

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГИБА ПО ДАННЫМ МАГНИТО- И ГРАВИМЕТРИИ

Ф.Д. Лазарев, П.В. Кирплюк, П.В. Мельников

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

На основе магнито- и гравиметрических материалов из банка «Гравимаг» разработана методика прогнозирования залежей УВ. В основе разработанной методики лежит установленная связь положения месторождений УВ в толще осадочного чехла с локальными поднятиями доюрского основания и отрицательными значениями средневолновой составляющей аномального магнитного поля. Данная методика позволяет в короткие сроки с минимальными финансовыми затратами дать оценку перспективам нефтегазоносности отложений юрско-мелового комплекса всего Енисей-Хатангского регионального прогиба.

Физико-геологические основы применения магниторазведки для решения задач прогнозирования залежей углеводородов (УВ) изложены в многочисленных научных работах Г.Г. Березкина, Е.В. Каруса, М.А. Киричек, В.Г. Мавричева, В.П. Меркулова, А.В. Петухова, Н.А. Туезовой и других. В них подробно рассмотрены теоретические положения и сформулированы физико-химические поисковые критерии залежей УВ на основе этого метода. Поэтому, не останавливаясь на детальном анализе этих основ, напомним главное.

Определяющая роль в изменении физических свойств пород, перекрывающих залежь, отводится преимущественно вертикальной миграции углеводородов и сопутствующих им компонентов. Она приводит к формированию мощных зон эпигенетических минеральных новообразований, в пределах которых упругие, электрические, плотностные и магнитные свойства пород изменены.

В целом, этим зонам присущ неравномерный характер распределения магнитоактивной минерализации, который зачастую в суммарном магнитном поле создает сложную морфологию поля, сопровождаемую *понижением амплитуды локальных магнитных аномалий* на незначительную величину. Это понижение, как правило, обусловлено процессами замещения магнитоактивных минералов в петромагнитном «столбе» над залежью немагнитными, что приводит к снижению общей намагниченности пород и является причиной уменьшения амплитуды магнитных аномалий в первые нТл, что и является индикатором нефтегазоносности.

Для локализации в осадочном чехле таких зон эпигенеза путем изучения тонкой структуры аномального магнитного поля используются разнообразные методы специальной обработки. К ним относятся:

а) метод детального построения разреза аномальных потенциальных полей ГАММА, предложенный М.А. Киричек (Меркулов, 1995);

б) программа спектрально-пространственного анализа (СПАН), разработанная А.А. Петровой (1977);

в) метод полного нормированного градиента (ПНГ) В.М. Березкина (1988); г) метод градиентов дисперсии (ГРАД), разработанный Е.А. Мудрецовою (1987).

Один из примеров выделения такого эффекта над тремя месторождениями, расположенными в Баренцевом море на участке, приуроченном к северо-восточной части Печерской синеклизы, приводит В.А. Лыгин с соавторами (2001). Они убедительно показывают закономерное положение минимумов средневолновых магнитных аномалий над сводами этих месторождений.

С целью разработки методов экспрес-оценки перспектив нефтегазоносности отложений юрско-мелового комплекса в пределах обширных территорий Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП), который характеризуется, в целом, весьма низкой сейсмической изученностью, было выполнено разложение аномального магнитного поля по частоте и амплитуде методом «частотно-амплитудной селекции». Данная процедура была направлена на выявление малоамплитудных минимумов магнитных аномалий в средневолновом диапазоне, которые, по нашим представлениям, должны отражать как плановое положение *известных месторождений нефти и газа*, так и *перспективных зон и участков* на обнаружение новых залежей УВ в пределах ЕХРП.

В качестве исходного материала при разработке методики использовалась цифровая модель карты аномального магнитного поля (ΔT_a) с ячейкой 1*1 км из банка «Гравимаг». Она охватывает западную часть ЕХРП, северо-восточную часть Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции и северо-западную часть Восточно-Сибирской платформы, общей площадью около 330 000 кв. км.

