

# МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АЭРОАТМОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*Ф.Д. Лазарев, А.В. Маджара, В.К. Старостин*

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт  
имени А.П. Карпинского, Норильский филиал, Норильск

Важнейшими вопросами методики и анализа результатов производства полевых геохимических исследований с целью прогноза залежей углеводородов являются достоверность инструментальных измерений, способы обработки регистрируемых данных и их интерпретация применительно к конкретному виду съемки. В статье изложены результаты решения этих вопросов применительно к производству газовой съемки в аэроварианте.

Фактический материал получен Норильским филиалом ВСЕГЕИ при производстве комплексных аэрогеофизических исследований с целью локализации участков, перспективных на нефть и газ на северо-востоке Западной Сибири. За пять лет была исследована территория площадью 57 000 км<sup>2</sup>. Несмотря на то, что площадь отличается весьма слабой и неравномерной изученностью бурением и сейсмической разведкой, в ее пределах открыты перспективные структуры, различные по интенсивности нефтегазопроявления и месторождения с утвержденными в ГКЗ запасами, на которые мы опираемся как на эталоны, используя метод сравнительного геологического анализа (рис. 1).

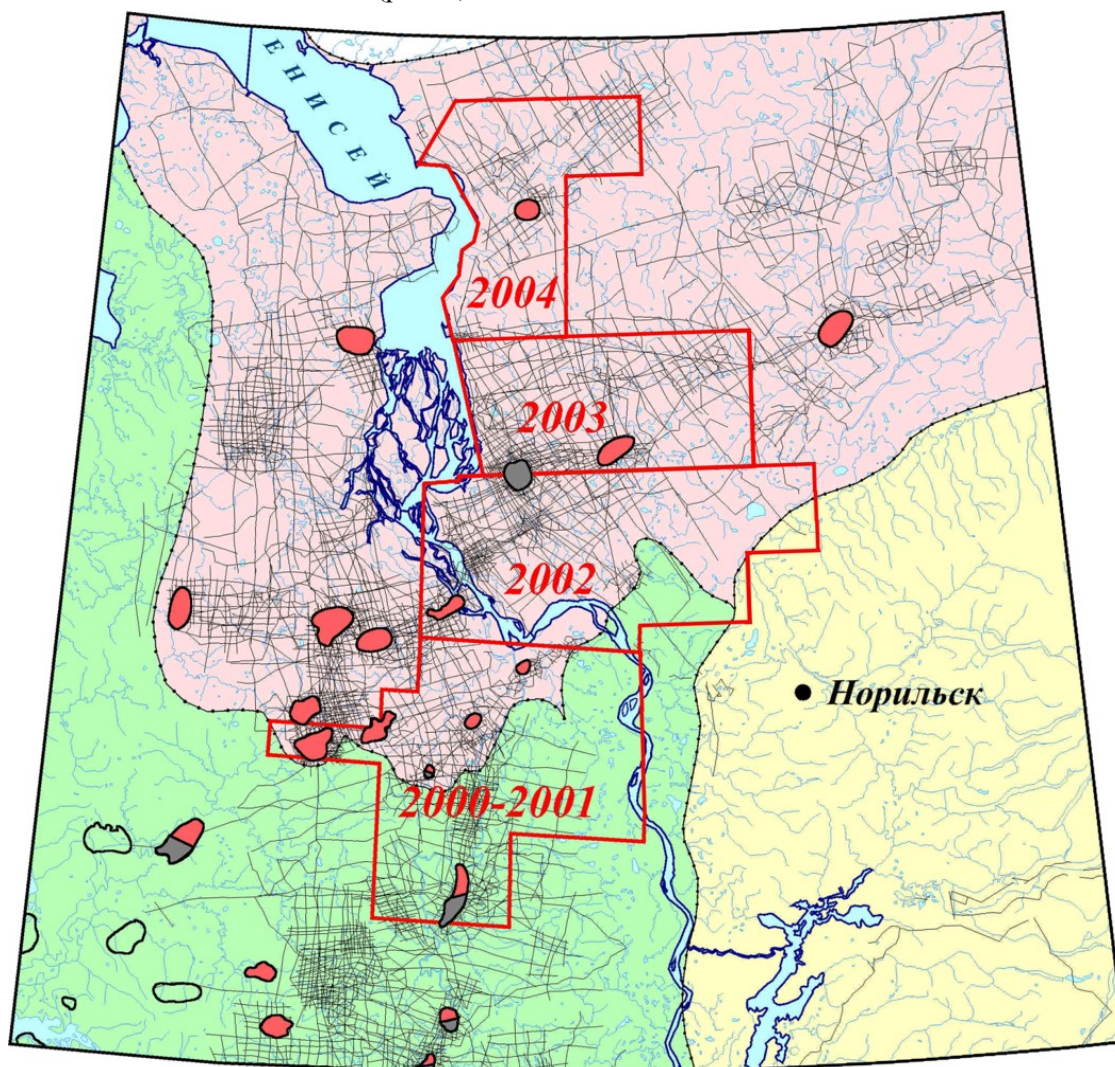


Рис. 1. Обзорная схема территории работ

### Аппаратура

В качестве рабочего инструмента применен аэрогеофизический комплекс КАС, установленный на самолете Ан-2. В состав комплекса входят: магнитометр, гамма-спектрометр, а также дистанционные оптические газоанализаторы метана и пропана (ДОГА). Концентрация этих газов определена оптическим анализатором по инфракрасным спектрам поглощения в диапазоне длин волн 3,1–3,7 мкм.

Принцип работы анализатора заключается в регистрации инфракрасного излучения, прошедшего от земной поверхности через воздушную среду до летательного аппарата. Анализатор работает на основе газового фильтра, каковым является тот же по составу газ, содержание которого мы измеряем. Прибор обладает высокой избирательной способностью регистрировать именно то вещество, на которое он настроен, и весьма чувствителен даже к самым незначительным колебаниям его концентраций (рис. 2).



