

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ВОСТОЧНОЙ ПОЛОВИНЕ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ (АКСАЙ – СЕВЕРО-МАКАТСКАЯ ПЛОЩАДЬ)



С.А. АКЫЛБЕКОВ¹,
доктор геол.-мин. наук,
академик Международной
и Республиканской академий
минеральных ресурсов,
академик Российской
академии естественных наук,
nyseke@mail.ru



Н.Е. КУАНТАЕВ²,
кандидат геол.-мин.,
академик Международной
и Республиканской академий
минеральных ресурсов,
директор филиала КОНГ,
nyseke@mail.ru

¹АКАДЕМИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ РК,
Республика Казахстан, 050000, г. Алматы, пр. Абылай хана, 91

²ФИЛИАЛ КАЗАХСТАНСКОЕ ОБЩЕСТВО НЕФТЯНИКОВ-ГЕОЛОГОВ,
Республика Казахстан, 050020, г. Алматы, ул. Байкадамова, 2Б

На основании анализа изданных геологических, тектонических, геофизических карт, карт полезных ископаемых, специализированных минерагенических исследований, а также новых представлений геодинамического развития Казахстана и, главное, учитывая теоретические и практические представления о происхождении абиогенных месторождений углеводородного сырья, связанных с образованием вулканического водорода, по данным гравимагниторазведочных работ, прежде всего, магниторазведочных. Изучена возможность выявления не только глубоких, сверхглубоких месторождений УВС, но и твердых полезных ископаемых в восточной части Прикаспийской впадины в пределах участка

Ақсай-Северный Мақат площадью 70 тыс. кв. км. При этом обращено особое внимание глубинному строению и морфологии Прикаспийского рифта, которые оказывают существенное влияние на формирование месторождений. В результате анализа впервые выделены несколько высокоперспективных магнитных аномалий, в зоне влияния которых возможно сосредоточение новых месторождений на малых, средних и больших глубинах нефти и газа, черных, цветных, редких, редкоземельных и радиоактивных металлов. Уделено значительное внимание и перспективам поисков горючих сланцев, сланцевой нефти, являющимися потенциальными источниками многократного увеличения запасов природного углеводородного сырья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Прикаспийская впадина, Прикаспийская рифтовая система, магнитные и гравиметрические аномалии, вулканический водород, глубокие и сверхглубокие абиогенные месторождения, горючие сланцы, сланцевая нефть, редкие и редкоземельные металлы.

КАСПИЙ МАҢЫ ОЙПАТЫНЫҢ ШЫҒЫС ЖАРТЫСЫНДА (АҚСАЙ – СОЛТҮСТІК МАҚАТ АУДАНЫ) КӨМІРСУТЕК ШИКІЗАТЫ МЕН ПАЙДАЛЫ ҚАТТЫ ҚАЗБАЛАР КЕН ОРЫНДАРЫН ІЗДЕУДІҢ ӘЛЕУЕТТІ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

С.А. АҚЫЛБЕКОВ¹, геология-минералогия ғылымдарының докторы, ҚР Минералдық ресурстар академиясының академигі, Ресей жаратылыстану ғылымдары академиясының академигі, «Экология» халықтық академиясының академигі, nyseke@mail.ru

Н.Е. ҚУАНТАЕВ², геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, ҚР Минералдық ресурстар академиясының академигі, nyseke@mail.ru

¹ҚР МИНЕРАЛДЫҚ РЕСУРСТАР АКАДЕМИЯСЫ,
Казахстан Республикасы, 050000, Алматы қаласы, Абылай хан данғылы, 91

²МҰНАЙШЫ-ГЕОЛОГТАРДЫҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ҚОҒАМЫНЫҢ АЛМАТЫ ФИЛИАЛЫ,
Казахстан Республикасы, 0500020, Алматы қаласы, Байқадамов көшесі, 2-Б

Жарияланған геологиялық, тектоникалық, геофизикалық карталардың, пайдалы қазбалар карталарының, арнайы минерагендік зерттеулердің талдауы негізінде, сондай-ақ Қазақстанның геодинамикалық дамуы туралы жаңа көзқарастар мен, ең бастысы, абиогенді көмірсутек кен орындарының шығу тегі туралы теориялық және тәжірибелік идеяларды ескере отырып жанартаулық сутегінің пайда болуымен байланысты гравимагниттік барлау, соның ішінде ең алдымен магниттік барлау жұмыстарына сәйкес 70 мың шаршы километрді құрайтын Ақсай – Солтүстік Мақат учаскесі шегінде Каспий маңы ойпатының шығыс бөлігіндегі тереңдікте және аса тереңдікте көмірсутек кен орындарын ғана емес, сонымен қатар пайдалы қатты қазбаларды анықтау мүмкіндігі зерттелді. Бұл ретте кен орындарының қалыптасуына айтарлықтай әсер ететін Каспий маңы рифтінің терең құрылымы мен морфологиясына ерекше көңіл бөлінеді. Талдау нәтижесінде алғаш рет бірнеше жоғарғы перспективалы магниттік ауытқулар анықталды, олардың әсер ету аймағында шағын, орташа және үлкен тереңдікте мұнай мен газдың, қара, түсті, сирек, сирек жер және радиоактивті металдардың кен орындары шоғырлануы ықтимал. Табиғи көмірсутек шикізатының қорын бірнеше есе арттырудың әлеуетті көздері болып табылатын жанғыш жіктасстар және тақтатас мұнайын іздеу перспективаларына да үлкен көңіл бөлінді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: Каспий маңы ойпаты, Каспий маңындағы рифт жүйесі, магниттік және гравиметриялық ауытқулар, жанартаулық сутегі, терең және үлкен тереңдіктегі абиогендік кен орындары, жанғыш жіктасстар, тақтатас мұнайы, сирек және сирек жер металдары.

PERSPECTIVES OF SEARCH FOR RAW HYDROCARBON AND SOLID MINERALS DEPOSITS IN THE EASTERN HALF OF PRECASPIAN DEPRESSION (AKSAI – NORTH MAKAT AREA)

S.A. AKYLBKOV¹, doctor Geological and Mineralogical Sciences, Member of International Academy and Republican Academy of Mineral Resources, Member of Russian Academy of Natural Sciences, Member of "Ecology" Peoples Academy, nyseke@mail.ru

N.E. KUANTAYEV², Candidate of Geological Sciences, Member of International Academy and Republican Academy of Mineral Resources, nyseke@mail.ru

¹ACADEMY OF MINERAL RESOURCES,
91, Ablaykhan Street, 050000, Almaty, Republic of Kazakhstan

²DIRECTOR OF THE ALMATY BRANCH OF THE KAZAKHSTAN ASSOCIATION
OF PETROLEUM GEOLOGISTS,
Republic of Kazakhstan, 050020, Almaty City, Baikadamov Street, 2-B

The possibility of identifying deep and ultra-deep raw hydrocarbon deposits and also the deposits of solid minerals in eastern part of Precaspian basin within Aksai-Northern Makat section totaling 70,000 sq.km. has been studied on the basis of the analysis of isodata, geological, tectonic, geophysical maps, mineral resources maps, specialized mineragenic studies, as well as new ideas on geodynamic development of Kazakhstan and, most crucial, taking into account theoretical and practical ideas about origin of abiogenic raw hydrocarbon deposits associated with formation of volcanic hydrogen, referring to the deliverables of gravity study and prospecting work, primarily magnetic prospecting. At the same time, a keen attention has been paid to the deep structure and morphology of Precaspian rift, providing significant impact on the deposits' formation. The analysis resulted with identification of, for the first time ever, several highly promising magnetic anomalies where new shallow, medium and deep petroleum and gas deposits may concentrate, including potential deposits of ferrous, non-ferrous, rare, rare earth and radioactive metals. A considerable effort has also been made to the perspectives of search for oil shale and light tight oil which are potential sources for multiple augmentation of the reserves of natural raw hydrocarbons.

KEY WORDS: Precaspian depression, Precaspian rift system, magnetic and gravimetric anomalies, volcanic hydrogen, deep and ultra-deep abiogenic deposits, oil shale, light tight oil, rare and rare earth metals.

