

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ТЕРРИТОРИИ МЕЗЕНСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ И ЕЕ ПЕРСПЕКТИВАХ НА УГЛЕВОДОРОДЫ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫСОКОТОЧНОЙ АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ)

На территории Мезенской синеклизы проведена высокоточная аэрогеофизическая съемка. В результате геологической интерпретации полученных данных построены модели: геолого-тектонического строения верхней части разреза кристаллического фундамента, рельефа поверхности фундамента, магматических образований в разрезе осадочного чехла. Показано, что фундамент сложен здесь раннеархейскими супракрустальными блоками и зонами, спаянными позднеархейскими зеленокаменными поясами. Рельеф поверхности фундамента описан как сочетание линейных структур 2-го порядка (горсты и грабены) с максимальными глубинами его залегания до 10 – 15 км. В разрезе осадочного чехла установлено широкое развитие траптовых образований в виде даек и силлов. Предположено широкое развитие углеродсодержащих рифейских осадочных комплексов, залегающих на глубинах 3 – 15 км. Намечены локальные факторы миграции и локализации углеводородных флюидов.

Целевым назначением проведенных аэрогеофизических работ являлось получение современной высокоточной модели аномального магнитного поля Мезенской синеклизы (северо-восточная часть Восточно-Европейской платформы) в масштабе 1:50 000, ее геолого-тектоническая и прогнозная интерпретация в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности, а также создание высокоточной аэрогеофизической основы для геологосъемочных работ на площади 144 000 кв. км (Рис. 1).

Методика аэрогеофизической съемки

Аэрогеофизическая съемка выполнялась ФГУНПП «Аэрогеофизика» на самолёте Ан-26 по системе субмеридиональных маршрутов при средней высоте полета 150 м. Средняя скорость самолета на маршруте - 340 км/час. Измерения модуля полного вектора индукции магнитного поля производились (100 измерений в секунду при разрешающей способности в 0.01 нТл) высокочувствительным квантовым цезиевым аэромагнитометром нового поколения – AEROMASTER VN-99 с датчиком CS-2 (разработка ГНПП «АЭРОГЕОФИЗИКА»). Датчик магнитометра размещался в выпускной gondole на трос-кабеле 55 м. Цикличность регистрации вариаций – 1 сек.

Полевая оценка точности аэромагнитной съемки, проведенная по точкам пересечения основных и секущих маршрутов, составила ± 1.0 нТл. Навигационное обеспечение работ осуществлялось с помощью специального программно-аппаратного комплекса “Лоцман”, разработанного в ГНПП «АЭРОГЕОФИЗИКА».

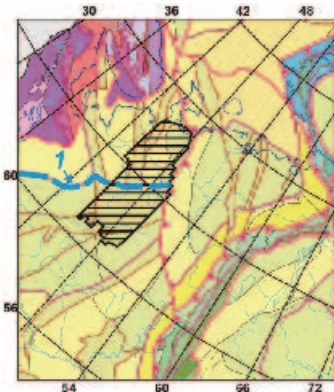


Рис. 1. Территория аэрогеофизической съемки (на фоне карты тектонического районирования территории РФ по Гусеву Г.С. и др.) 1 – граница между Архангельско-Мезенской моноклизой (север) и Московской синеклизой (юг).

Комплекс позволяет вести одновременную работу со спутниками серии “GPS” (США) и “ГЛОНАСС” (Россия). Достигнутая точность определения местоположения самолета оказалась не хуже ± 1.5 м (при проектной ± 5 м).

Обработка и интерпретация материалов

Обработка и интерпретация полученных материалов полевой аэрогеофизической съемки осуществлялась в следующей последовательности: 1) Первичная обработка данных и построение электронных сетей и карт физических полей и их производных. 2) Построение первичных геофизических моделей и их геофизическая интерпретация применительно к особенностям геологического строения территории и целевому назначению исследований. 3) Общая геологическая интерпретация первичных данных и геофизических моделей с построением геолого-тектонической модели строения территории. 4) Целевая обработка и интерпретация в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности.

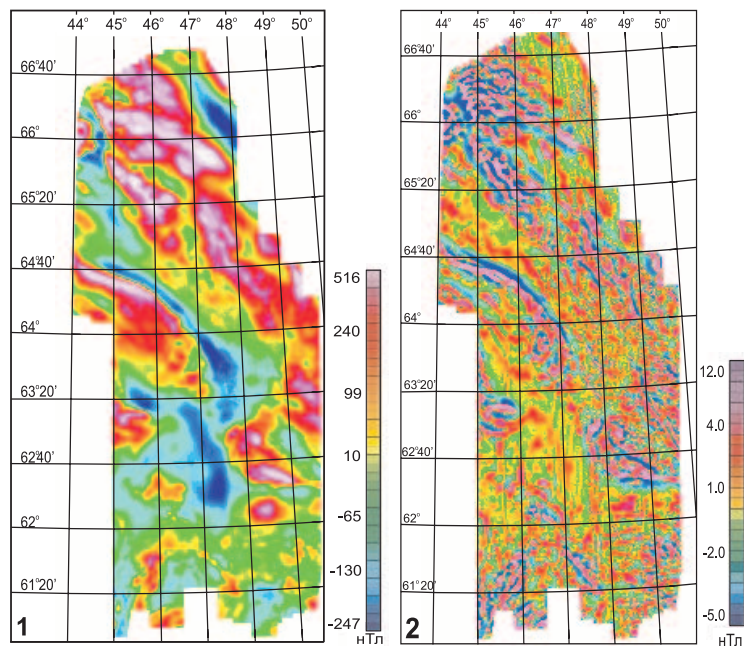


Рис. 2. Аномальное магнитное поле (1) и его локальная составляющая (2).