Рис. 2. Газоанализатор ДОГА

### Методика съемки

Известно, что аномалии газа в приповерхностной зоне земли, каковы бы ни были причины их образования, являются нестационарными и подвержены, прежде всего, влиянию атмосферных явлений (направление и сила ветра, давление, температура). Под их воздействием они могут изменять свою конфигурацию, площадь распространения, степень контрастности и пространственное положение относительно источника. Поэтому методика аэроатмогеохимической съемки должна быть такой, чтобы исключить или снизить до минимума влияние атмосферных условий на регистрируемые параметры.

Предлагаемая нами методика состоит из двух этапов.

Сначала вся территория обрабатывается по разряженной сети рабочих маршрутов, затем создается сеть опорных маршрутов, расположенных к ним ортогонально. После чего производится сгущение сети рабочих маршрутов до заданного масштаба. Средняя высота съемки при этом постоянна и равна 50 м.

Такая последовательность проведения работ (от изучения общей газогеохимической характеристики площади съемки к выделению отличительных признаков ее отдельных участков, а от них к выявлению конкретных аномалий) позволяет нивелировать колебания атмосферных явлений и положительно сказывается на результатах обработки первичного материала, когда вычисляются средние параметры наблюдений.

При обработке материалов съемки необходимо так же исключить влияние неравномерного прогрева излучающей поверхности на показания прибора. Для этого нами разработана методика выделения полезного сигнала, позволяющая корректировать его значения с учетом влияния этого фактора.

На заключительном этапе обработки вычисляются концентрации метана и пропана, а полученные значения интерполируются на регулярную сеть.

### Опытно-методические работы

Рассматриваемые аспекты методики производства и интерпретации материалов аэроатмогеохимической съемки были изучены в пределах площадей, расположенных на западе Енисей-Хатангского регионального прогиба в низовьях р. Енисей - Зимнего и Байкаловского участков.