Введение. Согласно геологическим и геодинамическим исследованиям [2,10,11], Прикаспийская впадина относится к внутриконтинентальному рифту регионального протяжения, являющегося первоосновой образования мощного осадочного бассейна. Ось этого рифта простирается в северо-восточном направлении через ее центральную часть на расстояние более 600 км. Рифт на севере переходит к пассивной окраине, на юго-востоке – к срединному массиву, блоку с континентальной корой, занимающего приподнятое положение фундамента. По тектонической же карте [3] основанием впадины являются области каледонской и герцинской складчатости (срединный массив), перекрытые мощным чехлом древней платформы. Минерагенические исследования геодинамических и тектонических обстановок [1] свидетельствуют о высокой перспективности поисков месторождений полезных ископаемых как территории пассивных континентальных окраин, так и площади континентальных рифтов.

Материалы и методы исследования. Общая площадь, по которой производился анализ геолого-геофизических материалов, составляет 70 000 кв. км, южная граница ее проходит в 70 км севернее г. Атырау, а вся площадь находится севернее г. Макат и южнее месторождения Карачаганак, расположенного севернее г. Аксай (рис. 1, 2, 3). В центральной части этой площади располагается срединная часть Прикаспийского рифта, хорошо картируемая гравимагниторазведочными работами. Вся ее территория, согласно геологической карте масштаба 1:1 000 000 [2], практически полностью перекрыта четвертичными, неогеновыми, палеогеновыми, меловыми отложениями, имеются выходы пород триасовой системы, в основном, в северной половине площади, но многочисленны выходы юрских образований, на сегодня продуктивных горючих сланцев. Все они осложнены относительно непротяженными, разнонаправленными разрывными нарушениями. Согласно этой же карте, глубина расположения поверхности подсолевых отложений своего максимума (чуть более 9,5 км) достигает в районе Прикаспийского регионального рифта. Имеются сведения [3], что именно купола-гиганты располагаются в районе поведения изогипсов 8,5 и 9,5 км. Относительно центра этого рифта глубина расположения подсолевых более интенсивно уменьшается к северу до 3,6-4,2 км в районе месторождений Карачаганак, Дарьинское и до 3 и менее км в районе месторождений Тепловской группы, Чинаревское (рис. 1), приуроченное, очевидно, к карбонатным рифовым массивам с резервуарами, содержащими высокеемкие отложения, перспективные на поиски углеводородного сырья. Более плавно поверхность подсолевых отложений воздымается к югу и юго-востоку, находясь в пределах 7,5-7,0 км вблизи Айыртауского и Орысказганского (Б. Жоламанов) месторождений, также, очевидно, приуроченные к аналогичным локальным ловушкам.

Результаты и обсуждение. Таким образом, изолинии поверхности подсолевого комплекса свидетельствуют о том, что солянокупольные структуры претерпели сложные и сильные нарушения, очевидно, связанные не только с соляной тектоникой, но и сложной тектонической обстановкой подстилающих их образований, в свою очередь обусловленной в связи с внедрениями интрузивных массивов и активизированными при этом их действиями. Что касается поверхности Мохоровичича, то она по двум профилям глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), один из которых меридионального направления вблизи восточной границы анализируемого участка, и гравитационному полю, полученного статистической обработкой (В.И. Гельдшмидт), залегает на глубинах 40-41 км.

Некоторые выводы делаются авторами на основании карты аномального магнитного поля (ΔT_a) Казахстана [5], выполненной с максимальной детальностью изображения и сохраняющей всю необходимую информацию, полученную по крупномасштабным съемкам. Так, они считают, что часть крупнейшей отрицательной магнитной аномалии Прикаспийского района, прослеженной на площадь нашего анализа, соответствует наиболее глубокому положению поверхности подсолевых отложений (до 9,5 км), а наиболее высокие значения положительных магнитных аномалий, зафиксированных в районе месторождения Чинаревское, объясняется именно подъемом поверхности подсолевых отложений до указанной нами глубины. Трудно сказать, что в обоих случаях эти выводы о природе аномалии одинаково правильные.

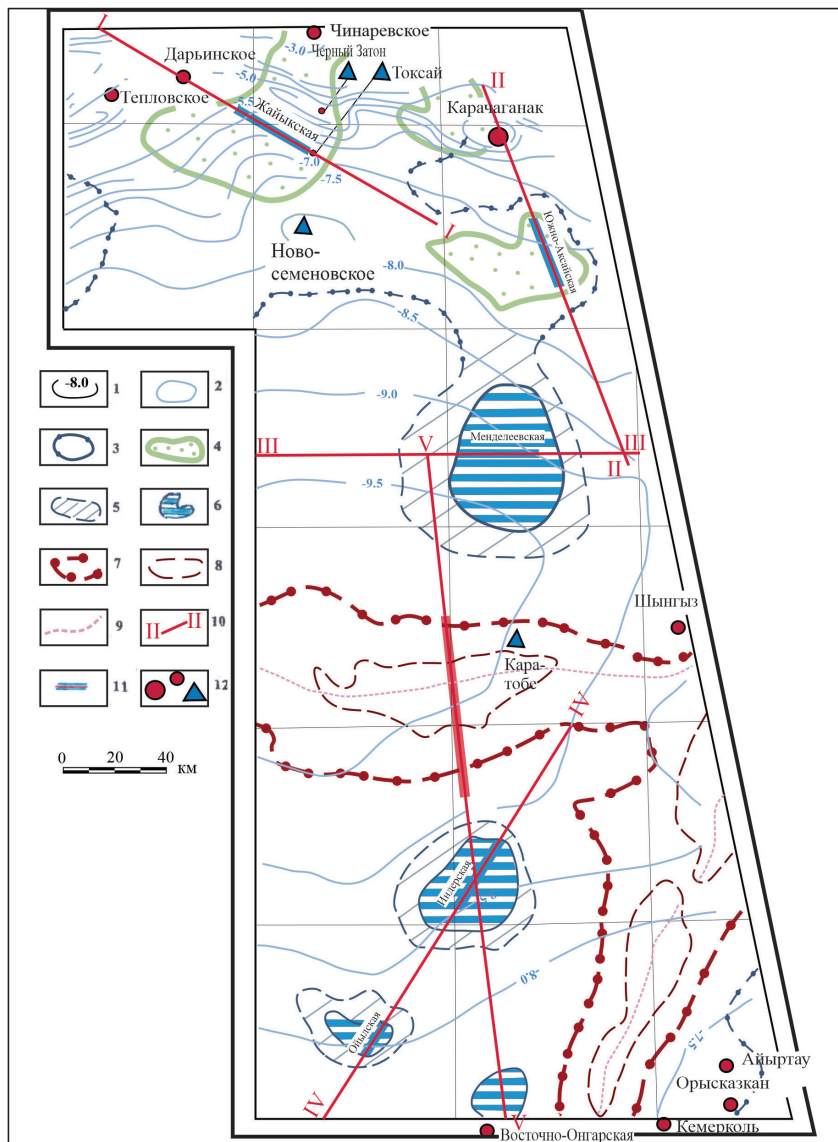


Рисунок 1 – Результаты предварительного анализа геолого-геофизических материалов по району Аксай-Северный Макат Прикаспийской впадины, перспективной (1) на нефть, газ, уголь, бор, титан (составил Акылбеков С.А.). 1 – глубина расположения поверхности подсолевых отложений (в км); 2-3 – площади положительных магнитных аномалий в районах: 2 – глубокого погружения поверхности подсолевых отложений, 3 – их подъема и сложного морфологического строения; 4 – площади, рекомендуемые для проведения дополнительного объема геолого-геофизических исследований; 5-6 – участки предполагаемого расположения глубоких и сверхглубоких месторождений УВС, связанных с образованием вулканического водорода: 5 – требующие проведение дополнительного объема геолого-геофизических работ, 6 – имеющие перспективы, кроме УВС и на ТПИ (железные руды, горючие сланцы, уголь, титан и др.); 7-8 – фрагменты Прикаспийского регионального рифта, выделяемых магнитной съемкой; 9 – общий контур развития рифтовой зоны, 8 – участки резкого погружения осадочного чехла; 9 – оси рифтовой зоны; 10 – профили количественных расчетов аномальных магнитных полей; 11 – видимая мощность аномалиеобразующих объектов по зоне резких градиентов магнитного поля; 12 – месторождения углеводородного сырья и горючих сланцев.