Этап построения первичных геофизических моделей и их общей геофизической интерпретации проводился на основе новых или адаптированных известных технологий обработки и геофизической интерпретации данных аэромагнитных съемок. В их основу положен подход, связанный с разделением аномального магнитного поля территории исследований по глубине залегания источников. Наибольший эффект в решении задачи о разделении полей, связанных с кристаллическим основанием и осадочным чехлом, был получен при использовании геофизических интерпретационных технологий, разработанных и реализованных в компьютерной технологии COSCAD 3D (А.В. Петров). Полученные модели наиболее полно совпали с априорной геологической (бурение, сейсморазведка) информацией по глубинам залегания фундамента, и поэтому были приняты за основу прогноза мощностей осадочного чехла.

Кроме геофизических интерпретационных технологий, разработанных для экспресс-анализа больших массивов аэрогеофизических данных, использовались технологические решения, ориентированные на количественные оценки единичных магнитоактивных тел. Наилучший результат при геофизической интерпретации данных, связываемых с развитием трапповых комплексов пород на изученной территории, позволила получить технология "PIPE" (ФГУНПП «АЭРОГЕОФИЗИКА», В.Е. Могилевский).

Использование перечисленных и других технологий обработки и геофизической интерпретации данных позволили провести построение многокомпонентной геофизической модели территории, включающей в себя: 1) Геофизическую модель строения верхней части разреза кристаллического фундамента в виде карт намагниченности и плотности пород фундамента, карты классификации пород фундамента по двум параметрам, карты разрезов (вертикальных планов) эффективных магнитной восприимчивости и плотности; 2) Геофизическую модель – карту рельефа поверхности кристаллического фундамента; 3) Геофизическую модель локальных магнитных неоднородностей в верхней части разреза осадочного чехла, поверхности магнитоактивных горизонтов в его составе.

Все перечисленные карты – модели построены с использованием формальных компьютерных процедур и характеризуются достаточной для сегодняшних знаний непротиворечивостью и полной воспроизводимостью.

Назначением **этапа общей геологической интерпретации** было построение такой геологической модели территории, которая бы позволяла при наименее противоречивом согласовании новых геофизических и имеющихся геолого-геофизических фактических данных существенно детализировать представления об общем геологическом строении исследованной территории (литология и петрография, стратиграфия и тектоника и т.д.). Были построены модели: геолого-тектонического строения верхней части разреза кристаллического фундамента; структур рельефа поверхности фундамента; интрузивного магматизма в разрезе осадочного чехла; литолого-стратиграфических неоднородностей в верхней части разреза осадочного чехла.

Этап целевой (или специализированной) геологической интерпретации аэроданных включал в себя переработку полученной информации в термины и понятия, связанные с прогнозированием углеводородов: предпосылки прогнозирования, поисковые признаки, ландшафтно-геологические условия ведения поисков, промежуточные и конеч-

ные объекты работ, перспективные участки и т.д. Рассматривались глубины залегания осадочных толщ, их литологический состав и другие факторы прогнозирования залежей УВ.

Новые данные о геологическом строении Геолого-тектоническая модель верхней части разреза кристаллического фундамента

По результатам выполненной геологической интерпретации тектоническая структура верхней части разреза кристаллического фундамента (Рис. 3) представляет собой гетерогенное и гетерохронное образование, разделяющееся по генезису, составу и возрасту пород на: нижнеархейские супракрустальные блоки и зоны, сложенные образованиями, предположительно, беломорской серии саамского комплекса; и верхнеархейские зеленокаменные пояса, сложенные образованиями лопийского комплекса.

Среди нижнеархейских выделяются группы стратифицированных образований: относительно низкоплотные, представленные преимущественно гнейсами с редкими прослоями амфиболитов и мигматитами по ним; и относительно высокоплотные, представленные высокоглиноземистыми гнейсами и мигматитами преимущественно по амфиболитам и мезо-меланократовым плагиокристаллосланцам. Среди верхнеархейских выделяются три группы стратифицированных образований: гнейсы с прослоями амфиболитов и маложелезистых кварцитов, мигматиты по ним и комплексы аналогичных пород, но с преобладанием высокоплотных пород (амфиболитов, меланократовых плагиокристаллосланцев). Нестратифицированные образования представлены двумя группами: позднеархейской и палеозойской. К позднеархейской отнесены три комплекса пород неустановленного, интрузивного либо ультраметаморфогенного происхождения: граниты плагио-микроклиновые, плагиограниты и диориты (возможно, до габбро-диоритов). Палеозойская группа представлена дайками долеритов.

Разрывные нарушения в кристаллическом основании представлены, в зависимости от их значимости, двумя группами 1-го и 2-го порядков; кроме того, они разделены на три группы по возрастному признаку. Разрывные нарушения 1-го порядка – это тектонические границы структурных зон. Среди разрывных нарушений 2-го порядка выделены разломы трех возрастных групп: докембрийские ранней генерации, докембрийско-рифейские и палеозойские.

Структуры рельефа поверхности кристаллического фундамента (КФ)

Одним из основных результатов проведенных аэрогеофизических исследований является построение схемы структур рельефа поверхности фундамента (Рис. 4). На схеме видно, что общий (региональный) структурный план рельефа для Мезенской синеклизы (структура первого порядка) можно описать сочетанием крупных положительных и отрицательных линейных и брахиформных структур второго порядка, в основном, северо-северо-западного (северная половина и центр площади) и северо-восточного (южная половина) простирания. На фоне этого фиксируются чаще субизометричные, реже брахи- и линейные структурные формы третьего порядка. Положительные из них чаще субизометричны, а отрицательные – линейны.

Главные положительные структуры 2-го порядка рельефа поверхности КФ: Вижаско – Лагьюганская гряда (Рис. 4, цифра 1), Явзорский массив (2), Уфтогско-Вашкинский

пенеплен (3) и Коряжминско-Фоминская ступень (4) характеризуются глубинами залегания КФ от 1,7 до 4 км при наиболее часто встречаемых значениях от 2 до 3 км. На фоне структур 2-го порядка структуры 3-го порядка имеют амплитуды от последних сотен метров до первых километров.