В пределах Зимнего участка в междуречье Большой Хеты и Варенгаихи (левые притоки р. Енисей) вблизи действующего газопровода Мессояха – Норильск расположено одноименное Зимнее месторождение сухого метанового газа. Оно приурочено к положительной локальной структуре, которая по изогипсе -1830 м имеет размеры 7х13 км и амплитуду около 100 м. Промышленно значимы две пластово-сводовые залежи: в батских отложениях средней юры – малышевская свита (горизонт Мл I) и в нижневаланжинских отложениях нижнего мела – нижнехетская свита (горизонт Нх I). Газо-водяной контакт (ГВК) в залежи Мл I принят на отметке -1817 м, а в залежи Нх I на отметке -1708 м. Покрышкой являются алевроито-глинистые и глинистые породы верхней юры и нижнего мела. Кроме того, небольшая газоконденсатная залежь установлена в зимней свите плинсбахского яруса нижнего отдела юрской системы.

В пределах Байкаловского участка в низовьях р. Енисей в отложениях верхней юры – нижнего мела сейсмической разведкой выявлено локальное одноименное поднятие, представляющее собою брахиантиклинальную складку, вытянутую в северо-восточном направлении. Вверх по разрезу его площадь постепенно уменьшается. Поднятие относится к типу навешенных структур и образовалось, по-видимому, во время тектонической активизации на границе юры и мела в результате инверсии знака тектонических движений. Его площадь, по замкнутой изогипсе -1520 м в яковлевской свите апт-альбского возраста, составляет 45 км<sup>2</sup>, амплитуда – 53 м; по замкнутой изогипсе -1960 м в малохетской свите готерив-аптского возраста, соответственно, – 80 км<sup>2</sup>, и 50 м.

Чтобы определить наличие или отсутствие зависимости параметров регистрируемых газовых аномалий от атмосферных условий, аэроатмогеохимическая съемка, как на Зимнем, так и на Байкаловском участках проведена в два этапа с разрывом во времени.

На Зимнем участке этот разрыв составил два года, причем в первый раз регистрация метана осуществлялась лазерным газоанализатором ЛГАУ, при наличии снежного покрова и сплошной облачности, а во второй – газоанализатором ДОГА, при температуре воздуха +20 °С и переменной облачности (рис. 3).

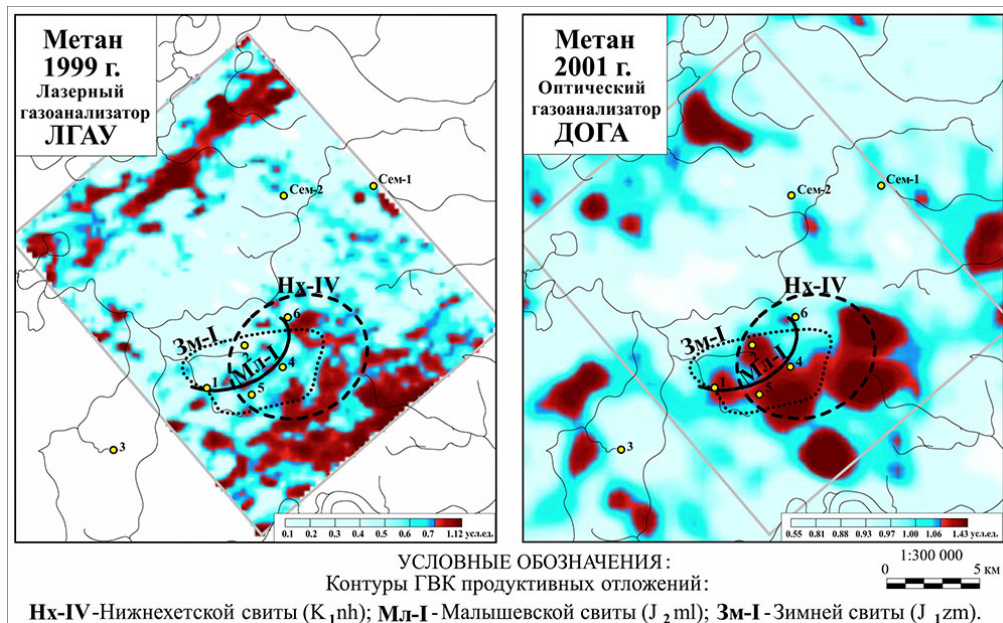


Рис. 3. Методические работы на Зимнем месторождении

Полученные результаты показывают, что концентрация метана, координаты, а также площадь наиболее интенсивной аномалии в течение двух лет остались неизменны, хотя ее конфигурация (форма) заметно изменилась. Однако последнее обстоятельство не существенно для рассматриваемой методики. В данном случае имеет значение факт постоянства координат, площади и интенсивности аномалии во времени. Отсюда следует, что выявленная аномалия не зависит от атмосферных явлений и отражает наличие Зимнего месторождения сухого метанового газа. Менее значительные по интенсивности и площади распространения аномалии, как видно на рисунке, вполне могут испытывать значительное воздействие атмосферных явлений, то появляясь, то исчезая с площади съемки.