Важно отметить, что в пределах исследуемой территории располагается целый ряд месторождений УВ с доказанной нефтегазоносностью и защищенными в ГКЗ запасами, а также газо- и нефтепроявления, которые при разработке методики в той или иной степени выступали мерой оценки достоверности наших прогнозных выводов, в качестве эталонов. Не менее важно подчеркнуть, что эти месторождения и проявления друг от друга отличаются по геологическому строению, структурному положению, площадным параметрам, запасам, составу УВ, количеству продуктивных залежей, глубине их положения и т. д.

Всего в пределах анализируемой площади насчитывается 29 газовых, газоконденсатных, газонефтяных, газоконденсатнонефтяных месторождений, расположенных, еще раз подчеркнем, в различных геолого-структурных обстановках.

Выполнив «амплитудно-частотную селекцию» аномального магнитного поля и выделив его средневолновую составляющую, впервые была получена карта, которая позволила установить приуроченность 28 известных месторождений УВ к участкам с понижением амплитуды средневолнового компонента (рис. 1).

Только одно – Ушаковское – не подчиняется установленной закономерности. Заметим, что характер отражения месторождений УВ в средневолновой составляющей поля ΔT_a имеет отличительные особенности.

Месторождения первой группы, к которой относятся Пеляткинское, Дерябинское, Казанцевское, Южно- и Северо-Соленинское, отображаются субкольцевыми локальными отрицательными аномалиями с обрамлением по периметру положительными значениями средневолнового компонента.

Вторая группа месторождений в поле рассматриваемого параметра приурочена к единой, также отрицательной, но линейно вытянутой в субмеридиональном направлении аномалии. К ней следует отнести Тагульское, Лодочное и Ванкорское месторождения.

Для третьей группы месторождений характерна приуроченность к незначительным повышениям на фоне обширных зон с пониженными (отрицательными) значениями. Месторождения, отнесенные к данной группе, имеют место преимущественно в юго-западной части рассматриваемой территории, в пределах Западно-Сибирской плиты. К ним относятся Южно-, Западно- и Восточно-Мессояхские, Хальмерпаютинское, Тазовское и др.

Месторождения четвертой группы пространственно тяготеют к границе с положительными аномалиями, но не выходят за пределы отрицательных значений. К этой группе следует отнести Сузунское, Мессояхское, Зимнее газоконденсатное, Озерное газовое и Пайяхское нефтегазовое месторождения.