Главные отрицательные структуры 2-го порядка рельефа поверхности фундамента характеризуются диапазоном средних глубин от 3 – 4 до 10 – 15 км, при наиболее часто встречаемых значениях от 3 до 6 км. Средние глубины залегания КФ предполагаются для группы прогибов на юге территории: Соль-Вычегодского (9), Илешского (10), Верхне-Яренгского (11), Вилегодского (12), а также для отдельных фрагментов главных отрицательных структур. Существенно большие глубины – 5 – 8 км, предполагаются для отрицательных структур рельефа в северной половине площади: Снопинского прогиба (5) и севера Лешуконского желоба (6). Но наибольшие глубины залегания поверхности КФ можно предполагать по результатам интерпретации данных аэромагнитной съемки для отрицательных структур, сформированных в центре исследованной площади: для Усть-Выйского желоба (7) на всем его простирании (от 5 – 7 до 10 – 15 км) и для ЮЮВ части Лешуконского желоба (5 – 10 км). Эти глубины зафиксированы в северо-западных структурах при пересечении их с Ламбас-Сельбским прогибом (8) северо-восточного простирания.

На рис. 5 приведены материалы, полученные по результатам аэросъемки для сопоставления структурных планов трех, разных по глубинности, уровней строения территории. Слева сопоставляются модели геолого-тектонического строения фундамента и структур рельефа его поверхности, справа – рельефа поверхности фундамента с рельефом современной дневной поверхности. Задачей сопоставления здесь являлся поиск элементов унаследованности структур различной глубинности и возраста.

Сравнение геолого-тектонического строения фундамента и рельефа его поверхности указывает на наличие унаследованности не только в общем простирании структурных форм, но и в пространственной корреляции описанных выше структур рельефа 2-го порядка с главными тектоническими структурами КФ. Так, контуры Вижаско-Латьюганской гряды рельефа поверхности фундамента хорошо согласуются с площадью распространения в кристаллическом цоколе позднеархейских пород и обрамляются раннеархейскими комплексами. К границам этой гряды в фундаменте явно тяготеют линейные пояса интрузивов. Положение Снопинского прогиба и Лешуконского желоба совпадает с линейными зонами развития раннеархейских метаморфических комплексов. Осевые линии Усть-Выйской и Ламбас-Сельбской отрицательных структур приурочены к крупным тектоническим неоднородностям КФ и также частично оконтуриваются линейными интрузивными телами. Также установлены прямые и обратные пространственные корреляции для структур 3-го порядка с относительно небольшими блоками или структурами КФ.

Проведенное сравнение указывает на наличие унаследованности геолого-тектонических неоднородностей верхней части разреза кристаллического фундамента со структурами рельефа его поверхности.

На рис. 5 приведены данные для сопоставления рельефа поверхности фундамента (линии) с современным рельефом дневной поверхности (цвет). Рассматривая их совместно, мы видим пространственную корреляцию как

структур 2-го, так и 3-го порядков. Видно, что Лешуконский желоб, сформированный вдоль полосы раннеархейских метаморфических образований, отчетливо проявляется в современном речном рельефе как долина крупной реки. Видно и проявление Вижаско-Латьюганской гряды рельефа поверхности КФ, как крупной положительной формы современного дневного рельефа. При сопоставлении древних структурных форм 3-го порядка с современным рельефом видно отчетливое сходство как масштаба неоднородностей, так и их общих конфигураций.

Ранее нами (Цыганов, 2002), при интерпретации материалов аэромагнитной съемки Московской области, было обнаружено и описано явление прямой или инверсионной унаследованности древнего геолого-тектонического плана КФ платформы более молодыми структурными поверхностями. При этом оказалось, что амплитуды отдельных складок и разломов в фундаменте измеряются часто первыми километрами, структур рельефа поверхности КФ – сотнями метров, а структур современного дневного рельефа – десятками метров. Отметим, что территория Московской области расположена в центральной части платформы, для которой характерно минимальное влияние боковых воздействий от сопряженных молодых складчатых структур.

Структура же территории Мезенской синеклизы, как можно ожидать, в достаточной мере сформирована с существенным вкладом тангенциальных деформаций со стороны Тиманской складчатой области (байкалиды). И это влияние, на наш взгляд, находит отражение в описанных геолого-тектонических и морфологических моделях.

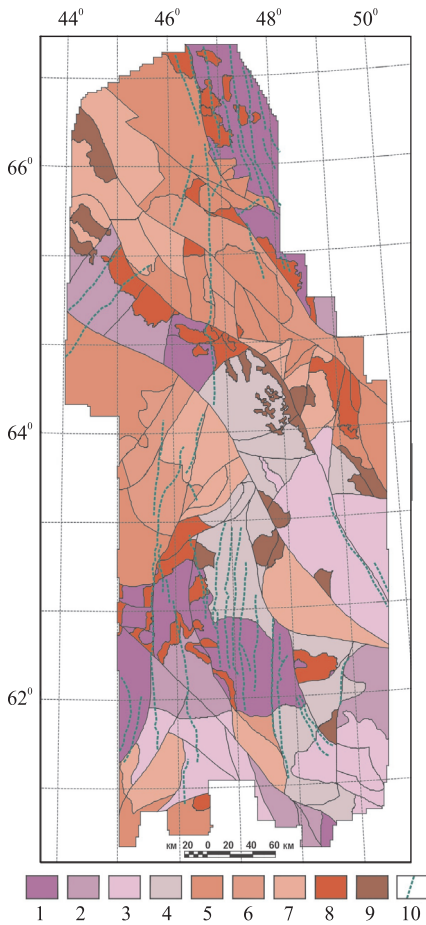
В соответствии с тектоническим районированием Восточно-Европейской платформы (Рис. 1), описываемая территория расположена в восточной части Архангельско-Мезенской моноклизы (северная половина площади) и восточной части Московской синеклизы (южная половина). Для первой характерно преимущественно северо-западное простирание главных элементов, для второй – северо-восточное.