На Байкаловском участке временной интервал между двумя съемками составил один месяц. В первый раз съемка осуществлена в условиях отсутствия облачности, при средней температуре воздуха  $+10^{\circ}\text{C}$  и северо-восточном ветре силой 10-13 м/с. Во второй – в условиях сплошной облачности, температуре воздуха минус  $10^{\circ}\text{C}$ , при южном направлении ветра силой 5-7 м/с и наличии сплошного снежного покрова (рис. 4).

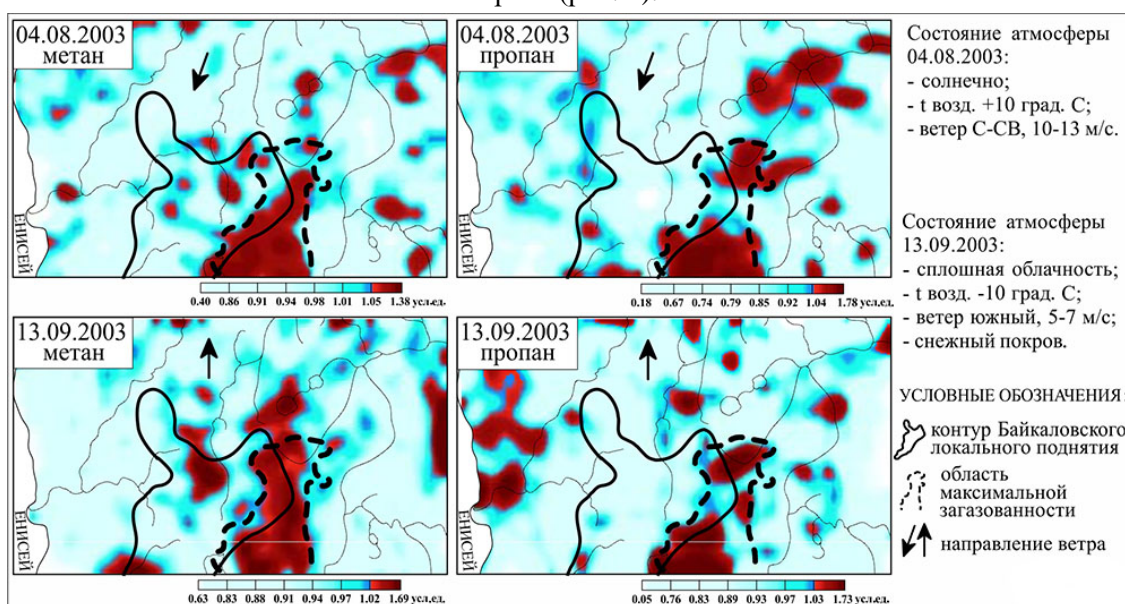


Рис. 4. Методические исследования на Байкаловском участке

В результате выяснилось, что наибольшая по площади и интенсивности аномалия метана и пропана, даже при существенно изменившихся атмосферных условиях съемки, достаточно стабильна, а ее координаты постоянны. Она располагается на юго-восточной периферии Байкаловского локального поднятия, простираясь в этом направлении далее за его пределы. Этот факт, по-видимому, свидетельствует о возможном наличии здесь неантиклинальных ловушек стратиграфического типа в наиболее перспективных отложениях неокомского клиноформного комплекса, который, как выявлено сейсморазведочными работами МОГТ, выклинивается именно в юго-восточном направлении. Другие, менее интенсивные, занимающие незначительные участки изученной площади аномалии метана и пропана, не имеют планового совпадения во времени, т.е. они нестабильны и подвержены влиянию атмосферных явлений.

