

С. Г. Слоницькая, старший научный сотрудник (Украинский государственный геологоразведочный институт),
swetaslonickaja@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6901-5986>

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЗАКАРПАТСКОГО ЛИТОСФЕРНОГО БЛОКА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

В статье рассматривается первый вариант глубинной структурно-геофизической модели Закарпатского литосферного блока. Предлагаемый вариант построен по результатам вычисления пространственного распределения комплексного параметра КЭП. Параметр учитывает взаимосвязь распределений эффективной плотности и эффективной намагниченности полученных, в том же объеме и по той же сети, что и КЭП. Пространственная модель содержит геофизические разрезы и несколько карт-схем поверхностей, характеризующих рельеф структур, ярко выраженных в разрезах. Модель дополняет и уточняет выводы ранее выполненных геофизических исследований глубинного строения Закарпатского блока земной коры, что стало возможным благодаря построениям по регулярной сетке исходных геофизических полей.

Ключевые слова: Закарпатский прогиб, комплексный параметр “плотность-намагниченность” КЭП, геофизические поля, глубинное сейсмическое зондирование, граница Мохо, структурная поверхность, фундамент, неогеновые образования.

В последние два десятилетия появились многочисленные публикации, освещающие новый взгляд на геодинамические процессы, происходившие на территории Закарпатского литосферного блока в течение его геологической истории, и существенно дополняющие информацию о структуре литосферы этого активного региона. Однако, разночтения относительно тектоники, стратиграфии, истории развития Закарпатского блока остаются до сих пор, несмотря на достаточно высокую степень изученности района, что совершенно справедливо отмечено в работе [5]. Одной из причин расхождений может быть отсутствие структурных корреляций по регулярной сетке. В большинстве случаев для построений используется точечная (единичные обнажения, скважины

или геофизические наблюдения), в лучшем случае профильная (геофизические и геологические разрезы) информация, не позволяющая получить необходимую однозначность при корреляции тех или иных элементов по площади и в разрезе. В настоящей работе при выполнении структурных площадных исследований используется равнодостоверная информация по всей изучаемой площади. В статье предлагается рассмотреть первый вариант структурной модели, которая, в отличие от предыдущих работ по изучению глубинного строения Закарпатского блока, строится по комплексу геофизических данных, где базовым является распределение КЭП – комплексного эффективно-го параметра, учитывающее поведение в пространстве двух исходных распределе-

ний – эффективных плотности и намагниченности. Как показывает практика, КЭП характеризует геометрию и положение в пространстве основных структур земной коры, то есть является структурным параметром. Исходная информация для вычисления эффективных параметров – гравитационное и магнитное аномальные поля – получена в результате выполнения площадных съемок по регулярной сети с инструментальной топографической привязкой координат точек наблюдения и позволяет вычислить распределение параметров по той же сети. Распределение физических параметров (эффективных плотности и намагниченности), по которым рассчитывается комплексный параметр КЭП, вычисляется независимым от какой-либо геологической концепции способом из наблюденных аномальных полей рассматриваемой территории. Полученное без использования предварительных геологических данных распределение КЭП служит информацией о наличии предполагаемых геологических структур в пределах изучаемой территории и позволяет определить их геометрические параметры, положение в пространстве, то есть фактически построить первичную структурно-геологическую модель. Интерпретация распределения КЭП и дальнейшее моделирование выполняются с использованием всей имеющейся геолого-геофизической информации, что позволяет сохранить подтвержденные фактическим материалом фрагменты априорной модели и откорректировать выявленные расхождения, опираясь на достоверно установленные геологические данные. В настоящей работе рассмотрен первый вариант геолого-геофизической модели глубинного строения Закарпатского литосферного блока, использующий в качестве основного рабочего инструмента пакет программ системы обработки и интерпретации геофизических полей [1, 2].