Данными гравиметрической и магнитной съемок масштаба 1:200 000 положительными аномалиями силы тяжести интенсивностью до 35 мГл (от условного уровня) и отрицательными аномалиями ΔT_a в эпицентре до 210-240 Нтл, согласно имеющихся геологических материалов, однозначно и достоверно картируется площадь Прикаспийского рифта (рис. 2). Протяженность рифта в самой центральной и сильно погруженной части около 90 км при ширине в среднем – 15 км, а по данным магниторазведки – 100 и 30 км, т.е. площадь самой депрессионной части рифта составляет 1400 кв. км, где осадочный чехол, по данным предварительной интерпретации в самом минимуме поля ΔT_a (-220 Нтл), погружен от дневной поверхности на 30 км (рис. 5, аномалия Камыстинская), а по литературным источникам – на 22 км. Юго-западный рукав (ветвь, сегмент) этого рифта расположен в 70 км восточнее Ойылской и в 3-40 км восточнее Восточно-Онгарской аномалий и область наибольшего погружения осадочного чехла в пределах этого ответвления по ΔT_a имеет протяженность более 140-150 км при ширине от 10-15 до 30 и более км, т.е. более 3 000 кв. км. Однако на данном этапе обработки гравиразведочные материалы не дают никаких положительных результатов в отношении поиска и прогноза месторождений. Так, на фоне крупнейших региональных аномалий фиксируются многочисленные пилообразные изрезанные поля амплитудой от 5-7 до 20 и более мГл при ширине от максимума до минимума аномального поля до 20 и более км, что может быть обусловлено и подземным рельефом с низкоплотными рыхлыми отложениями и неоднородными по плотности геологическими образованиями, как показывает практика, отрицательный эффект от которых может быть намного значительным по сравнению даже с крупными рудными объектами. В связи с этим очевидно, что требуется проводить большие объемы буровых и геофизических работ для исключения из наблюденного поля искажающих факторов, обратив особое внимание зафиксированным положительным аномалиям Δg и в пределах, и вблизи рекомендуемых аномалий, а в ряде случаев даже в эпицентре аномального поля ΔT_a .

Таким образом, единственным методом, по материалам которых можно сделать положительные заключения, являются данные магнитной съемки. В значительной мере для оценки природы аномалий этого метода могут послужить результаты сейсморазведки, которые могут дать утвердительные ответы на вопросы о мощностях рыхлых отложений мезо-кайнозоя, осадочных пород платформенного чехла, а также о мощностях сиалического и базитового слоев и верхней мантии, т.е. в целом получить ценную и надежную информацию о строении земной коры и подкоровой мантии, имеющие решающее даже кардинальное значение для формирования месторождений полезных ископаемых. В связи с этим предполагаем, что данные этого метода в значительной мере могут оказать помощь при оценке и, как следствие, разбраковке аномальных полей, полученных не только магнитной съемкой, но и другими методами геофизики, а также аэрогеологическими и аэрокосмическими. Авторы статьи, к сожалению, не располагали такими материалами.

Приведенных выше данных, которые по сути являются основополагающими для последующего прогноза минерально-сырьевого потенциала, для более уверенной оценки перспектив поисков месторождений на средних, больших и даже на малых глубинах явно недостаточно. Очевидно, авторы работ совершенно правы в

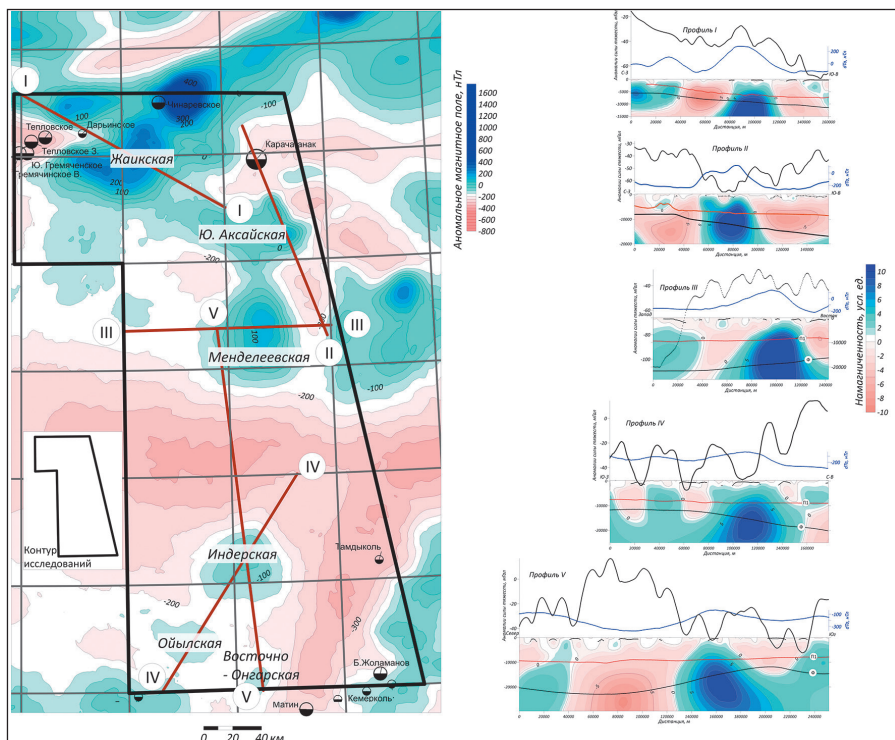


Рисунок 2 – Карта аномалий магнитного поля (в нТл) района Аксай-Северный Макат Прикаспийской впадины с интерпретацией профильных разрезов (составил Жунусов Д.Е.)

том, что, не имея веских оснований, нельзя поднимать такие серьезные вопросы, требующие обычно для проверки огромных финансовых вложений. Тем не менее, предположения авторов являются основой дискуссии и, в конечном счете, необходимы для принятия правильного решения.

Основанием выбора этой площади явилось прежде всего, как было указано выше, результаты минерагенического анализа [1], а также результаты аэромагнитной съемки северного Каспия, указывающие на приуроченность месторождений Пустынное, Теренозек Зап., Тажигали, Тажигали Юго-Западный, Прибрежное, Королевское и, главное, уникального месторождения Кашаган к положительным аномалиям магнитного поля [5,6]. Причем не только к их эпицентрам, но и высокоградиентным участкам, как на месторождении Кашаган, создавая локальные аномалии очень высоких порядков. Аномалиеобразующий объект здесь по глубине расположения верхней кромки может соответствовать глубине продуктивного горизонта, содержащего, кроме УВС, и массы других полезных ископаемых, так как зона градиентов интерпретируется как зона глубинных разрывных нарушений. По нашему предположению [6] месторождение Кашаган – это небольшая часть, крупного и сверхглубокого месторождения, расположенного в пределах огромного по площади магнитной аномалии, превышающие в десятки раз локальные.

В некоторой степени о перспективности «глубокозалегающих» аномалий анализируемой площади могут свидетельствовать как расположение на северном борту

Прикаспийской впадины известных месторождений углеводородного сырья, в зоне их влияния, так и на северо-западе в аналогичной обстановке находятся месторождения УВС Дарьинское с нефтяными залежами на глубине 4200 м и Тепловская группа с залежами на глубине 2800-2900 м, на севере – Чинаревское – на глубине 3600 м, на северо-востоке уникальное Карачаганакское на той же глубине, на востоке – Шынгыз (глубина – 1700 м), на юго-востоке – Айыртауское и Орысказганское на глубине 100-200 м, на юге Жолдыбай Сев. (глубина – 600-700 м), Онгар Вост. (глубина – 500-600 м).

Придерживаясь, в основном, органической теории происхождения нефти, авторы считают, что все же главным и непосредственно обосновывающим выводом по этим аномалиям является проявление **абиогенной теории происхождения глубокозалегающих месторождений нефти** с образованием вулканического водорода с помощью магнетита при окислении его до **гематита** [7], т.е. так называемая карбидная (чугунная) теория Д.И. Менделеева (1877г). Существует и теория А. Гумбельда, который считал, что нефть представляет собой продукт перегонки на громадных глубинах и происходит из примитивных горных пород, под которыми покоятся энергия всех вулканических явлений. А.А. Ковалев [12] заключает, что предположение «неоргаников» о возможности поступления углеводородов в газовом или парогазовом состоянии с больших глубин было в принципе правильным. Из литературных источников известно, что они могут быть и газовым дыханием перидотитового вещества. Мы склонны в данном случае придерживаться карбидной теории и считаем, что первоисточником для образования свободного водорода была именно скарново-магнетитовая система. Современными исследованиями это не отрицается, но предполагается, что образование абиогенных нефтегазовых месторождений происходит на окраинных внутренних рифтах и океанических и литосферных толщах и в других зонах глубинных разломов фундамента осадочных бассейнов. Таким образом, в связи с непосредственным участием магнетит-гематитовой системы в образовании абиогенных месторождений углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых они располагаются в пределах положительных магнитных аномалий, тогда как месторождения УВС осадочного происхождения, не обладающие никакими положительными магнитными свойствами, находятся в спокойном магнитном поле, либо в зависимости от строения и мощности осадочного чехла и подстилающих их образований, в отрицательных – как месторождения Бузачи Сев. Каламкас, Каражанбас и многие другие в Мангышлакской области.

