевский В.К., Бондаренко В.М. Электроразведка. Справочник Геофизика. – М.: Недра, 1989. – Кн.1. 438 с. – Кн.2. 378 с.
12. Могилатов В.С., Балашов Б.П. Зондирование вертикальными токами (ЗВТ) // Изв. РАН. Серия Физика Земли. – 1994. – №6. – С. 73-79.
13. Пат. 27356 РК, МПК<sup>7</sup>G01 V 11/00 Способ поисков залежей углеводородов путем наблюдений за суточными вариациями геомагнитного поля / Трипольский В.П., Бекмухаметова З.А., Коробкин В.В.; заявитель и патентообладатель АО «Казахстанско-Британский технический университет»; заявл. 08.11.2012, решение 29.05.2013.
14. Пат. № 2012/1301.1 на получение инновационного патента «Способ оконтуривания в плане границ залежи углеводородов путем наблюдений за суточными вариациями геомагнитного поля» / Трипольский В.П., Бекмухаметова З.А., Коробкин В.В.; заявитель АО Казахстанско-Британский технический университет; заявл. 11.12.2012, решение от 24.10.2013.