Для расчетов использованы матрицы аномальных полей (гравитационного и магнитного) государственных съемок

масштаба 1:200 000, выполненных в предыдущие годы на территории исследований. Расчеты параметров выполнены до глубины 90 км по пространственной сетке с шагом $(1 \times 1 \times 1)$ км на площади, охватывающей территорию Закарпатского блока, ограниченную на западе меридианом $22^{\circ}30'$ в. д. и Закарпатским разломом на востоке. Результат расчетов – значения эффективной плотности, эффективной намагниченности, КЭП – представлены в виде пространственной сетки (“кубов”) распределения каждого параметра. Вертикальные плоскости разрезов вдоль намеченных профилей любого направления, пересекающие кубы распределения параметров, могут быть представлены в виде вертикальных карт в изолиниях соответствующих эффективных параметров (плотности, намагниченности, КЭП) и проанализированы совместно с имеющейся на настоящий момент геолого-геофизической информацией. Выявленные в соседних разрезах одноименные структуры могут быть прокоррелированы от разреза к разрезу по площади исследований и представлены в виде карт структурных поверхностей в изогипсах либо в виде карт изопахит, отражающих мощность выявленных структур. На первом этапе в настоящей работе для расчетов и построений использованы данные вдоль профилей широтного направления из исходной матрицы. Расстояние между соседними профилями, использованными в предварительных площадных структурных корреляциях – 10 км, а шаг расчетной матрицы по профилю и глубине сохранен равным 1 км. На рис. 1 на фоне карты нефтегазогеологического районирования (М. Я. Вуль, 2005) показана широтная сетка профилей с расстоянием между ними 10 000 м (10 км). Сетка оцифрована (чтобы не загружать информативную часть карты) по восточной рамке. Показаны и геофизические профили произвольного направления (XIV, ГТII, РП 17), наиболее информативные и участвующие в построениях. Расчеты распределения эффективных параметров выполнены с помощью

пакета программ АСОМ-АГС/пк [1, 2], где "...вычисления производятся в спектральной области, с помощью преобразования Фурье, а алгоритм расчета основан на детерминированной фильтрации поля с вычислением источников, имеющих свойства: максимально погруженных, квадратично гладких, без резких границ с возрастающей с глубиной гладкостью, точно соответствующих полю" [2, 3]. Как все геофизические поля и распределения источников, распределение комплексного параметра (КЭП), отражающее структурные особенности фундамента и разновозрастного чехла, представлено системой отрицательных и положительных аномалий разной интенсивности. Морфология аномалий КЭП как на площадных картах, так и в разрезах различна. Однако

каждому региону соответствует аномальное распределение КЭП, характерное для его геологии и пространственного размещения структур. Каждой аномалии КЭП в геологическом разрезе отвечает слой (горизонт, пачка) или блок (плита, литосферная пластина), сложенный образованиями определенного возраста, чаще всего соответствующего времени завершающей складчатости, сформировавшей структуру. При интерпретации аномалий КЭП учитывается не только форма, но и знак аномалии, ее интенсивность, положение в пространстве. В Карпатском регионе, где в верхней части разреза КЭП доминируют субгоризонтальные аномалии от флишевых образований мела и палеогена, установлено, что и они различаются по знаку аномалий: положительным