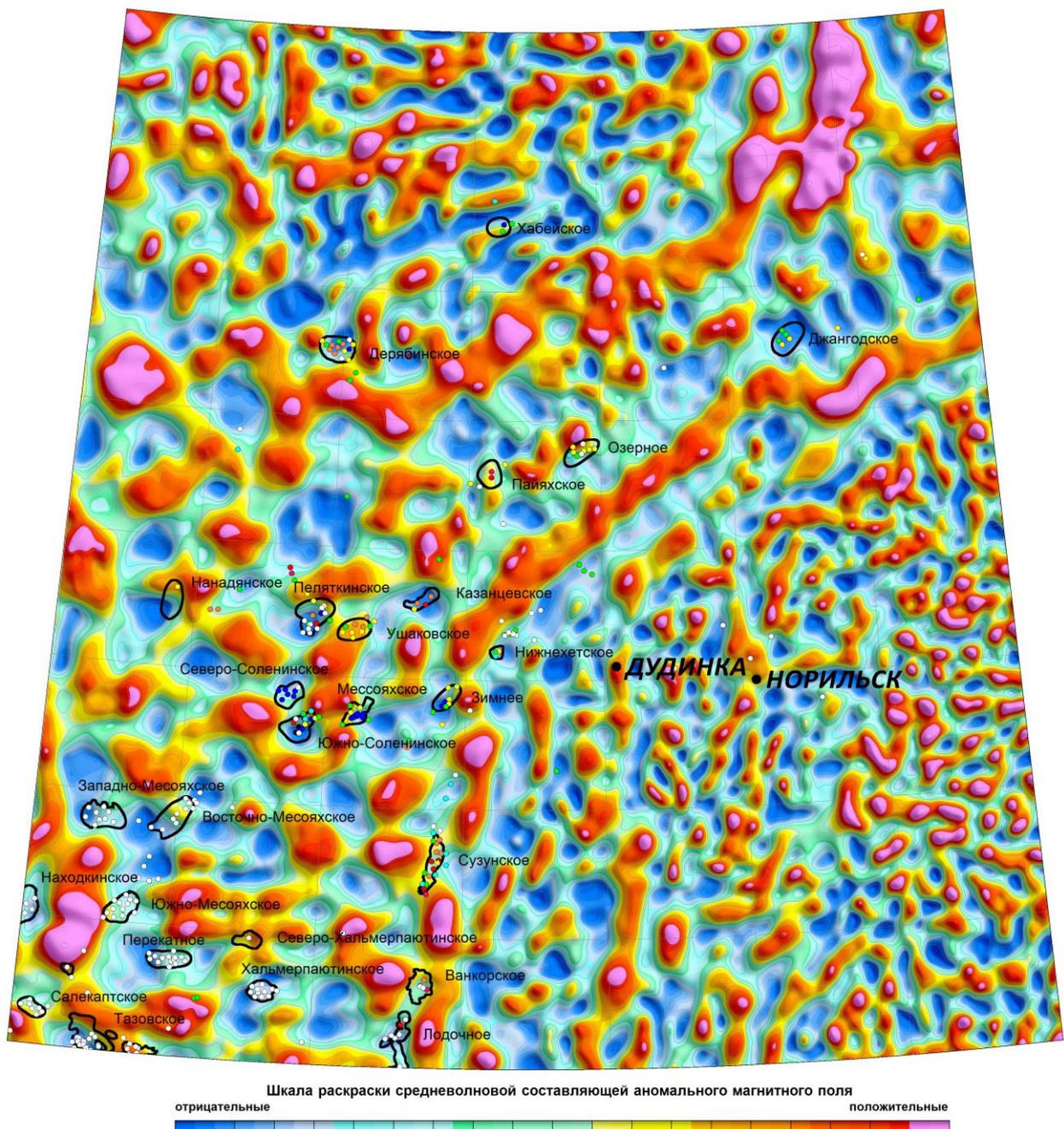


Рис.1. Карта средневолновой составляющей аномального магнитного поля

Какова причина столь высокого планового совпадения месторождений УВ, весьма различающихся между собой по многим характеристикам, с отрицательными аномалиями средневолнового компонента аномального магнитного поля (более 90%)?

Такое совпадение вряд ли можно назвать случайным. По всей видимости, несмотря на существующие принципиальные различия между указанными месторождениями, у них есть нечто общее, что их объединяет и может являться определенным генетическим законом, который содержится и отражается в структуре средневолновой составляющей поля ΔT_a и, как следствие, может быть использован в качестве геофизического поискового критерия нефтегазоносности.

Для получения ответа на поставленный вопрос уместно обратиться к работе Г.Г. Номоконовой с соавторами (Номоконова и др., 2003). В ней авторы, рассматривая положение месторождений УВ в региональном магнитном поле центральной части Западно-Сибирской плиты, связывают отрицательные аномалии поля ΔT_a с положительными структурами в рельефе кристаллического фундамента.

В пределах именно таких аномалий располагаются месторождения УВ, в т.ч. месторождения-гиганты: Уренгойское, Ямбургское, Медвежье. Более того, авторами отмечается,

что *газовые* месторождения Западно-Сибирской плиты, представленные гидродинамически связанными залежами массивно-сводового типа, выделяются локальными отрицательными аномалиями среди в целом положительного поля.

Нефтяные и газоконденсатные месторождения, по их данным, отражаются несколько пониженно. Отрицательная магнитная аномалия фиксирует границы не отдельных месторождений, а нефтегазоносных районов. При этом, сами месторождения пространственно тяготеют к границе с положительными аномалиями. Но в целом нефтяные месторождения практически не выходят за пределы отрицательных магнитных аномалий. Заметим, что в исходном аномальном магнитном поле, в пределах рассматриваемой нами территории, все имеющиеся месторождения УВ также приурочены к зонам отрицательных аномалий. Но локализовать их, только на основе такого положения, затруднительно, поскольку эти зоны отличаются значительными площадными размерами, исчисляемыми тысячами квадратных километров.