Так, на примере изучения двух объектов, мы убедились, что атмосферные явления на северо-востоке Западной Сибири оказывают влияние только на распределение мелких по площади и незначительных по интенсивности газовых аномалий, резко изменяя их конфигурацию, положение в пространстве, или рассеивая окончательно. На более крупные и интенсивные газовые эманации атмосферные явления существенного воздействия не производят. Поэтому аэроатмогеохимическая съемка, как метод обнаружения прямых поисковых признаков, позволяет выявлять и оконтурить наиболее устойчивые области газовых аномалий и ранжировать территорию по перспективам нефтегазоносности.

### Обработка материала

Ранжирование территории по перспективам нефтегазоносности производится в процессе обработки исходных материалов съемки и на основе построения и интерпретации ряда аналитических карт, содержание которых затем обобщается и дается в виде конечного результата всей работы – атмохимической карты прогноза нефтегазоносности. Для построения таких карт нами используются следующие параметры: 1) концентрации метана и пропана, 2) сумма концентраций метана и пропана, 3) коэффициент корреляции между метаном и пропаном и 4) отношение между метаном и пропаном.

Если раздельное распределение концентраций метана и пропана по площади имеет “мозаичный” характер, создающий трудности при интерпретации, то сумма концентраций этих газов более четко выделяет аномальные области.

Коэффициент корреляции между метаном и пропаном позволяет проследить динамику изменения концентраций этих газов относительно друг друга, а параметр повышенных значений коэффициента корреляции, взятый совместно с аномальными значениями концентраций метана и пропана, отражает положение наиболее устойчивых областей распространения обоих газов.

Наконец, показатель отношения между метаном и пропаном позволяет выявить области преобладания метана или пропана на исследуемой территории. При этом преобладание легкого газа метана над его более тяжелым гомологом пропаном, указывает на возможное обнаружение газовых залежей в толще осадочного чехла, а преобладание пропана – на перспективы обнаружения газоконденсатных или нефтяных залежей.

### Интерпретация материала

Неотъемлемым элементом применяемой нами методики интерпретации является последовательное сопоставление итогового документа всей работы – атмогеохимической карты – с известными в пределах площади съемки месторождениями и со структурными картами по различным срезам осадочного чехла, построенными по данным сейсмической разведки и бурения. Особенно тщательно такое сопоставление следует проводить со структурными картами продуктивных горизонтов, являющихся целевыми объектами нефтегазопоисковых работ.

Сопоставление выявленных аномалий газа с известными месторождениями показывает, что их газовый состав, интенсивность и положение относительно контуров месторождений широко варьируют но, по-видимому, прямо зависят как от геологического строения, так и от углеводородного состава залежей (рис. 5).