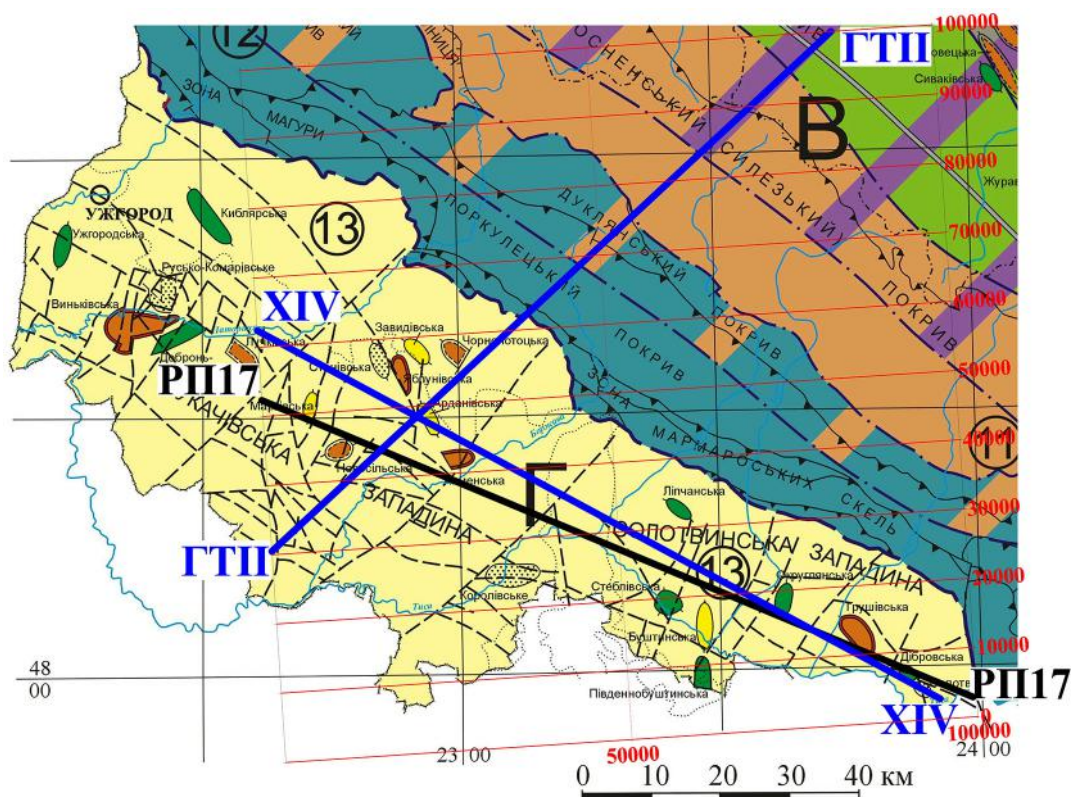


Рис. 1. Схема расположения геофизических профилей XIV, ГПІ, РП17 и широтных профілів 0–100 000 (красная сетка). Подложка – фрагмент “Карты нафтогазогеологічного районування Західного регіону” (М. Я. Вуль, 2005)

аномалиям КЭП соответствуют толщи с преобладанием меловых отложений, отрицательным – толщи, состоящие преимущественно из образований палеогена. Положительными аномалиями отмечаются отдельные ярусы неогена, тогда как многослойные неогеновые пачки в целом фиксируются отрицательными аномалиями КЭП. Для магматических образований основного состава характерны отрицательные аномалии КЭП, для интрузий кислого и близкого к ним состава – положительные аномалии. Существующая на сегодняшний день проблема возрастной идентификации аномалий не только от образований неогена и палеогена, но и от пород мезозоя-палеозоя требует постановки специальных исследований с привлечением геологических и геофизических полевых и лабораторных работ и, в частности, широкого спектра палеомагнитных наблюдений. Проблема идентификации аномалий сложна еще потому, что в зависимости от соотношения мощности слоев и прослоев (представленных разными отделами или ярусами одной системы или же маломощными пачками разных систем) может изменяться эффект от суммарной толщи, вплоть до изменения знака аномалии. Степень детальности дифференциации толщи зависит от масштаба исходных данных, использованных для построений, и уровня фильтрации, поскольку именно дискретностью исходной матрицы определяется минимальный геометрический размер выделяемых аномалий. При небольшой мощности слоя (горизонта, толщи), не превышающей размера ячейки рабочей матрицы, данный слой может быть “поглощен” одним из соседних, более мощных. В таких случаях необходимо анализировать максимально доступный объем геологических и геофизических данных, по возможности, более крупного масштаба. К сожалению, из-за отсутствия в настоящее время необходимой информации не выявлены надежные количественные связи интенсивности, знака, формы аномалий и их природы. Качественная интерпретация разрезов

верхней части коры, доступной бурению, как будет показано ниже, подтверждается скважинной геологической информацией. Для коровых горизонтов, недоступных бурению, совместный анализ с материалами глубинных сейсмических исследований может служить способом верификации данных КЭП. Доступных сведений о строении подкоровой литосферы площади исследований, к сожалению, немного, и они в основном схематичны.

В настоящее время в пределах Закарпатского литосферного блока выполнены предварительные площадные построения прослеженных структурных поверхностей на основе корреляции одноименных элементов в соседних разрезах КЭП. Для всех поверхностей построены карты изогипс и выполнен последующий их анализ и интерпретация. В анализ включены все имеющиеся на данный момент и поступающие в процессе работы геолого-геофизические материалы. Система структурных поверхностей и разрезов дает представление о пространственном расположении предполагаемых структур в пределах исследуемого блока или разреза в целом, об их вертикальной мощности, соотношении с тектоническими элементами. Анализ последовательных изменений геометрии отдельных структур, морфологии их рельефа, взаимоотношения всех выделенных в разрезе структурных поверхностей и связь их с поверхностными структурами, отображенными на современных геологических картах разного содержания, позволяет выполнить более обоснованную интерпретацию и охарактеризовать глубинное строение рассматриваемой территории, более рационально планировать как поисково-съёмочные, так и разведочные работы.