С целью проверки вывода о существующей связи месторождений УВ, расположенных в толще юрско-мелового комплекса, с положительными структурами фундамента была построена карта, отражающая особенности строения рельефа фундамента (рис. 2). Основой построения этой карты для изучения тектонической природы и структурных элементов фундамента (глубинной части разреза) послужили данные потенциальных полей, в т.ч. цифровые матрицы магнитного и гравиметрического (также из банка «Гравимаг», с ячейкой 1*1 км) полей.

Высокая контрастность физических свойств пород, резкое изменение их плотности и намагниченности на границе фундамента и осадочного чехла позволяют определить глубину залегания возмущающих объектов и реконструировать поверхность, образованную ими. В силу непостоянного значения магнитного и плотностного градиентов на границе этих двух сред в качестве метода быстрой оценки большого количества параметров аномалеобразующих источников в данной работе использована деконволюция Эйлера. В основу этой методики положена одноименная теорема Эйлера, позволяющая выразить значение поля (в точке x, y, z) через значение частных производных и координаты особой точки.

Предварительные расчеты координат особых точек, отдельно по значениям магнитного и гравитационного поля, показали расхождение полученных поверхностей на участках магнитных аномалий в северо-западной части площади. Отсутствие корреляции этих аномалий с полем силы тяжести позволило сделать предположение о наличии в ее пределах маломощных объектов с интенсивной намагниченностью. Возможным источником появления подобных аномалий могут быть вулканогенные образования нижнего триаса, заполнившие естественные понижения рельефа домезозойского времени. С целью удаления нежелательного воздействия на поле силы тяжести таких магнитовозмущающих объектов был произведен пересчет аномального магнитного поля в значение магнитного потенциала, связанного с гравитационным полем линейной зависимостью.

Таким образом, весь процесс вычисления *рельефа поверхности гетерогенного фундамента* осуществлялся в следующей последовательности: а) вычисление и ввод поправки за гравитационный эффект магнитовозмущающих объектов, б) определение пространственных координат особых точек трансформированного гравитационного поля, в) интерполяция на регулярную сеть глубинных отметок особых точек.

Рассчитанная таким образом поверхность, отождествляемая нами с *рельефом гетерогенного и разновозрастного фундамента*, отображает наличие слабоконтрастных валов и прогибов, ориентированных в северо-восточном направлении. В возрастном отношении построенная нами карта не имеет четкой привязки, и эта поверхность в целом характеризует рельеф домезозойских разновозрастных образований. Тем не менее, сопоставление полученной карты с положением отрицательных аномалий средневолнового компонента ΔT и месторождений УВ позволяет видеть закономерную их (месторождений и аномалий) приуроченность к положительным структурам гетерогенного фундамента и сделать вывод о наличии генетической связи между ними.