Эти простирания отчетливо выражены на построенных нами моделях: для северной части территории генеральными простираниями являются северо-западные, как в фундаменте, так и в рельефе его поверхности, а для южной половины – северо-восточные. На фоне этого сходства имеют место второстепенные, но все же значимые различия Притиманской части Архангельско-Мезенской моноклизы и Московской синеклизы. Для моноклизы зафиксированы существенные увеличения глубин отрицательных линейных структур северо-западного простирания по сравнению с их фрагментами, удаленными от Тимана. Для синеклизы фиксируются достаточно многочисленные отрицательные структуры в рельефе КФ северо-западных румбов.

Эти и другие данные по геолого-тектоническому строению территории позволяют предполагать, что в ее развитии можно выделить несколько основных тектонических этапов:

- раннедокембрийский (доплитный), состоящий из подэтапов формирования раннеархейских террейнов; их позднеархейской консолидации в два крупных блока («Архангельско-Мезенский» и «Московский») с образованием позднеархейских зеленокаменных поясов; раннепротерозойской (?) консолидации этих блоков;
- позднедокембрийский (рифтовый), связанный с формированием в рельефе фундамента крупных отрицательных линейных форм и их заполнением осадочными комплексами нижнего (?), среднего и частично верхнего рифея;

Рис. 3. Схема геолого-тектонического строения верхней части разреза кристаллического фундамента (1–4 – разновозрастные нижнеархейские вещественно-петрофизические комплексы; 5–7 – то же верхнеархейские; 8 – гранитоиды, 9 – диориты и плагиограниты, 10 – дайки долеритов палеозойского возраста).



• позднедокембрийский (раннеплитный), соответствующий байкальской фазе тектоногенеза, характеризующийся процессами аккреции древней Восточно-Европейской платформы террейнами Тиманской байкальской области, с существенным воздействием тангенциальных напряжений на структуру рельефа поверхности платформы, с углублением отрицательных линейных структур северо-западного простирания и с формированием новых, таких же структур в пределах Притиманской части Архангельско-Мезенской моноклизы и Московской синеклизы, с заполнением их частично позднерифейскими осадками;

• вендско-фанерозойский (позднеплитный), характеризуется формированием субгоризонтально залегающего осадочного чехла вендско-фанерозойских комплексов после завершения главных, наиболее активных процессов формирования фундамента и морфологии его поверхности.

Для последнего тектонического этапа, хотя и с явно меньшими амплитудами, отчетливо фиксируется влияние структур всех предыдущих этапов, определивших основные элементы главной тектонической делимости нижнего структурного яруса территории. Следовательно, и в этом случае мы находим отчетливое отражение влияния главных глубинных дофанерозойских структурных форм на развитие структур осадочного чехла, вплоть до формирования современного дневного рельефа.

Интрузивные магматические образования в разрезе осадочного чехла

По результатам выполненных аэромагнитометрических исследований зафиксированы и откартированы линейные интрузивные тела основного состава, встреченные практически на всей площади в виде даек, и интрузивные межпластовые и вертикальные субизометричные тела, установленные в восточной части площади в виде силлов и штоков.

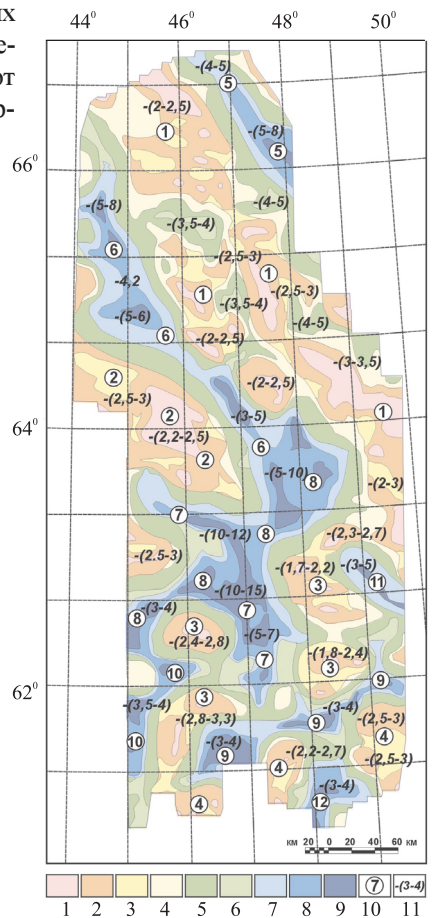
На рис. 6 приведена монохромная модель аномального магнитного поля с исключением регионального тренда по одному из фрагментов изученной площади. Как видно из рисунка, здесь имеют место минимум две частотных составляющих поля. По результатам геологической интерпретации

аэроданных оказалось, что низкочастотная компонента поля может быть связана с вещественно-петрофизическими неоднородностями в строении фундамента и глубинами его залегания. Высокочастотная составляющая по результатам оценки глубины источников аномалий явно связывается с глубинами, соответствующими развитию вендско-фанерозойского осадочного чехла. При этом здесь выделяются линейные высокочастотные аномалии, интерпретируемые как дайки пород основного состава, прорывающие нижнюю часть разреза осадочного чехла, и площадные области повышенной дифференциации высокочастотной компоненты, связываемые преимущественно с субгоризонтально залегающими магматитами также в осадочном чехле.