Следующим этапом построения модели является подбор физических параметров для каждого структурного элемента таким образом, чтобы суммарное поле модели как можно точнее отвечало наблюденному полю, а физические параметры – природе каждого предполагаемого

геологического объекта в разрезе с учетом всех физических параметров, определенных для него иными геофизическими методами. Модель может постоянно обновляться и совершенствоваться по мере поступления новой информации, уточняющей или изменяющей какие-либо параметры разреза исследуемой территории.

Как известно, Закарпатский неогеновый прогиб расположен в крайней юго-западной части Украины. Восточной границей прогиба является Закарпатский глубинный разлом, простирающийся в северо-западном направлении, юго-западной границей служит Припаннонский глубинный разлом, отделяющий Закарпатский прогиб от Большой Венгерской впадины. Продольный Данилово-Тереблянский разлом проходит почти по продольной оси прогиба, а Оашским (здесь и далее названия разломов даны по работе [5]) субмеридиональным разломом Закарпатский прогиб разделен на две части: западную – Чоп-Мукачевскую и восточную – Солотвинскую впадины. Этим разломом на земной поверхности ограничено распространение вулканогенных образований Выгорлат-Гутинской гряды на восток (рис. 1 – контур гряды дан мелкими точками). Геологические данные свидетельствуют, что неогеновая толща осадков Закарпатского прогиба слабо дислоцирована и образует широкие и пологие брахискладки. Домиоценовое основание Закарпатского прогиба до сих пор вызывает дискуссии: дискутируются предположения о развитии прогиба на юго-западном крыле Карпат, погружающемся в том же направлении, южнее древних образований Мармарошского массива, или же на метаморфизованных образованиях палеозоя-кайнозоя центральных массивов Внутренних Карпат. Донеогеновое основание Закарпатского блока в направлении с северо-запада на юго-восток представлено все более молодыми образованиями (от триаса и юры на северо-западе до мела-палеогена на юго-востоке). Глубже перечисленных образований строение Закарпатского

блока не изучено. Есть лишь сейсмические данные вдоль профилей ГСЗ о погруженных горизонтах, включая поверхность Мохо. Структура земной коры довольно подробно рассмотрена в работе [4] вдоль регионального сейсмического профиля РП17. Он проложен вдоль простирающегося неогенового прогиба (рис. 1) в непосредственной близости и под небольшим углом к геолого-геофизическому профилю XIV (О.П. Петровский, 2004). Благодаря близкому расположению профилей РП17 и XIV можно надеяться на небольшие отличия в их геологическом и, как следствие, в геофизических разрезах и сравнить имеющиеся вдоль них материалы, особенно глубинной части, как с целью иллюстрации качества полученных результатов, так и для дальнейшего анализа геолого-геофизического строения Закарпатского литосферного блока.

Региональный сейсмический профиль РП17 (рис. 1, 2) характеризует предполагаемое продольное строение коры по данным корреляционного метода преломленных волн – глубинного сейсмического зондирования (КМПВ – ГСЗ) [4]. Плотностная модель (рис. 1, 3), построенная вдоль геофизического профиля XIV (О. П. Петровский, 2004), иллюстрирует распределение плотности в верхней – средней коре вдоль профиля в предположении, что заданный геологический разрез, к которому модель приближалась, соответствует приведенному на рис. 3б. Для анализа и корреляции одноименных структур вдоль анализируемых профилей использовались разрезы локальных аномалий КЭП среднего уровня фильтрации (рис. 4, 5), что позволяет выделить как крупные, так и небольшие аномалии, отвечающие предполагаемым геологическим объектам, вполне весомо влияющим на структуру разреза в целом. На рис. 5 приведены: исходный разрез КЭП вдоль профиля XIV (рис. 5а) и разрезы его локальных аномалий (рис. 5б, в), иллюстрирующих средний и высокий уровни фильтрации соответственно. Совмещение исходных сейсмических данных и