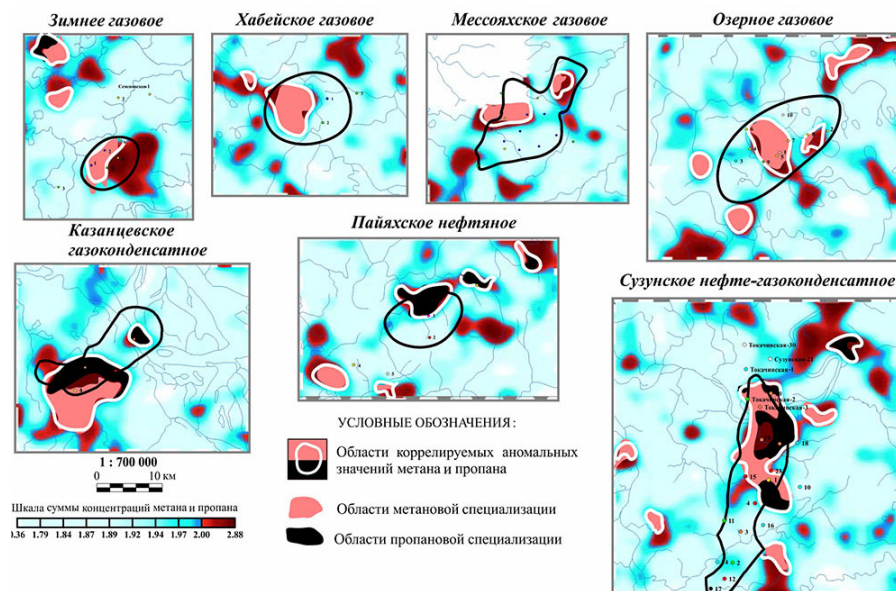


Рис. 5. Примеры отражения месторождений в интерпретационных параметрах

Среди аномалий, располагающихся внутри контура месторождений, можно отметить аномалии метана на Хабейском, Мессояхском и Озерном газовых месторождениях. Пайяхское нефтяное месторождение отличается аномалией пропана. Над Казанцевским газоконденсатным месторождением небольшая аномалия пропана выявлена в его северной части, где получены притоки воды с нефтью, а контуры обширной аномалии метана в его южной части совпадают с участком, на котором получен сухой метановый газ. Сузунское нефтегазоконденсатное месторождение маркируется контрастными аномалиями метана и пропана в северной его части.

Еще пример. На рисунках 6 и 7 показаны фрагменты атмохимической карты, совмещенные со структурным планом нижнехетской свиты нижнего мела.