На изученной площади отчетливо устанавливаются группы дайковых тел (Рис. 7) на северо-востоке (Снопинская группа), на юге (Усть-Выйская), на западе (Лешуконская). Их положение хорошо согласуется с положением наиболее глубоких для района одноименных прогибов в рельефе поверхности КФ. Снопинская группа состоит примерно из десятка отдельных тел, с генеральным простиранием даек около 350°. Интенсивность локальных аномалий от даек изменяется от 3–5 до 10 нТл. Ширина аномалий колеблется от 1,5 до 3 км, длина по простиранию 60–100 км, среднее расстояние между отдельными телами вкрест простирания близко к 10 км. Примерно такие же характеристики имеют дайки Усть-Выйской и Лешуконской групп.

Проведенное моделирование для аномалий этого типа позволило предположить, что при ширине даек, измеряемой первыми сотнями метров, глубина залегания их верхней кромки меняется в различных пересечениях от первых км до 550–750 м. В соответствии с этими оценками, стратиграфический диапазон наиболее молодых осадочных образований, для которых может быть предположено секущее положение дайковых тел, может быть оценен как интервал от верхов верхнего кар-

Рис. 4. Схема структур рельефа поверхности кристаллического фундамента. 1–3 – положительные структуры 2-го порядка и в их пределах структуры 3-го (1 – наиболее приподнятые, 2 – промежуточные, 3 – наиболее погруженные); 4–6 – промежуточные структуры 2-го и тоже для структур 3-го порядка (4, 5, 6); 7–9 – отрицательные структуры 2-го и тоже для структур 3-го порядка (7, 8, 9); 10 – нумерация структур 2-го порядка (см. текст); 11 – наиболее вероятный диапазон абс. отметок поверхности КФ в км.



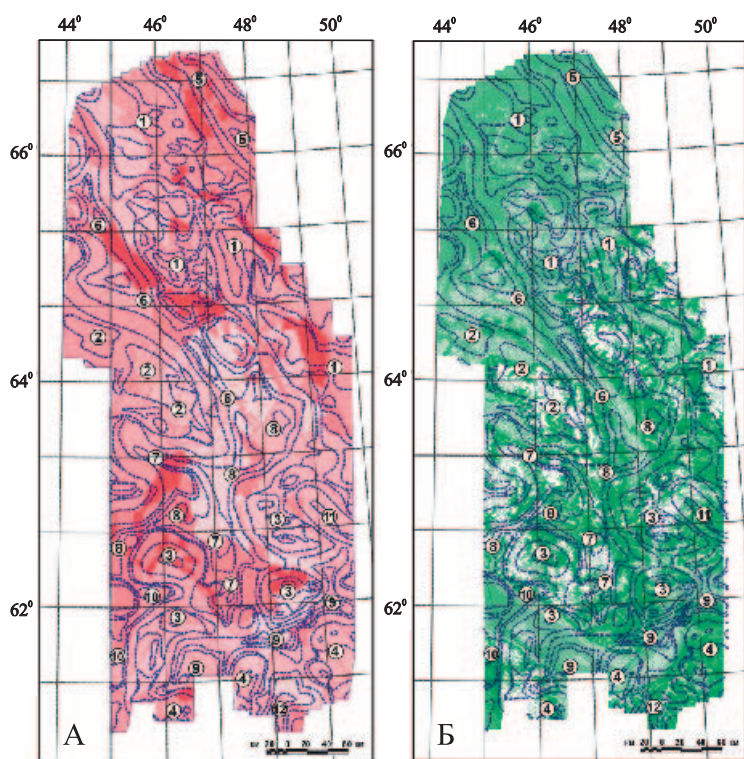


Рис. 5. К анализу характера унаследованности главных структурных планов геолого-тектонического строения кристаллического фундамента и рельефа его поверхности (А); современного дневного рельефа и рельефа поверхности фундамента (Б). Контурными линиями показаны структуры рельефа поверхности фундамента (Рис. 4), усл. обозначения - см. Рис. 2.

бона до низов казанского яруса верхней перми, что позволяет датировать дайковые тела как позднепалеозойские. Предположительно, это единый комплекс позднепалеозойского возраста, но не исключено, что здесь имеются комплексы пород дайковой морфологии, связанные с более ранними фазами тектоно-магматической активизации.

Силлы пород основного состава были известны ранее в предтиманской части изученной площади по данным единичных глубоких скважин в девонских (Нижне-Пешская скв. на северо-востоке) и вендской (см. Рис. 7) частях разреза. Анализ новых материалов позволяет предположить весьма широкое развитие таких силлов. Выделяются три главных фрагмента, в пределах которых предположено наиболее широкое развитие траппов: главное трапповое поле в восточной половине центральной части площади, северный трапповый массив в южной половине Снопинского прогиба и южный трапповый массив в районе Фоминского выступа. В целом для площади намечается два гипсометрических уровня, на которых наиболее часто приходится отметки глубин залегания силлов (диапазон глубин 1 – 1,5 км).

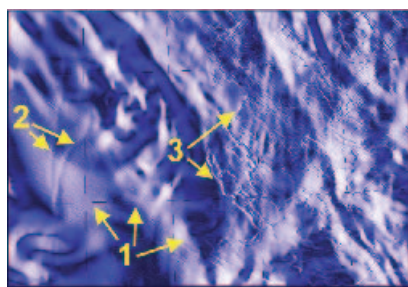


Рис. 6. Монохромная модель аномального магнитного поля фрагмента изученной площади. Цифрами показаны элементы поля, связываемые с вещественно-петрофизическими неоднородностями и глубинами залегания фундамента (1); с дайками пород основного состава, с положением верхних кромок в разрезе осадочного чехла (2); с силлами пород основного состава в осадочном чехле (3).