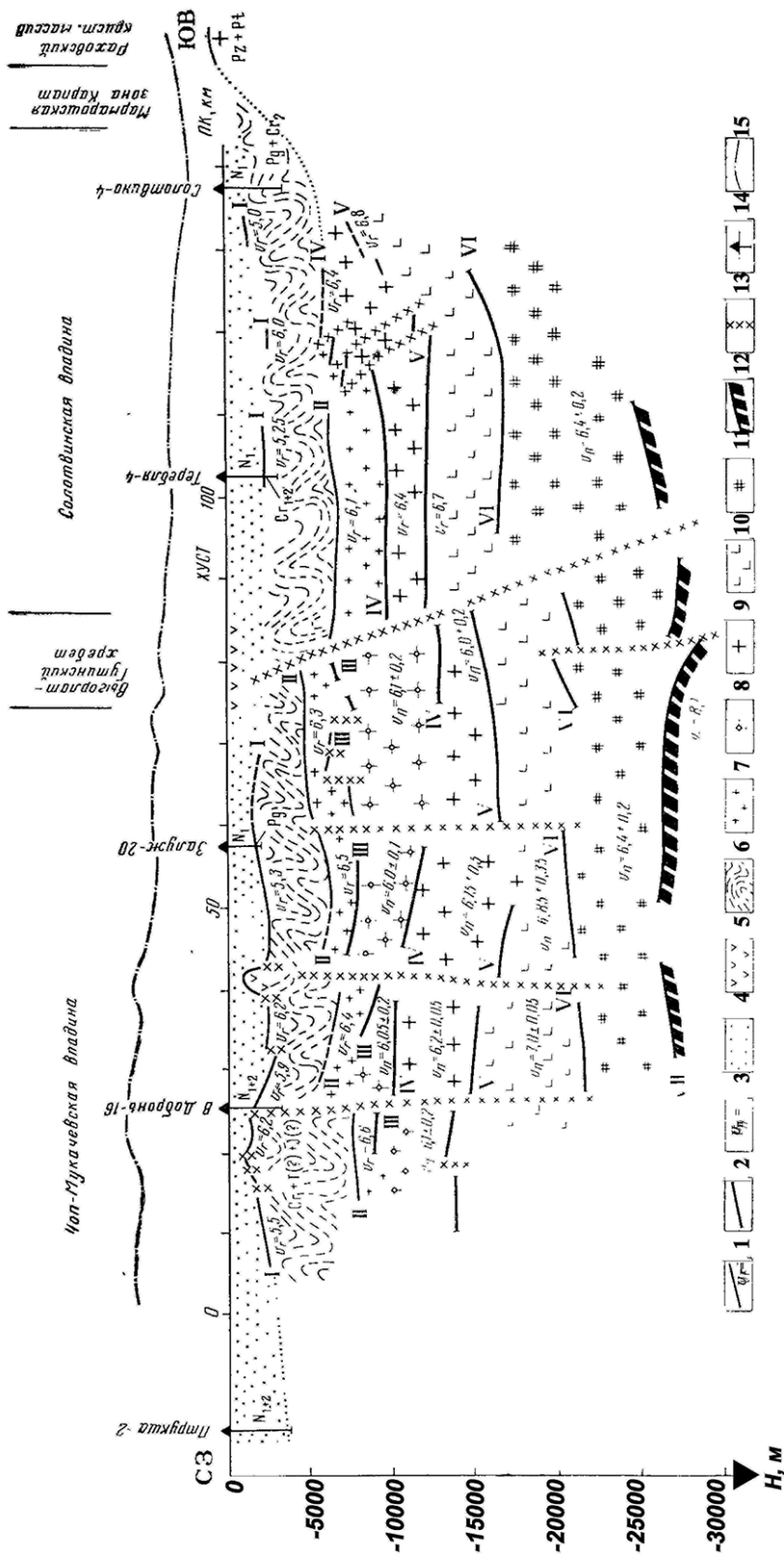


Рис. 2. Сейсмогеологический разрез (РП17) земной коры вдоль Закарпатского прогиба [4]

1 – преломляющие горизонты с указанием граничной скорости, 2 – отражающие горизонты и их номера, 3 – пластовая скорость, 4 – неогеновая моласса, 5 – вулканиты в осадочном чехле, 6 – мезозойско-палеогеновое складчатое основание прогиба, 7 – палеозойский (?) метаморфизованный фундамент, 8 – слой пониженной скорости внутри “гранита”, 9 – докембрийский (?) кристаллический комплекс, 10 – “базальтовый” слой, 11 – слой пониженной скорости в основании коры, 12 – раздел Мохо, 13 – разломы, 14 – буровые скважины, 15 – кривая Δg

их интерпретации [4] с распределением локальных аномалий КЭП показано на рис. 6. Более выразительно выглядит разрез КЭП в яркой фоновой раскраске с нанесенными на него сейсмическими границами профиля РП17 (рис. 7).