Мы предлагаем абиогенным месторождениям глубокого и сверхглубокого происхождения дать свое собственное обозначение и называть их, например, абиогенные месторождения свободного водорода, т.е. АМСВ.

Из приведенных геологических сведений следует, что площадь, взятая для анализа материалов, благоприятна для формирования месторождений углеводородного сырья и не только УВС, но и на поиски новых приповерхностных месторождений горючих сланцев типа приуральской группы в верхнеюрских отложениях, выходы которых, как было отмечено выше, многочисленны на геологических картах. С учетом перекрывающих их меловых отложений общая площадь горючих сланцев составляет более 30% изучаемой территории, т.е. не менее 20 000 кв. км. Выходы же

юрских отложений, согласно геологической карте масштаба 1: 1 000 000, отмечены более чем в 70 участках, площади каждого из них не менее 10-20 кв. км. и до 600-700 кв. км. (рис. 6). Запасы только известных 4 месторождений горючих сланцев около 20 млн. т и, как следует из справочных данных [8], они представляют собой прекрасное сырье в качестве энергетического топлива, из которых возможно получение высококалорийного газа и газового бензина, они также пригодны для химической промышленности. Вместе с тем месторождения этой группы содержат повышенные концентрации рения (0,3-2 г/т), в 400-3000 раз превышающие его кларк в земной коре. Запасы горючих сланцев в этом районе, где вблизи северной границы с РФ выделены четыре крупные площади (Озинская, Западно Чаганская, Барбатинская, Иртепская), могут быть очень значительными. Так, для примера заметим [9], что в Сырдарьинской и Верхнеамударьинском бассейнах на узбекистанской территории в палеогеновых отложениях на площади 100 тыс. кв. км разведанные запасы горючих сланцев составляет 47 млрд т, в которых содержится керогена 11,3 млрд т с выходом нефти 5,64 млрд т, содержание суммы редких металлов, редкоземельных элементов и других металлов – 2,02 млрд т [9], что по запасам является уникальными по всем видам полезных ископаемых. У нас только в Западном Казахстане и только в пяти перспективных площадях прогнозные ресурсы горючих сланцев более 15 млрд т или около 2 млрд т сланцевой нефти [8], на базе которых в этом уникальном нефтегазовом регионе можно создать новую отрасль промышленности – сланцевонную. Неоценимую помощь при поисках новых объектов горючих сланцев и их разведке, очевидно, могут оказать давно забытые электроразведочные методы: симметричные (СП) и комбинированные профилирования (КП), однозначно картирующие объекты с высокой проводимостью.

Приведенный анализ материалов свидетельствует только о перспективах поисков месторождений УВС и горючих сланцев близповерхностных и на малых глубинах. По нашим представлениям и те, и другие являются близкими и далекими отголосками глубоких и сверхглубоких месторождений, т.е. с ними они взаимосвязаны и по количеству, и по качеству.

О перспективах же поисков глубоких и сверхглубоких месторождений на данном этапе можно предполагать только по результатам магнитной съемки на базе указанных выше теоретических представлений, т.е. критерием для формирования таких месторождений было образование вулканического водорода. Исходя из этого, для первоочередного изучения нами рекомендуется шесть крупных аномалий с севера на юг: Жайыкская (Южно-Чинаревская), Южно-Аксайская, Менделеевская (Булдыртинская), Индерская, Ойылская, Восточно-Онгарская (рис. 3).

Жайыкская аномалия (рис. 1, 4) с интенсивностью в эпицентре в 440 нТл площадью по изолинии 100 нТл около 5000 кв. км прослеживается в широтном направлении на расстояние 110-120 км, но основное аномальное поле простирается на север и северо-восток более чем на 80-90 км по нашей республике и далее выходит на территорию Российской Федерации. На севере Жайыкской аномалии располагается Чинаревское месторождение, где поверхность подсолевых отложений находится в 3-х км, а кровля продуктивных среднедевонско-каменноугольных карбонатов на глубине 3,6 км. На крайнем востоке аномального поля выявлено уникальное Ка-

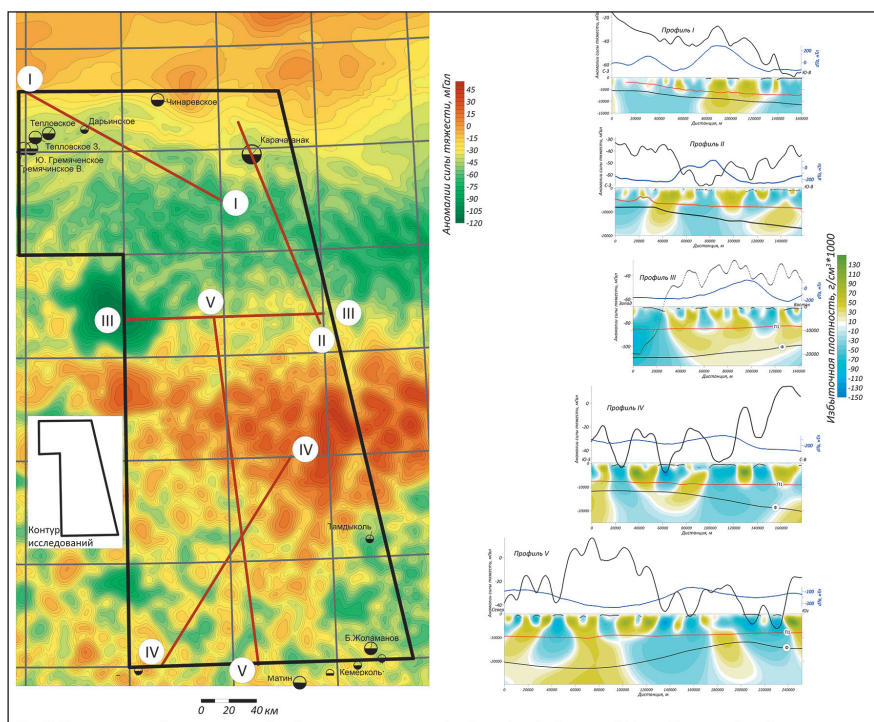


Рисунок 3 – Карта аномалий силы тяжести (вмГл на условном уровне) района Аксай-Северный Махат Прикаспийской впадины с интерпретацией профильных разрезов (составил Жунусов Д.Е.)

рачаганакское месторождение, где поверхность подсолевых отложений и кровля верхнедевонско-нижнекаменноугольно-пермских карбонатов залегает на глубине 3,6 км, на крайнем северо-западе – Тепловская группа месторождений, которые также располагаются на резком подъеме поверхности подсолевых отложений и продуктивных нижнепермских карбонатов до 2,8 и 2,9 км. Все эти месторождения приурочены к резкому спаду магнитного поля, т.е. к зоне градиентов, а месторождение Карачаганак даже в пределах отрицательного его значения, что объясняется положениями тектонических нарушений, которые зачастую являются путями подъема и миграции жидко-газовых растворов, т.е. жизненно важной артерией формирования месторождений УВС и не только.

На рис. 4 представлен график ΔT_a северо-западного направления по интерпретируемому профилю, проходящему через эпицентр Жайыкской аномалии, длиной 150 км. На северо-западном склоне ее, вблизи зоны максимального градиента, наблюдается аномалия высокого порядка, как на уникальном месторождении Кашаган [6], интенсивностью около 75 нТл, в целом во многом подобной Кашаганской. Видимая мощность аномалеобразующего объекта – около 6-9 км, глубина залегания его, определенной по методу касательных по одной ветви, составляет 3 км, по другой – 6 км и в среднем – 4,5 км, что также близко к определенному по месторождению Кашаган. Если это так, то магниторазведка является прямым методом поисков сверхглубоких месторождений УВС.