Изученные особенности расположения трапповых силлов различного гипсометрического уровня не исключают, что во всех рассмотренных случаях мы имеем дело с межпластовыми интрузиями одной хронологической эпохи, приуроченными либо к одному уровню по стратиграфии вмещающих пород, либо к одному гипсометрическому уровню по отношению к некоей древней поверхности. Последующие отличия в гипсометрии трапповых силлов связаны с более молодыми тектоническими дислокациями. Тогда все отклонения от этого древнего уровня развития силлов указывают на развитие в структурах осадочного чехла более молодых, дизъюнктивных и пликативных дислокаций.

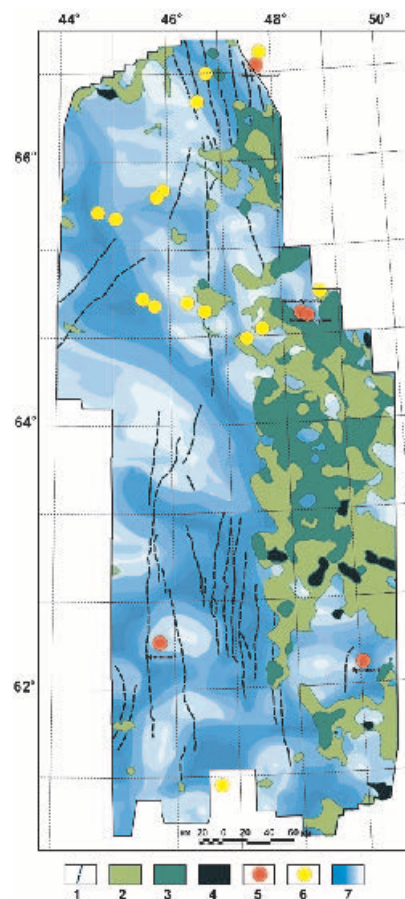
Полученные данные и их анализ достаточны для определения возраста намеченного траппового интрузивного (межпластового) магматизма в пределах изученной площади. Можно уверенно предполагать, что возраст силлов, как «верхних», так и «нижних» может быть средне-верхнепалеозойским, а различия между ними связаны с последующими дислокациями единого уровня внедрения межпластовых интрузивных образований.

К оценке перспектив территории на углеводороды

Основные факторы прогноза нефтегазоносности изученной площади в свете аэрогеофизических исследований могут быть сведены к соответствующим поисковым предпосылкам и признакам, отображающим:

- потенциальную возможность накопления осадочных толщ с некоторым исходным углеводородным потенциалом для формирования месторождений УВ (протолито-стратиграфические предпосылки);
- потенциальную возможность погружения этих толщ на глубину, достаточную для выделения из них нефтегазоносных флюидов (протоструктурные предпосылки);
- специфические структурно-литологические особенности строения вмещающей среды, указывающие на возможность локализации – аккумуляции и

Рис. 7. Интрузивные магматические образования в осадочном чехле. 1 – дайки долеритов; 2 – силлы долеритов верхнего уровня; 3 – то же нижнего уровня; 4 – штоки пород основного состава; 5 – глубокие скважины, вскрывшие магматиты основного состава; 6 – то же не вскрывшие; 7 – глубины залегания фундамента (см. Рис. 4).



экранирования углеводородных флюидов (вторичные структурно-литологические предпосылки).

Протолитолого-стратиграфическими предпосылками прогнозирования месторождений УВ являются данные, указывающие на наличие в разрезе осадочного чехла откартированных желобов и прогибов осадочных образований, содержащих повышенные содержания углерода. В связи с ограниченной изученностью территории глубокими скважинами и с отсутствием их на участках наибольших глубин залегания фундамента, прямые данные пока не обнаружены. Поэтому здесь рассмотрены разрезы рифейских толщ Тимана, изученные на поверхности.

На Тимане, в новобобровской свите среднего рифея описана толща филлитовидных темно-серых, глинисто-серицитовых и углисто-глинистых сланцев. Для свиты характерна обогаченность нижней части разреза углисто-графитовым веществом. Визигинская свита среднего рифея также содержит в средней части разреза примесь углисто-графитовым веществом. Визигинская свита среднего рифея также содержит в средней части разреза примесь углисто-графитовым веществом. В паунской свите верхнего рифея отмечены образования, представленные темно-серыми и черными углистыми, углисто-глинистыми и другими разновидностями сланцев, содержащими в различных количествах углистое вещество, вплоть до образования графитовых сланцев (третья пачка), также пятая пачка представлена темно-серыми, серыми и черными углисто-глинистыми, алеврито-глинистыми и глинисто-карбонатными сланцами с прослоями глинистых известняков и филлитовидных сланцев.

Отмеченные обстоятельства позволяют предполагать развитие углеродистых толщ в составе верхнего, среднего и нижнего рифея, особенно в Притиманской части площади, и считать рассматриваемые территории как площади вероятного развития нефтематеринских толщ. Согласно геологической интерпретации данных аэромагнитометрической съемки фрагменты площади, удовлетворяющие протолитолого-стратиграфическим поисковым предпосылкам, показаны на рис. 8 как области распространения рифейских осадков – участки, благоприятные для накопления и сохранности нефтематеринских толщ. Также показаны глубины залегания

Рис. 8. Протолитолого-стратиграфические и протоструктурные предпосылки нефтегазоносности. Области предполагаемого налегания на кристаллическое основание осадочных комплексов: 1 – венда, 2 – венда – верхнего рифея, 3 – среднего – верхнего рифея; 4 – среднего рифея; 5 – нижнего – среднего рифея. 6 – наиболее вероятный диапазон абсолютных отметок поверхности фундамента в км.