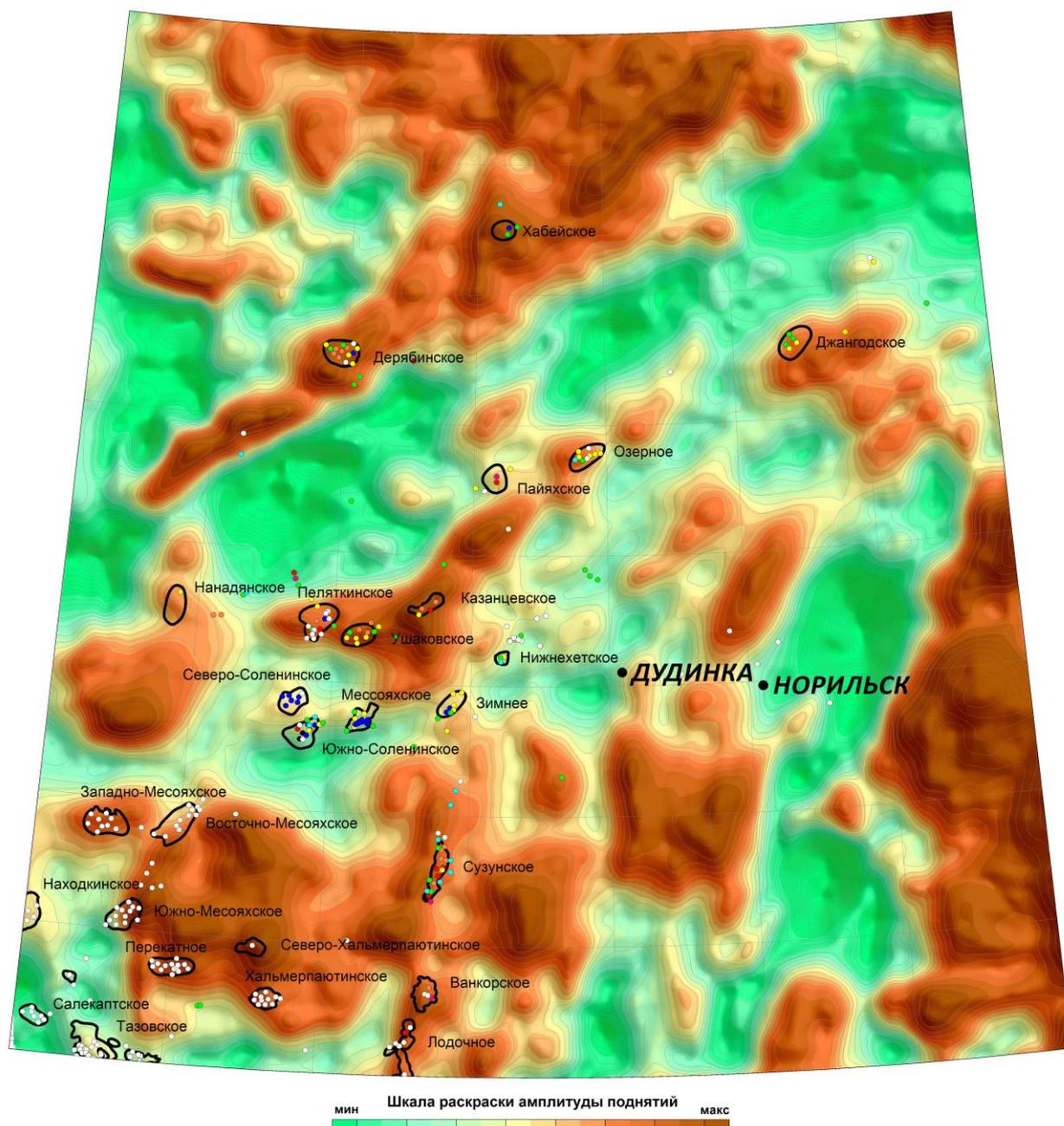


Рис.2. Карта рельефа поверхности гетерогенного фундамента

Учитывая приуроченность всех, без исключения, месторождений УВ в пределах рассматриваемой территории к положительным структурам фундамента нет оснований подвергать сомнению выводы упомянутых выше авторов, что *причиной образования отрицательных магнитных аномалий являются положительные структуры в рельефе фундамента, которые, в свою очередь, тесно связаны с процессами формирования ловушек нефти и газа толще осадочного чехла*. Но заметим, что распространение отрицательных аномалий средневолновой составляющей поля ΔT_a наблюдается в том числе и за пределами положительных структур фундамента.

Это дает основание, с одной стороны, сделать вывод, что отрицательные аномалии средневолновой составляющей поля отражают не только плановое положение положительных структур фундамента, но и зоны эпигенетического преобразования толщи осадочного чехла под воздействием УВ, мигрирующих из залежей. Другими словами, эти аномалии, наряду с отражением положительных структур фундамента, опосредованно указывают на положение потенциальных ловушек нефти и газа. Поэтому *карта средневолновой составляющей аномального магнитного поля* должна быть использована для целей прогноза залежей УВ в рассматриваемом районе.

С целью усиления контрастности отражения структурных элементов фундамента по особой методике был выполнен пересчет коротковолновых составляющих исходных гравимагнитных полей, в результате чего была получена карта *локальных осложнений* рельефа гетерогенного фундамента (рис. 3).