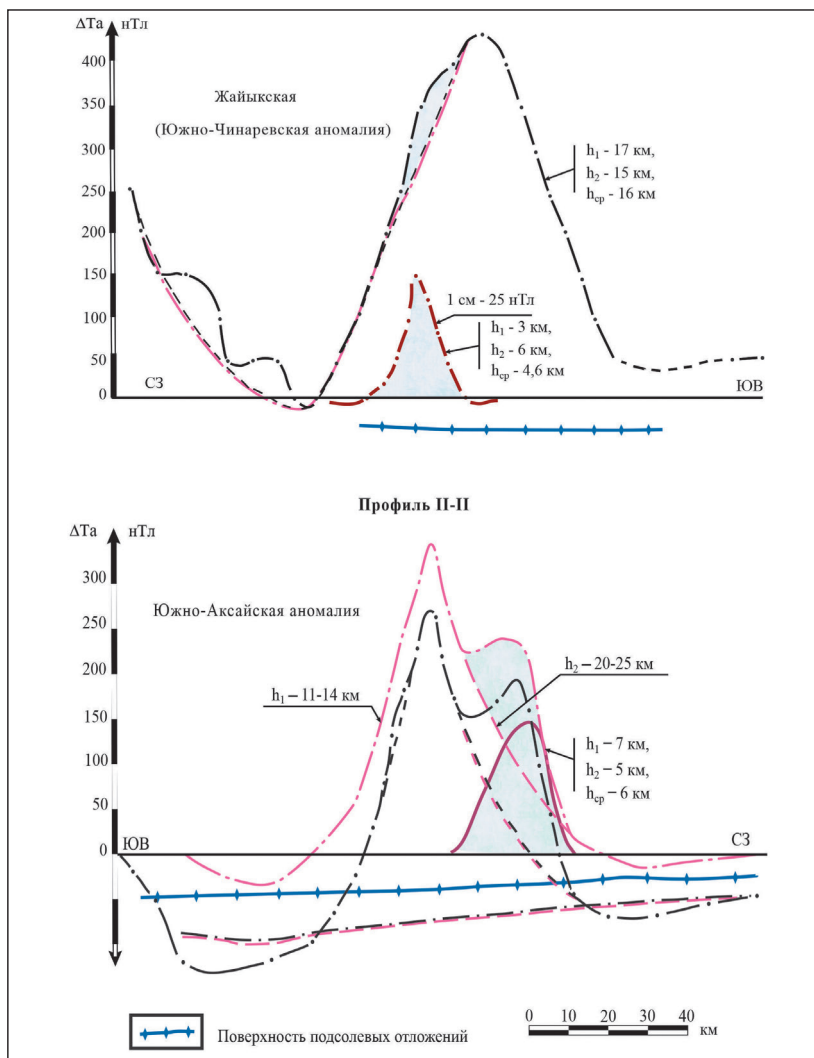


Рисунок 4 – Данные магнитной съемки и сейсморазведочных работ по интерпретационным профилям I-I II-II (составил Акылбеков С.А.)

В этом районе поверхность подсолесевых отложений залегает на глубине около 6 км, а основной аномалеобразующий объект расположен намного ниже и по предварительным расчетным данным находится на глубине 16 км при видимой горизонтальной мощности около 30-40 км, т.е. объект по своим размерам является крупнейшим, в среднем с площадью поверхности более 2400 кв. км. Все это без учета геометрических данных района магнитной аномалии Чинаревского месторождения. Пересчет изучаемого магнитного поля, полученной аэросъемкой, на поверхность магнитоактивного объекта, т.е. на поверхность 16 км, без всякого сомнения, покажет многотысячную интенсивность магнитного поля, что позволяет даже при некотором ожидаемом сокращении видимой горизонтальной мощности прогнозировать сверхглубокое месторождение скарново-магнетитовых руд. При

частичной гематитизации объекта, т.е. «вторично-остаточного» происхождения интенсивность поля будет намного меньше, а при полной гематитизации – с выделением большого объема H_2 , по-видимому, интенсивность его будет на уровне Западно-Каражальского железно-марганцевого преимущественно гематитового месторождения. Трудно даже представить, какова их вертикальная мощность. Судя по имеющимся горизонтальным параметрам, это будет месторождение с уникально-крупными запасами, содержащими, возможно, не только железные руды, но и другие редчайшие примеси полезных ископаемых богатого содержания, что определяется их глубиной залегания, часто встречающиеся именно на таких глубинах. В таком случае углеводородное сырье сверхглубоких месторождений окаймляют сверху и вокруг гематит-магнетитовые руды или оруденения в зависимости от эффективности образования вулканического водорода. Как было указано выше, это происходит в окраинных и внутренних рифтах, а также в других зонах глубинных разломов, т.е. в близких с Прикаспийской впадиной условиях.

Таким образом, в пределах Жайыкской группы аномалии, кроме известных, можно предположить мелкие, средние и крупные месторождения УВС, окаймляющие ее с запада, севера, востока, которые, по-видимому, являются отголосками нескольких уникальных по масштабам объектов. Известно, что в мире достаточно много глубоких и сверхглубоких крупных и уникальных по запасам месторождений не только углеводородного сырья, но и черных цветных, редких и других металлов, существует технология их добычи и переработки.

Аномальные поля как бесперспективные можно отбраковывать как безрудные, обусловленные ультраосновными породами базитового или ультрабазитового состава, в их пределах совершенно не зафиксированы крупные по масштабам положительные аномалии Δg . Если такие породы и существуют и эффект от них затушеван перекрывающими низкоплотностными отложениями в полях Δg , то ультраосновные породы на своей поверхности в любом случае не создадут многотысячные аномалии магнитного поля и, как следствие, не создадут аномалии такой наблюдаемой интенсивности и на дневной поверхности. Все это говорит о необходимости проведения детальных интерпретационных профилей геолого-геофизическими методами, тщательных количественных расчетов новейшими компьютерными методами и апробированных ручными способами с использованием номограмм и палеток, а также методами искусственного интеллекта для точного определения физических и геометрических параметров магнитовозмущающих объектов, а также их положения в пространстве, что в конечном счете позволит однозначно предсказать природу аномальных магнитных полей.

Таким образом, по аналогии с Кашаганским месторождением в пределах локальной части Жайыкской аномалии прогнозируется месторождение УВС на малых и средних глубинах, а в пределах всего аномального поля – сверхглубокое месторождение с сверхкрупными запасами. Для получения более достоверных физических и геометрических данных, т.е. для безошибочного определения глубины залегания, вертикальной и горизонтальной мощностей и эффективной магнитной восприимчивости необходимо выполнить наземную магниторазведку шагом 100 м в сопровождении гравиразведки и рудной сейсморазведки и картировочного бурения.

В самой юго-восточной части Жайыкской группы, вблизи Карачаганакского месторождения, располагается **Южно-Аксайская аномалия** (рис. 1, 4) общей площадью около 600 кв. км и наблюдаемой интенсивностью в максимуме 270 нТл почти на 200 меньше, чем в эпицентре Жайыкской, но с учетом условного уровня нормального поля напряженность его достигает 380 нТл. С северной стороны этой аномалии в 35 км от месторождения Карачаганак появляется второй эпицентр с напряженностью поля 160 нТл, но максимальное значение его от уровня аномального поля, принятого как линия нормального, составляет 180 нТл, т.е. поверхность объекта Южно-Аксайской аномалии на глубине приобретает несколько сложную двухступенчатую форму, по данным предварительной интерпретации расположенную: I-ая ступень на глубине, по одной ветви, около 10-12 км, по другой – приблизительно 20-25 км и в среднем 15-20 км, а II-ая ступень, расположенная ближе к Карачаганакскому месторождению, на глубине 5-7 км. Средняя видимая мощности объекта аномалеобразующего поля около 40 км, при этом мощность I-ой ступени (глубиной) около 20-25 км, II-ой ступени – 15 км, общая площадь аномалеобразующего объекта, как минимум, 200 кв. км (50х40), что также будет соответствовать крупному по масштабу месторождению УВС.