В сейсмическом разрезе выделены шесть горизонтов: I–VI, характеризующихся вполне определенными граничными скоростями (рис. 2, 6, 8–10). В соответствии со значениями граничных и пластовых скоростей авторы разреза определили природу слоев, расположенных между двумя сейсмическими горизонтами.

В разрезе локальных аномалий КЭП среднего уровня фильтрации в земной коре Закарпатского блока выделены также шесть слоев (рис. 4–7), однако границы между ними распределены несколько

иначе, чем показано на рис. 2 [4]. Верхний – первый – слой, выделенный в разрезе КЭП (положительная аномалия), вполне соответствует верхнему слою, выделенному по данным сейсмических исследований и выполненному неогеновыми молассами, характеризующимися кажущимися скоростями $V^* = 1,7–4,8$ км/с [4]. Подошва положительной аномалии (красные изолинии на рис. 4, 6 утолщенная желтая на рис. 8 и красная фоновая раскраска на рис. 7) практически полностью совпадает с положением в разрезе преломляющего горизонта I, скорости которого изменяются от $V_r = 5,3$ км/с на северо-западе до $V_r = 5,0$ км/с на юго-востоке. На крайнем юго-востоке мощность положительной аномалии КЭП превышает мощность верхнего сейсмического слоя. Это можно

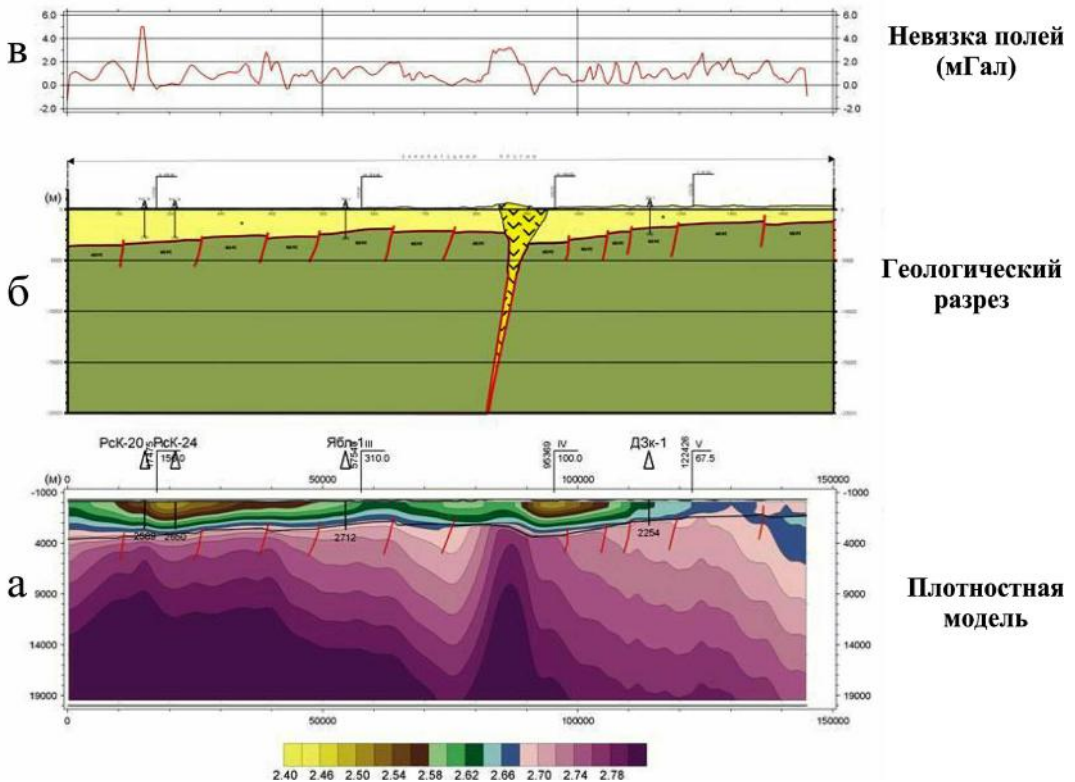


Рис. 3. Геологический разрез и плотностная модель вдоль профиля XIV (О. П. Петровський, 2004)

а – плотностная модель, б – геологический разрез, в – невязка наблюденного и модельного полей