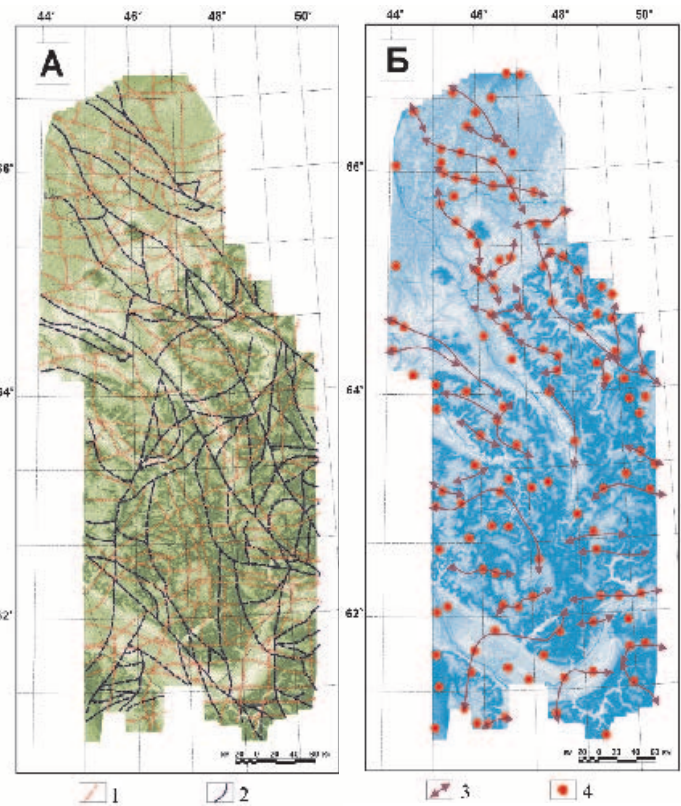
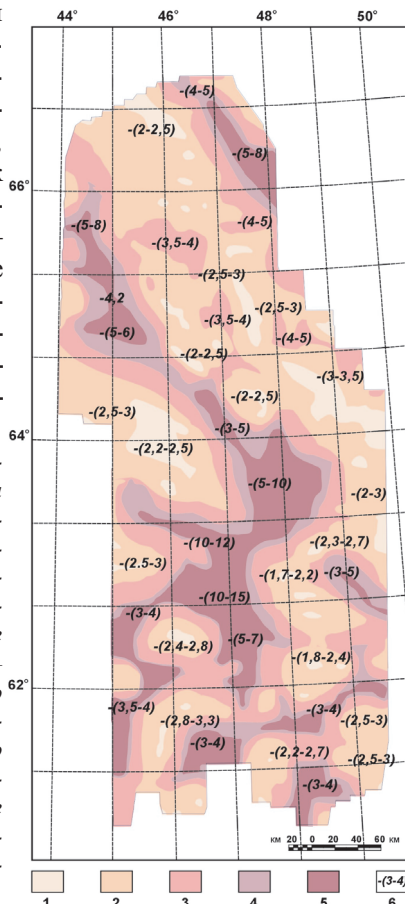


Рис. 9. Разрывные нарушения (А) и мелкие структурные формы рельефа поверхности кристаллического фундамента (Б) как факторы, определяющие возможные направления миграции и локализации углеводородов. 1 – тектонические нарушения, выделенные в верхней части разреза КФ, 2 – по рельефу его поверхности. 3 – оси положительных линейных структур в рельефе фундамента, 4 – центры субизометричных положительных структур рельефа. Цветовая подложка на рисунках – монокромная модель современного дневного рельефа.

ния предполагаемых нефтематеринских толщ.

Вторичные структурно-литологические предпосылки поискового прогнозирования для изученной территории не могут быть определены к настоящему времени достаточно однозначно. На данном этапе геолого-поисковых работ подобного типа задача, как правило, и не ставится. Поэтому на схеме прогнозных факторов нашли отражение закартированные по данным аэромагнитной съемки отдельные элементы геологического строения территории, которые могли бы выступать в качестве факторов, обуславливающих миграцию и концентрацию углеводородов в локальных участках. Это:

- области распространения **траповых образований** различного типа и различной структурной позиции (Рис. 7);
- **разрывные тектонические нарушения** различного масштаба и возраста (Рис. 9 а);
- **локальные структурные формы рельефа поверхности фундамента**, которые унаследуются, с учетом возможных тангенциальных смещений, всей верхней частью разреза осадочного чехла и могут указывать на наличие благоприятных структурных форм для локализации залежей УВ (Рис. 9 б).

Материалы, полученные при общей геологической интерпретации аэрогеофизических данных, позволяют выделить локальные структуры, связываемые не только с типовыми – структурными ловушками углеводородов, но и с возможными другими литолого-стратиграфическими и структурными неоднородностями чехла, которые могут создавать условия для локализации углеводородов.

Выбор нефтегазоперспективных территорий и соответствующие прогнозные рекомендации. По результатам проведенных исследований выделены следующие вероятные нефтегазоперспективные области (ВНГО).

Притиманская ВНГО включает в себя Снопинский прогиб. Вероятный очаг нефтегазообразования сосредоточен в осевой части прогиба, где глубины поверхности фундамента оцениваются в 5 – 8 км. Наиболее благоприятными для образования скоплений нефти могут быть участки фронтальных частей возможных надвигов северо-восточной части области и районы максимального погружения фундамента на юго-востоке, где широкое распространение магматических образований может способствовать хорошей сохранности углеводородов. Наличие субвертикальных интрузий, простирающихся в меридиональном направлении, может препятствовать фронтальной миграции из Снопинского прогиба на запад, на Вижаский выступ.

Вижаско-Латьюганская ВНГО, вероятно, не имеет собственных очагов нефтегазообразования. Ее наиболее погруженная часть характеризуется отметками поверхности фундамента 3.5 – 4 км. Оменская свита, в составе которой могут быть производящими прослои темно-серых и черных аргиллитов, вскрыта здесь в интервале 2356 – 2893 м, (возможные глубины начальной фазы генерации). В южной части Вижаско-Латьюганской гряды создаются благоприятные условия на границе с Ламбас-Сельбыским и Усть-Выйским прогибами, где возможны скопления под развитыми субпластовыми телами, особенно верхнего уровня.