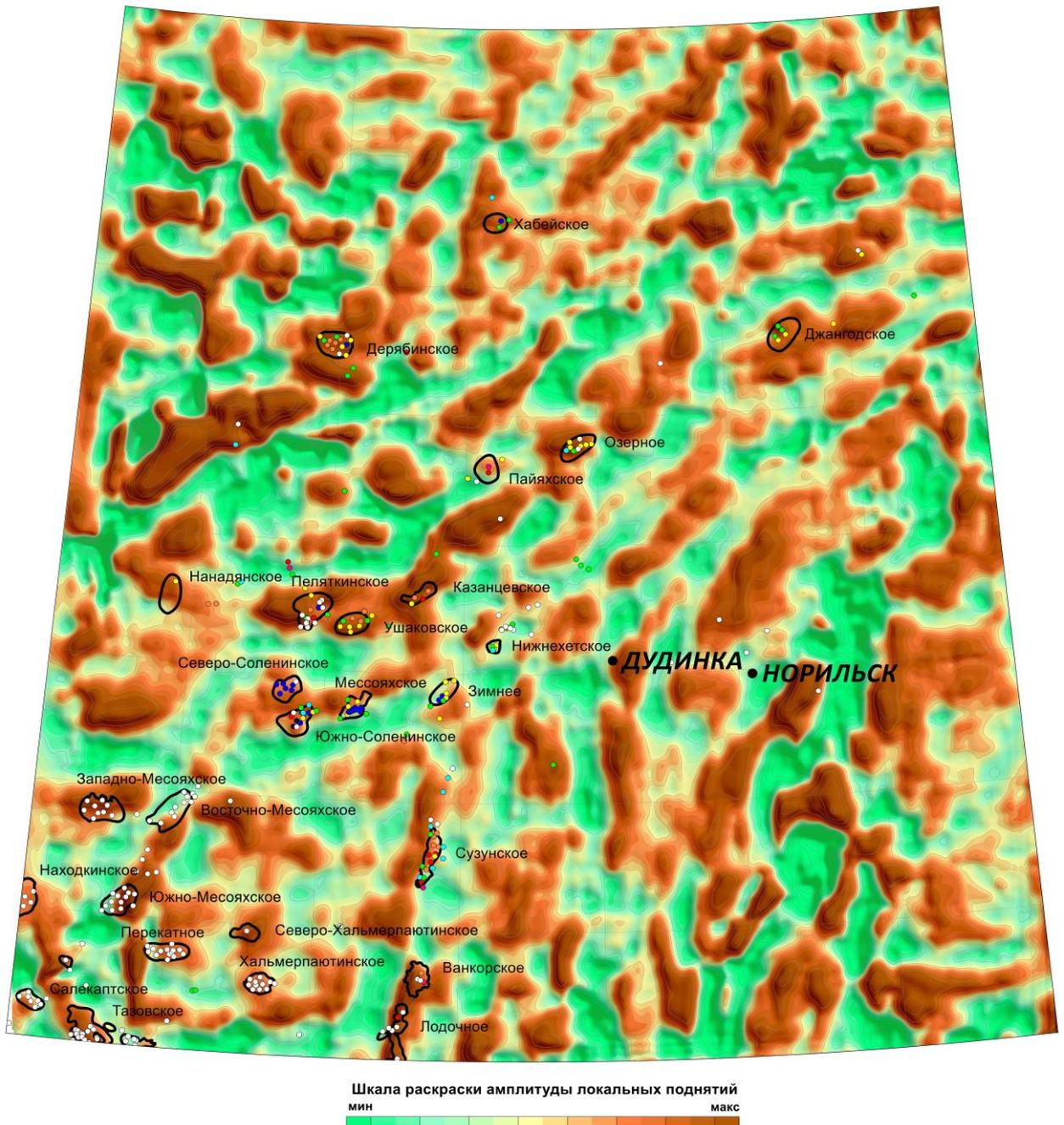


Рис.3. Карта локальных осложнений гетерогенного фундамента

Она отражает плановое положение малоамплитудных (с положительным знаком) осложнений рельефа фундамента, которые на предыдущей карте были слабо выражены. Как видим, все месторождения (!), без исключения, имеют явную приуроченность к выделенным локальным поднятиям или (в меньшей степени) к их склонам. Заметим, что даже Пайяхское нефтегазовое месторождение (клиноформного типа) также приурочено к незначительному локальному возмущению в глубинной части разреза. Такая закономерность в расположении месторождений подтверждает тесную связь геологического строения осадочного чехла и структуры фундамента и должна, наряду со средневолновой составляющей поля ΔT_a , быть использована для целей прогноза как на изучаемой территории, так и за ее пределами.

Как видим, представленная карта (рис.3) позволяет, по самым скромным оценкам, исключить из поиска более 50% территории. А совместный анализ приведенных карт, путем их

наложения или суммирования, дает возможность, в пределах поднятий фундамента выделить еще более локальные участки, характеризующиеся пониженными параметрами средневолнового компонента, которые и будут являться наиболее перспективными объектами на обнаружения залежей УВ.

Например, высокими перспективами обладает участок, расположенный между Ванкорским и Сузунским месторождениями.

Не меньшие перспективы связываются нами с участками, расположенными к востоку и северо-востоку от Ванкорского месторождения, в пределах Пакулихинской моноклинали; а также с районом скважины Горчинская -1, которая дала притоки нефти с дебитом до 200 л./сут.

Аналогичные участки выделяются к югу от Казанцевского месторождения (стрелка-5), к юго-западу и северо-востоку от Озерного месторождения и в ряде других мест.

Заключение

Таким образом, исследование перспектив нефтегазоносности западной части ЕХРП по данным грави- и магнитометрии позволяет сделать следующие выводы:

1. Подвижки блоков фундамента в процессе геологического развития территории формируют условия и являются причиной образования ловушек как структурного, так и неструктурного типов в толще осадочного чехла, а локальные поднятия гетерогенного фундамента могут выполнять роль тектонических поисковых критериев залежей УВ.

2. Зоны с пониженными (отрицательными) значениями средневолновой составляющей поля ΔT_a отражают степень воздействия залежей УВ на надпродуктивную толщу осадочного чехла, что согласуется с теоретическими представлениями, и могут являться объектами для поисков нефти и газа.

3. Комплексная интерпретация грави-магнитных материалов, с учетом разработанной методики по выделению локальных осложнений гетерогенного фундамента и средневолновой составляющей поля ΔT_a , позволит в кратчайшие сроки дать оценку перспектив нефтегазоносности восточной (наименее изученной) части ЕХРП. Тем самым будет соблюдена стадийность поисковых работ на нефть и газ, которая будет способствовать скорейшему вводу поисковых объектов в эксплуатацию, что, несомненно скажется на повышении эффективности геологоразведочных работ и росте экономического развития Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа.

Литература

1. Берёзкин В.М., Метод полного градиента при геофизической разведке. М.: Недра,1988. – 188 с.
2. Лыгин В.А. и др. Возможности высокоточной морской магнитометрии при изучении нефтегазоперспективных площадей// Разведка и охрана недр № 9 2001 г.
3. Меркулов В.П., Зятев Г.Г. Нетрадиционные возможности применения некоторых геофизических методов в нефтяной геологии Западной Сибири. // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Том - II. Томск, 2000 г. 492 – 495 с.
4. Меркулов В.П. (отв.исп.). Оценка возможностей магниторазведки при поисках нефти в неантиклинальных ловушках. Томск, 1995 г. – 86 с.
5. Номоконова Г.Г., Меркулов В.П., Расковалов Д.Ю., Ростовцев В.В., Месторождения углеводородов в региональном магнитном поле Западно-Сибирской плиты.// Материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.С. Микова-основателя Сибирской школы геофизиков. Томск, 19-21 ноября 2003 г.
6. Физико-химические основы прямых поисков залежей нефти и газа/Под редакцией Е.В. Каруса. – М.: Недра, 1986. – 336 с.