Остальные рекомендуемые аномалии магнитного поля, расположенные южнее Жайыкской и Южно-Аксайской, находятся в области непосредственного влияния внутриконтинентальной рифтовой системы Прикаспийской впадины. Из этих аномалий самой крупной, как бы изолированной от южных и других, является **Менделеевская аномалия** (рис. 1, 5), названная в честь уникального ученого-химика, одним из первых в 1877 году выдвинувшего карбидную теорию образования нефти в результате взаимодействия со свободным водородом мантийного происхождения. Она расположена севернее рифтовой зоны в области наибольшего погружения поверхности подсолевых отложений (8,5-9,5 км) и как бы является непосредственным продолжением Южно-Аксайской, интенсивность ее в эпицентре составляет 270 нТл, по конфигурации она близизометричная, слегка вытянутая в меридиональном направлении по зоне градиентов на расстоянии 55 км при ширине по этой же зоне около 30 км, т.е. эффективная площадь поверхности аномального поля 1650 кв. км. Глубина расположения аномального объекта, определенная методом касательных по одной ветви, составляет 20 км, по другой 10 и в среднем 15 км при видимой горизонтальной мощности более 30 км. В целом падение этого объекта юго-западное. По восточной ветви в градиентной ее части наблюдаются некоторые осложнения, но оно отчетливо не обозначается. Наземной съемкой густым шагом можно получить более объективные материалы в этом важном вопросе, так как согласно конфигурации изолиний такие осложнения можно предполагать и на северо-востоке, и на юго-востоке, и на юго-западе, где можно ожидать приближение к дневной поверхности предполагаемых нами объектов полезных ископаемых. Природа этой аномалии, согласно материалов магнитной съемки, рудная магнетит-гематитовая с «рубашкой» углеводородного сырья. При оценке природы этой и других аномалий особое внимание, наряду с эпицентральной, должно быть уделено и градиентным частям магнитного поля, являющимися областями глубинных тектонических нарушений и, естественно, как было указано, путями движения газовых и жидких

полезных растворов, поступающими из глубины десятков километров, возможно даже из мантии, образующими и контролирующими области образования тех или иных скоплений и месторождений полезных ископаемых в фундаменте осадочных бассейнов.

На площади Менделеевской аномалии многочисленны выходы юрских отложений (*рис. 6*), разбитых разнонаправленными тектоническими нарушениями, в целом, продуктивных и перспективных на поиски месторождений горючих сланцев, а также площади меловых отложений, непосредственно перекрывающих их, что значительно увеличивает области их поисков. Следует заметить интересную деталь, заключающуюся в том, что выходы юрских отложений на дневную поверхность, в целом, однозначно повторяет близизометричную форму Менделеевской аномалии, незначительно склоняясь к западу и югу, т.е. в сторону падения аномалеобразующего объекта. Возможно, существовала связь глубоких и сверхглубоких месторождений углеводородного сырья (очаг) с расположенными сейчас на дневной поверхности отложениями с горючими сланцами, являющимися высококомпетентными (в капиллярных порах) для подпитывания керогенов. Такое заключение делается на примере узбекистанских горючих сланцев с огромным содержанием керогенов, из которых ожидается выход многомиллиардных тонн нефти. К этому вопросу неоднократно возвращаемся в связи с тем, что они [8] являются крупнейшими потенциальными ресурсами для углеводородного сырья. Запасы сланцевой нефти в сотни раз превышает запасы природной нефти в залежах [8]. Надо отметить, что поисковые, поисково-разведочные работы на горючие сланцы проведены крайне слабо, хотя они зачастую, иногда повсеместно, расположены на дневной или вблизи дневной поверхности. И что важно, с ними связаны редкоземельные элементы, редкие металлы, золото и др. полезные ископаемые, причем часто в промышленных содержаниях. Таким образом, в случае подтверждения рудной природы магнитных аномалий и участия абиогенной теории происхождения углеводородного сырья, то углистые сланцы в разновозрастных геологических отложениях, расположенные в зоне влияния глубоких и сверхглубоких месторождений УВС и ТПИ, очевидно, будут характеризоваться своей значительной перспективностью и благоприятностью для получения крупных запасов сланцевой нефти и других полезных ископаемых.

Южнее Прикаспийской рифтовой системы располагаются Ойылская, Индерская, Восточно-Онгарская аномалии (*рис. 5*). Самым крупным из числа перечисленных южно-рифтовых является **Ойылская** с максимальной интенсивностью в эпицентре 110 нТл, почти изометричной по форме протяженностью по нулевой изолинии в меридиональном направлении около 50 км, в широтном направлении также около 50 км, т.е. площадью 2500 кв. км. Указанную площадь, с учетом погруженной части аномалеобразующего объекта, можно объяснить (интерпретировать) как наиболее гематитизированной частью. Но при его оптимальной мощности, соответствующей границам высоких градиентов, видимая мощность его сокращается до двух раз и эффективная площадь составляет примерно 1200 кв. км. По интерпретационному профилю северо-восточного направления интенсивность аномалии от условного уровня нормального поля увеличивается до 180 нТл. Глубина залегания магнитовозмущающего объекта, определенная методом касательных, составила по одной ветви

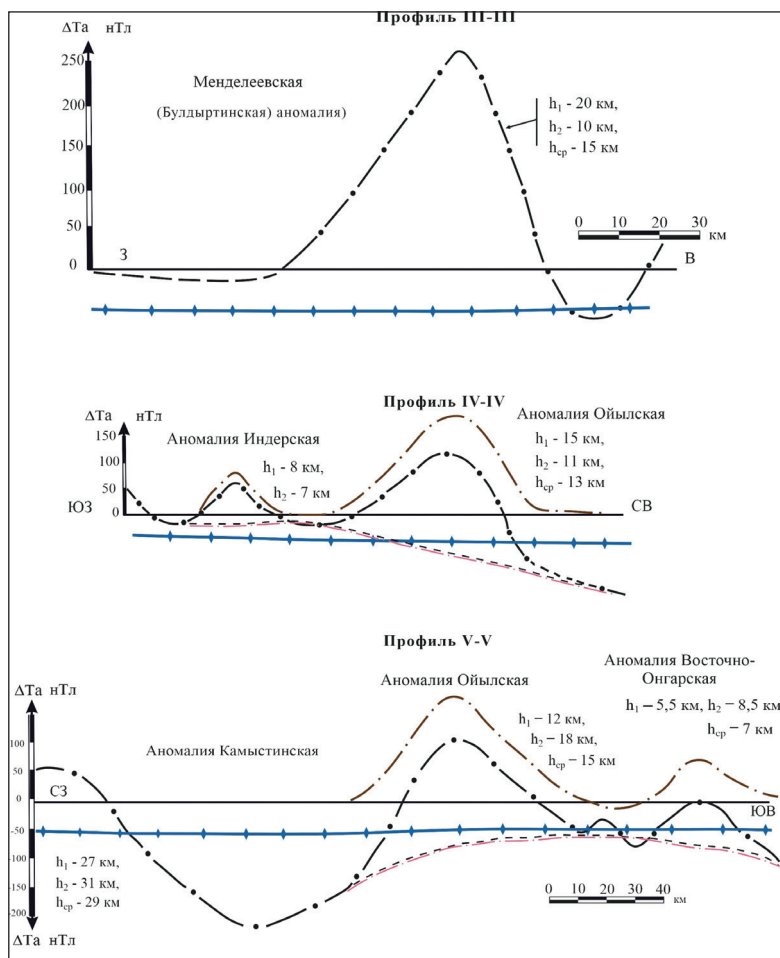


Рисунок 5 – Данные магнитной съемки и сейсморазведочных работ по интерпретационным профилям III-III, IV-IV и V-V (составил Акылбеков С.А.)