В состав Ламбас-Сельбыской ВНГО входят Лешуконский желоб, Ламбас-Сельбыский, Усть-Выйский и Илешский прогибы. Основные очаги генерации УВ могут быть сосредоточены в северной и южной частях Лешуконского желоба и в области сочленения Ламбас-Сельбыского и Усть-Выйского прогибов. Поверхность фундамента здесь залегает в интервале глубин 5 – 15 км. Миграция УВ возможна по крутопадающим разломам, ограничивающим прогибы в близлежащие части Явзорского выступа. Большой интерес представляет восточная часть Ламбас-Сельбыского прогиба, где развиты многочисленные интрузии, выявлено много разрывов, то есть существует возможность формирования залежей УВ, вероятно, различного фазового состава в сложнопостроенных резервуарах. В южной части Усть-Выйского желоба резервуары могут быть сосредоточены в зонах развития даек пород основного состава.

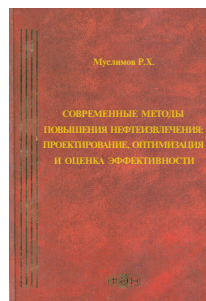
Обозначенные перспективы нефтегазоносности в основном определяются глубинами залегания КФ. Полученная модель глубинного строения изученной территории представляет собой временную рабочую гипотезу, которая наименее противоречиво увязывает все доступные фактические геолого-геофизические данные. Ее дальнейшее использование при нефтегазопроисловых исследованиях должно включать наземные заверочные работы. На настоящем этапе это должны быть сейсморазведочные наблюдения, ориентированные на заверку главных выделенных отрицательных структур рельефа поверхности фундамента.

По результатам проведенных работ намечены линии наземных заверочных сейсморазведочных профилей общим объемом в 700 пог. км. Можно ожидать, что после их выполнения и внесения соответствующих уточнений в рабочую гипотезу по глубинному строению территории, последняя будет служить надежной базой для проведения в регионе нефтегазопроисловых исследований.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕИЗВЛЕЧЕНИЯ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Р.Х. Муслимов

Учебное пособие.
Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ,
2005. - 688 с.



Описаны современные методы геолого-промыслового изучения залежей нефти для проектирования систем разработки и управления процессами выработки запасов в различных горно-геологических условиях. Приведена новейшая классификация современных методов увеличения нефтеизвлечения (МУН), обоснованы геолого-физические критерии их применения на высокопродуктивных и малоэффективных месторождениях. Рассмотрены особенности применения МУН на поздней стадии эксплуатации месторождений и обеспечения рентабельной разработки залежей с трудноизвлекаемыми запасами в рыночных условиях. Исследованы причины техногенного изменения нефтяных месторождений в процессе длительной их эксплуатации и выработаны рекомендации для устранения недостатков заводнения. Особое внимание уделено изучению свойств и условиям нахождения остаточных нефтей в заводненных пластах, поискам путей их извлечения в старых нефтедобывающих районах. Рассматриваются вопросы проектирования, оперативного планирования, определения технологической и экономической эффективности современных МУН, основанные на богатом практическом опыте нефтедобывающих компаний Республики Татарстан. Предназначена для студентов и аспирантов, обучающихся по специальностям «Геология нефти и газа», «Геология и геохимия горючих ископаемых», «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», а также специалистов нефтяных и газовых компаний.

Описаны современные методы геолого-промыслового изучения залежей нефти для проектирования систем разработки и управления процессами выработки запасов в различных горно-геологических условиях. Приведена новейшая классификация современных методов увеличения нефтеизвлечения (МУН), обоснованы геолого-физические критерии их применения на высокопродуктивных и малоэффективных месторождениях. Рассмотрены особенности применения МУН на поздней стадии эксплуатации месторождений и обеспечения рентабельной разработки залежей с трудноизвлекаемыми запасами в рыночных условиях. Исследованы причины техногенного изменения нефтяных месторождений в процессе длительной их эксплуатации и выработаны рекомендации для устранения недостатков заводнения. Особое внимание уделено изучению свойств и условиям нахождения остаточных нефтей в заводненных пластах, поискам путей их извлечения в старых нефтедобывающих районах. Рассматриваются вопросы проектирования, оперативного планирования, определения технологической и экономической эффективности современных МУН, основанные на богатом практическом опыте нефтедобывающих компаний Республики Татарстан. Предназначена для студентов и аспирантов, обучающихся по специальностям «Геология нефти и газа», «Геология и геохимия горючих ископаемых», «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», а также специалистов нефтяных и газовых компаний.



ISBN 5-9690-0038-8

Автор статьи благодарен своим коллегам, принявшим участие в отдельных разделах настоящего исследования: В.С. Блащинскому, Л.Е. Буриштейну, Е.А. Долгинову, В.М. Керцману, В.Ф. Куртину, Л.Л. Литиной, А.П. Липову, А.Г. Лучникову, В.Е. Могилевскому, А.В. Петрову, С.И. Петрову.

Литература

Карта тектонического районирования России. М: 1:5 000 000. Министерство природных ресурсов РФ. 2000.

Цыганов В.А. Геолого-тектоническое строение верхней части разреза кристаллического фундамента центральной части Восточно-Европейской платформы и его отражение в структурах верхней части осадочного чехла. *Георесурсы*, № 4, 2002. 38-45.



Владимир Анатольевич
Цыганов

Вед. геолог ФГУНПП «Аэрогеология». Академик РАЕН, д. г.-м. н., Закончил Московский геологоразведочный институт им. С. Орджоникидзе. Опубликовал 95 работ. Область научных интересов: надежность геолого-исследовательских систем, геологическая интерпретация аэрогеофизических данных.