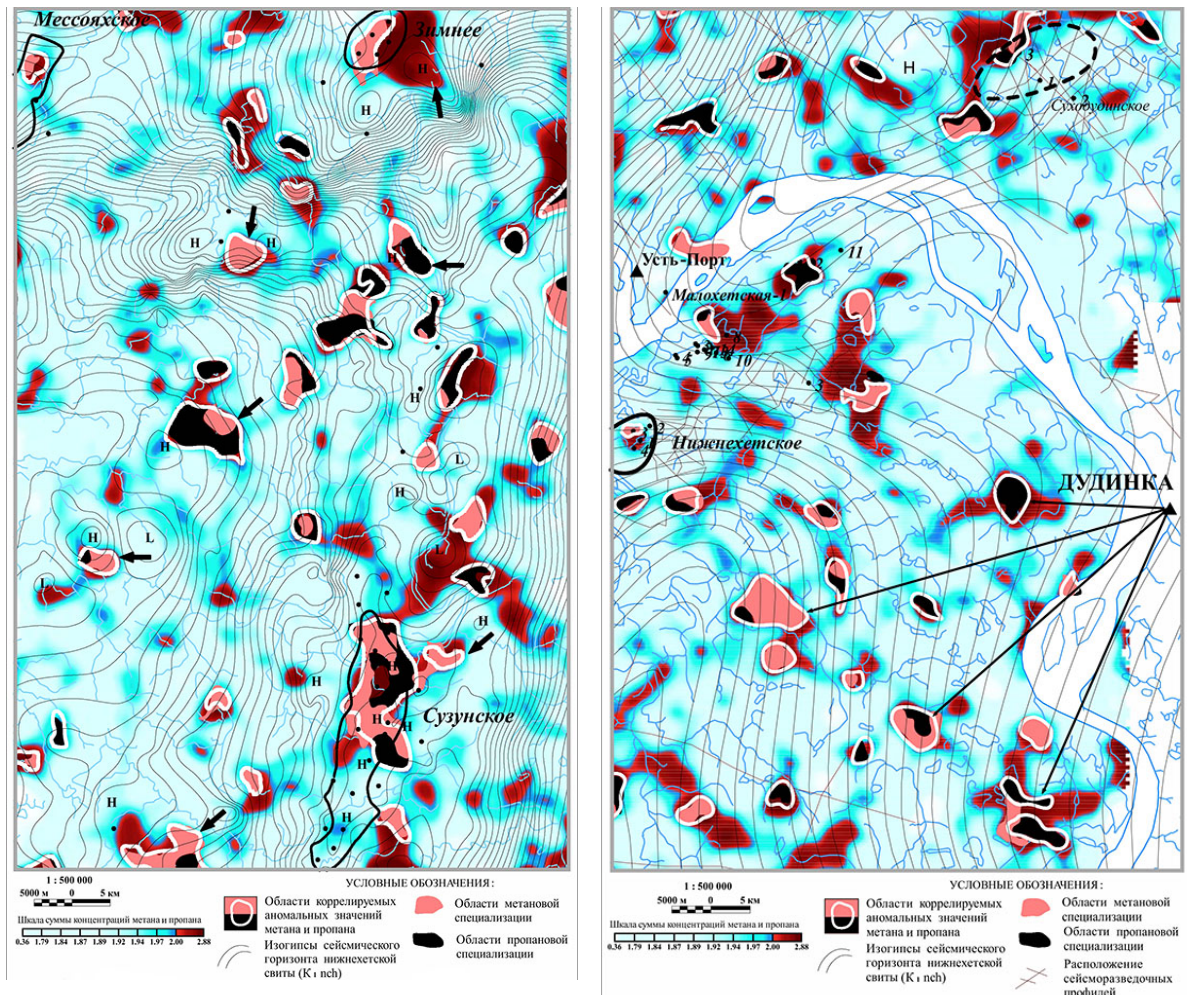


Рис. 6, 7. Фрагменты карт атмохимических параметров

На первом из них (рис. 6) можно наблюдать ряд аномалий (показаны стрелками), совпадающих в плане с положительными осложнениями в толще осадочного чехла, что может свидетельствовать об определенных перспективах этих участков. Так, в районе Зимнего месторождения аномалия маркирует положительную структуру и простирается к юго-востоку от нее. На Сузунском месторождения, по нашим данным, есть перспективы прироста запасов на территории к востоку от него. А к юго-западу и северо-западу от месторождения имеются локальные структуры, которые также маркируются атмохимическими аномалиями и заслуживают внимания.

На втором фрагменте (рис. 7) представлена территория левобережья Енисея вблизи г. Дудинка. В восточной части площади располагаются комплексные атмохимические аномалии, приуроченные к Пакулихинской моноклинали. Причем несколько значительных по размерам аномалий находятся в 40-50 км от Дудинки, а аномалия с доминированием пропана всего в 20 км от этого города.

### Заключение

Рассмотренные примеры свидетельствуют, что среди известных месторождений, попавших в пределы площади съемки, нет таких, над которыми аномалии метана и/или пропана отсутствуют. Незначительно изменяя интенсивность и положение относительно контуров месторождений, газовые аномалии присутствуют практически над каждым из них, нередко отражая их углеводородный состав.

Этот факт регулярности наличия газовых аномалий над месторождениями, по нашему мнению, является убедительным аргументом, доказывающим эффективность применения аэроатмогеохимической съемки с целью поиска нефти и газа на удаленных и слабо изученных территориях, а при увеличении масштаба съемки, и в пределах участков с уже открытыми месторождениями.

Что касается локальных структур, выявленных сейсморазведкой, но не разбуренных, то среди них есть и такие, над которыми газовые аномалии выражены контрастно, и такие, над которыми они отсутствуют.

В связи с этим, напомним, что степень изученности описываемой территории сейсмической разведкой чрезвычайно мала. Отсюда следует, что при большей плотности, глубине и точности сейсмических исследований в районах распространения газовых аномалий структура осадочного чехла в действительности может оказаться гораздо более сложной и дифференцированной замкнутыми, полузамкнутыми и другого вида положительными локальными формами, чем только те, которые отражены на существующих сегодня структурных картах. Усложнение структуры осадочного чехла по мере роста наших знаний о ней подтверждают история и практический опыт геолого-геофизических работ в наиболее изученных регионах России, например, в Тимано-Печорском нефтегазоносном бассейне.

Дифференциацию структуры осадочного чехла следует ожидать, в первую очередь, на участках аномального содержания метана и пропана. И это верно даже в том случае, если наличие газовых аномалий будет обусловлено «всего лишь» наличием тектонических нарушений, т.к. эти нарушения неопровержимо свидетельствуют об усложнении структуры осадочного чехла и, как правило, сопровождаются положительными локальными структурами. Именно на этих участках следует концентрировать поисковые сейсморазведочные работы. Поэтому такие участки должны быть объектами пристального внимания специалистов всех рангов, занятых в области финансирования, планирования и производства геологоразведочных работ.