15 км, по другой 11 км, в среднем 13 км. Объект наклонен на юго-запад. Интерпретация магнитного поля, выполненная по линии субмеридионального направления, также показывает субвертикальное падение с небольшим углом наклона на юг. Здесь глубина залегания объекта по одной ветви 12 км, а по другой 18 км, в среднем 15 км. Вертикальная мощность объекта не определена, но предполагается: она очень мощная, т.е. аномалия обусловлена также очень крупным объектом, но значительно меньшим, чем объект Менделеевской аномалии. Предполагается, что природа ее, как и вышеуказанных аномалий, рудная – магнетит-гематитовая «вторичная», обусловившая формирования углеводородного сырья глубокого и сверхглубокого залегания. При благоприятных геологических, тектонических трещинно-тектонических и морфологических условиях, месторождения УВС могут быть обнаружены и выше уровня магнитного объекта, и на стороне от него. Очевидно, они могут обогатить и горючие сланцы полезными элементами, в т.ч. керогенами, создавая основу месторождения сланцевой нефти. Таким образом, площадь Ойылской аномалии, как и

Менделеевской, относится к перспективной на УВС и на поиски горючих сланцев. Согласно имеющимся геологическим материалам, в ее эпицентре имеются выходы юрских образований общей протяженностью более 30 км при ширине на обнажениях от первых до 6-8 км. Выходы их откартированы и в северном, и в южном затухании аномального поля. В северной части они совместно с другими отложениями участвуют в крупной куполообразной структуре общей протяженностью более 60-70 км. Почти во всех случаях юрские и соседствующие с ними образования пересечены тектоническими нарушениями, преимущественно меридионального простирания, в некоторой степени повторяющие градиентные зоны магнитных аномалий, которых во многих случаях можно считать зонами разрывных нарушений. Это, по-видимому, свидетельствует о возможной связи откартированных нарушений с глубинными, т.е. с глубинными сверхглубокими рудными и нерудными объектами, имея в виду и месторождения углеводородного сырья. Учитывая, что Актюбинские горючие сланцы сосредоточены в фаменских образованиях, можно предполагать о многоступенчатом, точнее, многоэтажном расположении горючих сланцев на площади, рекомендуемой нами магнитных аномалий в Аксай-Северо-Макатской площади.

В юго-западном направлении от Ойылской аномалии расположена **Индерская** аномалия интенсивностью в эпицентре 60 нТл субширотного простирания протяженностью 25 км и шириной около 8-10 км, с площадью по зоне резких градиентов 200-250 кв. км с глубиной расположения магнитовозмущающего объекта около 7-8 км, т.е. практически на уровне расположения поверхности подсолевых отложений. Это один из магнитных объектов, расположенных относительно близко к дневной поверхности по сравнению с ранее приведенными. В эпицентре магнитной аномалии располагается аномалия силы тяжести также площадью около 200 кв. км (рис. 2, 3). На юго-восточном склоне аномального поля откартирована антиклинальная структура площадью более чем 300 кв. км, ядерную часть которой составляют триасовые и юрские отложения, разбитые протяженными полуконцентрическими по форме тектоническими нарушениями, а также нарушениями северо-восточного направления. Юрские отложения этой аномальной площади также могут быть перспективными на горючие сланцы.

В 50-60 км юго-восточнее от Индерской и 80 км южнее Ойылской находится **Восточно-Онгарская** аномалия интенсивностью в наблюдаемом поле в 10 нТл, а от условного уровня нормального поля – 50 нТл. В эпицентре она имеет правильную изометрическую форму диаметром 6-7 км, а по изолинии – 50 нТл, вытянута на 70 км, т.е. объект этой аномалии имеет также большую площадь распространения. По данным расчетов, объект находится на той же глубине, что объект Индерской аномалии, но по характеру поля не исключается, что на самом юго-западе объект несколько приближается к дневной поверхности. Горизонтальная мощность аномального объекта по зонам резких градиентов не менее 10 км. Указанные параметры свидетельствуют, что аномалиеобразующие объекты достаточно крупного масштаба, но значительно меньше, чем объекты аномалий, расположенных севернее Прикаспийского рифта. Глубина расположения поверхности подсолевых отложений чуть больше, чем на площади Индерской аномалии. В отличие от Индерской в пределах Восточно-Онгарской аномалии непосредственные выходы юрских отложений не

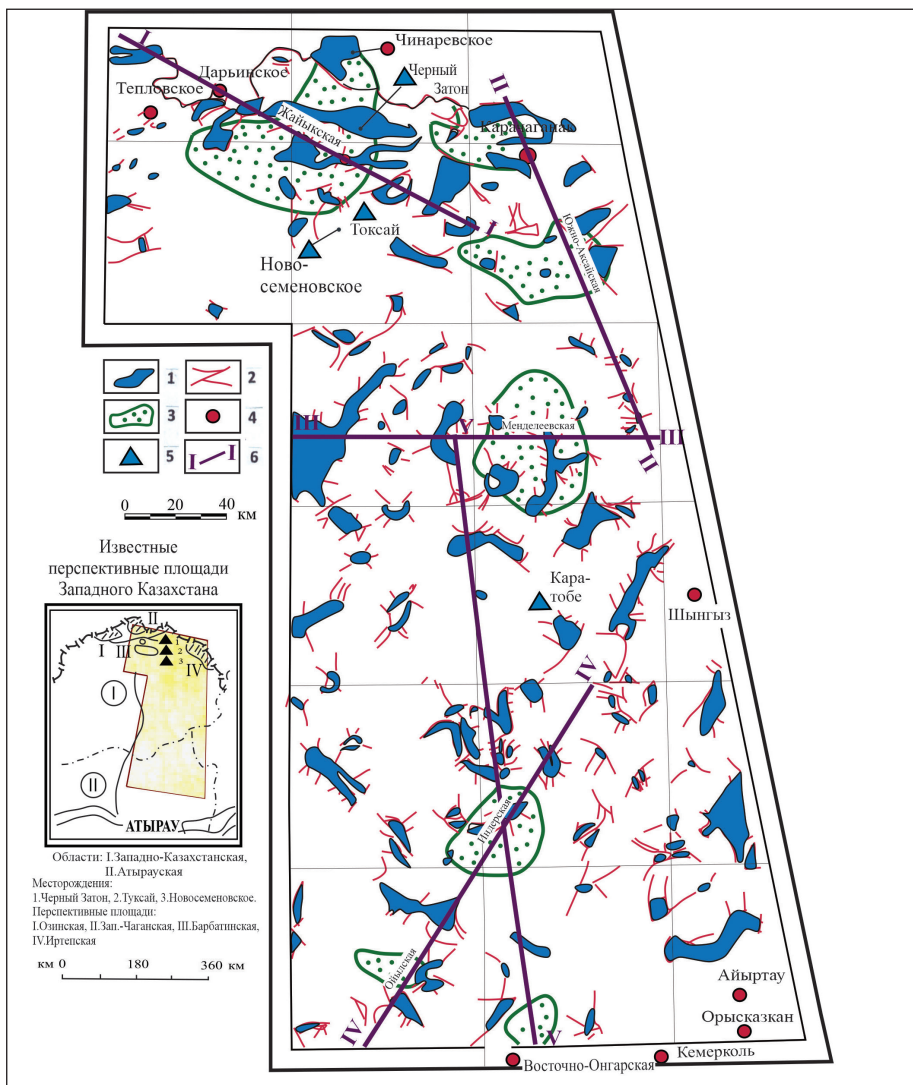


Рисунок 6 – Карта размещения юрских отложений (по Геологической карте Казахстана масштаба 1:1000000, 1996, гл. редактор Г. Р. Бекжанов) по району Аксай-Северный Макат, перспективны на поиски месторождений горючих сланцев. 1 – площади развития юрских образований; 2 – тектонические нарушения; 3 – участки предполагаемого расположения глубоких и сверхглубоких месторождений УВС и ТПИ, выделенные по положительным магнитным аномалиям; 4-5 – месторождения: 4 – углеводородного сырья, 5 – горючих сланцев; 6 – интерпретационные профили, по которым определены глубины залегания и горизонтальная мощность глубоких и сверхглубоких аномалиеобразующих объектов.

обнаружены, но имеются участки с указанными отложениями в пределах сложной в тектоническом отношении структуры субмеридионального простирания, расположенные западнее от нее протяженностью 60-70 км.

Заключение и выводы. Таким образом, в пределах Аксай-Северо-Макатской территории по магниторазведочным материалам нами выделены 6 крупных объектов общей перспективной площадью более 10 000 кв. км, которые, согласно гео-

логических материалов и существующих объективных теоретических представлений, могут быть обусловлены крупнейшими и уникальными по запасам глубокого и сверхглубокого залегания месторождениями, не только твердых полезных ископаемых, но и углеводородного сырья, а также крупных по масштабам и сопряженными с ними месторождениями средних, а, возможно, и малых глубин. Акцентируется внимание и на горючие сланцы, которые на изучаемой территории могут быть крупными и высококачественными как Черно-Затонское со сланцевой свитой, как наиболее способные давать сланцевую нефть, обогащенные особо ценными редкими элементами, как Новосеменовское. Известно, что все месторождения и рудопроявления горючих сланцев республики, как и Прикаспийской впадины, изучены крайне слабо, что позволяет открыть многочисленные новые месторождения, в т.ч. и месторождения сланцевой нефти, а также сопутствующие с горючими сланцами редчайших металлов твердых полезных ископаемых.

Поскольку эра легкой нефти (на малых глубинах) заканчивается, то, как известно, весь мир устремился на поиски УВС в глубокозалегающих отложениях и этот опыт вполне оправдался, сделано много крупных новых открытий на больших глубинах во многих странах. В Мексиканском заливе в отложениях неогена и палеогена открыто месторождение нефти Тайбер (Tiber) на глубине 10,6-12 км, что является одним из самых глубоких за всю историю нефтяной отрасли. В Китае (провинция Тарим) – месторождение Шайбей с глубиной залегания продуктивных пластов в инт. 6,5-9,0 км с запасами 170 млн. т. В Бразилии – в шельфовой зоне на глубинах 8109 (Тупи (Tupi) и 8310 (Яра (Iara) м при глубинах моря 2230м получены притоки нефти плотностью 0,876-0,887 г/см³. В Швейцарии – скважиной глубиной 8553м с глубины 7544м из юрских отложений получены притоки газа дебитом 1,3 млн. м³/сут, содержание метана 98%. В пределах нашей республики продуктивность глубокозалегающих горизонтов установлена на перспективных структурах Тасым, Шырак, Кобяковской, Бурбайтале, где получены притоки нефти газа и конденсата.

Анализ мирового опыта изучения и выявления закономерностей пространственного размещения глубокозалегающих залежей крайне важен для прогнозирования новых скоплений в различных тектонических зонах, глубоких горизонтах нефтегазоносных бассейнов, которые рассматриваются как один из основных резервов углеводородов на ближайшее будущее. Освоение глубокозалегающих месторождений в известных нефтегазоносных регионах с развитой инфраструктурой, каковым является Прикаспийская впадина Западного Казахстана, требует гораздо меньших капиталовложений, чем разведка новых территорий [4].

Для окончательного решения перспектив анализируемой территории необходимо выполнить предложенные нами геолого-геофизические методы исследования по интерпретационным профилям, выполнить моделирование аномалиеобразующих объектов высокотехнологичными методами, а также методами искусственного интеллекта, при получении положительных критериев обосновать на рекомендуемых объектах точки заложения поисковых глубоких и сверхглубоких скважин, и малых глубин, составить проекты поисковых и поисково-оценочных работ с целью изучения перспектив юрских отложений на горючие сланцы, сланцевую нефть и твердые полезные ископаемые. Подтверждение наших выводов, которые позволят открыть

сверхглубинные месторождения, будет называться звездой (вершиной) успеха и даст **НОВЫЙ ИМПУЛЬС**:

- в вопросах нового устойчивого развития недропользования по всем указанным видам полезных ископаемых и эти направления будут приоритетными не только в связи с УВС, но и других полезных ископаемых, в т.ч. редчайших, и урана, расположенных от поверхности до сверхглубокого их расположения;

- резкому росту фронта разведочных работ на других аналогичных магнитных аномалиях вблизи Аксай-Северо-Макатской площади и в других частях Прикаспийской впадины, а также на территории других осадочных бассейнах нашей республики;

- дальнейшему развитию проекта «Евразия», предусматривающего выявление и поиск глубокозалегающих месторождений нефти и газа;

- резкому увеличению уровня восполняемости запасов полезных ископаемых, т.е. развитию минерально-сырьевой базы нашего государства;

- началу перспективных направлений фундаментальных исследований недр;

- созданию нового программного комплекса геологического и, в связи с свободным водородом, гидродинамического моделирования месторождений УВС и ТПИ от приповерхностного до сверхглубокого залегания. 

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Акылбеков С.А., Воцалевский Э.С., Гуляев А.П. и др. Минерагеническая карта Казахстана. Масштаб 1:1 000 000. Алматы, Астана, 2007. [Akylbekov S.A., Vocalevskij E.S., Gulyaev A.P. i dr. Mineragenicheskaya karta Kazahstana. Masshtab 1:1 000 000. Almaty, Astana, 2007].
- 2 Бекжанов Г.Р. Геологическая карта. Масштаб 1:1 000 000, 1992. [Bekzhanov G.R. Geologicheskaya karta. Masshtab 1:1 000 000, 1992].
- 3 Беспалов В.Ф. Тектоническая карта КазССР и прилегающих территории союзных республик Масштаб 1:500 000, Алма-Ата, 1975. [Bespalov V.F. Tektonicheskaya karta KazSSR i prilegayushchih territorii soyuznyh respublik Masshtab 1:500 000, Alma-Ata, 1975].
- 4 Воронов Г.В., Куантаев Н.Е., Ескожа Б.А. Глубинная нефть Прикаспия: Предпосылки, особенности, вызовы и перспективы // Каспийский регион: Проблемы строения и нефтегазонасности глубокозалегающих комплексов и генетическая природа углеводородов / Труды КОНГ. Вып. 5. 2015. – С. 15-23. [Voronov G.V., Kuantaev N.E., Eskozha B.A. Glubinnaya neft' Prikaspiya: Predposylki, osobennosti, vyzovy i perspektivy // Kaspijskij region: Problemy stroeniya i neftegazonosnosti glubokazalegayushchih kompleksov i geneticheskaya priroda uglevodorodov / Trudy KONG. Vyp. 5. 2015. – S. 15-23].
- 5 Григорьев В.Н. и др. Карта аномального магнитного поля ΔT_a , Казахстана. Масштаб 1:1000000, Алматы, Кокшетау, 2004. [Grigor'ev V.N. i dr. Karta anomal'nogo magnitnogo polya ΔT_a , Kazahstana. Masshtab 1:1000000, Almaty, Kokshetau, 2004].
- 6 Акылбеков С.А., Алниязов Г.У., Ужкенов Б.С. Перспективы Атамекенского (Шымкент-Туркестанского) рудного района на поиски новых месторождений твердых полезных ископаемых // Геология и охрана недр. – 2022. – № 4 (85). – С. 4-33. [Akylbekov S.A., Alniyazov G.U., Uzhkenov B.S. Perspektivy Atamekensko (Shymkent-Turkestantskogo) rudnogo rajona na poiski novyh mestorozhdenij tverdyh poleznyh iskopaemyh // Geologiya i ohrana neдр. – 2022. – № 4 (85). – S. 4-33].

- 7 Менделеев Д.И. Карбидная теория (чугунная) происхождения нефти // Журнал русского химического и физического общества. – 1977. – Вып.2. [Mendeleev D.I. Karbidnaya teoriya (chugunnaya) proiskhozhdenie nefti // Zhurnal russkogo himicheskogo i fizicheskogo obshchestva. – 1977. – Vyp.2].
- 8 Азизов Т.Н., Власов В.И. Бассейны и месторождения углей и горючих сланцев Казахстана. Справочник. – Алматы, 1997. [Azizov T.N., Vlasov V.I. Bassejny i mestorozhdenii uglej i goryuchih slancev Kazahstana. Spravochnik. – Almaty, 1997].
- 9 Турсебеков А.Х., Аллабергенов Р.Д., Исоков М.У. и др. Горючие сланцы палеогена. Минералогия и технология освоения. В сб. «Научно-техническое и информационное обеспечение оценки недр Казахстана». Алматы, 2019. [Turesebekov A.H., Allabergenov R.D., Isokov M.U. i dr. Goryuchie slancy paleogena. Minerageniya i tekhnologiya osvoeniya. V sb. «Nauchno-tekhnicheskoe i informacionnoe obespechenie ocenki neдр Kazahstana». Almaty, 2019].
- 10 Ужкенов Б.С. Любецкий В.Н. Любецкая Л.Д. Новые представления геодинамики развития Казахстана. Геодинамика и минералогия Казахстана. Ч.1. – Алматы, 2001. [Uzhkenov B.S. Lyubeckij V.N. Lyubeckaya L.D. Noveye predstavleniya geodinamiki razvitiya Kazahstana. Geodinamika i minerageniya Kazahstana. Ch.1. – Almaty, 2001].
- 11 Геодинамика и минералогия Казахстана. Ч.2. – Алматы, 2001. [Geodinamika i minerageniya Kazahstana. Ch.2. – Almaty, 2001].
- 12 Ковалев А.А. Мобилизм и поисковые геологические критерии. – М.: Недра. 1978. [Kovalev A.A. Mobilizm i poiskovyе geologicheskie kriterii. – M.: Nedra. 1978].