объяснить либо влиянием неотмеченного в разрезе тектонического нарушения на крайнем юго-востоке, вблизи которого мощность толщи может увеличиться, либо появлением в разрезе иных образований, которые, как и неогеновые толщи, фиксируются в разрезе КЭП положительной аномалией. О возможности второго варианта свидетельствуют геологические скважины, вскрывшие в юго-восточной части Закарпатского блока поднятые близко к поверхности образования верхнего мела. Вблизи Оашского разлома на отрезке между пикетами (пк) 80–100 сейсмического профиля РП17 горизонт I не прослежен. Положительная аномалия КЭП (слой 1б на рис. 9), подходя к разлому с юго-востока, как и расположенная ниже нее отрицательная аномалия (вто-

рой слой – 2б), за разломом погружаются ниже сейсмического горизонта II и проходящей с северо-запада такой же пары: положительной (верхняя 1а, с подошвой – горизонтом I) и отрицательной (вторая 2а, с подошвой – горизонтом II) аномалий. Приходящая с северо-запада пара аномалий (1а и 2а) распространяется только до Оашского разлома, а на участке между пк 54–74 перекрывает сверху погруженный юго-восточный фрагмент положительной (1б) и отрицательной (2б) аномалий. На участке между Оашским и Залужским разломами погруженная часть аномалий образует синклинали, разорванную между пк 63–68 сейсмического разреза. Второй слой, выделенный в разрезе КЭП, представлен отрицательной аномалией (синие изолинии на рис. 4, 6 и фоновая

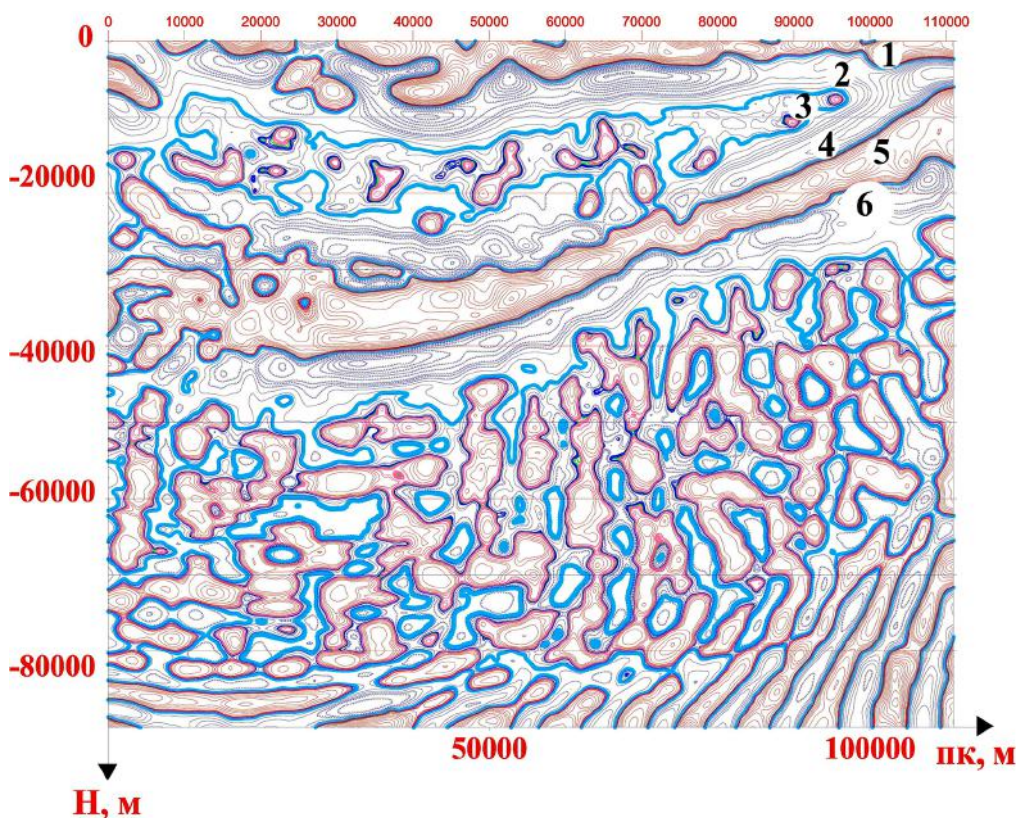


Рис. 4. Разрез локальных аномалий КЭП в изолиниях (синие – отрицательные, красные – положительные) вдоль геолого-геофизического профиля XIV
Цифрами 1–6 показаны номера аномалий КЭП – слоев земной коры

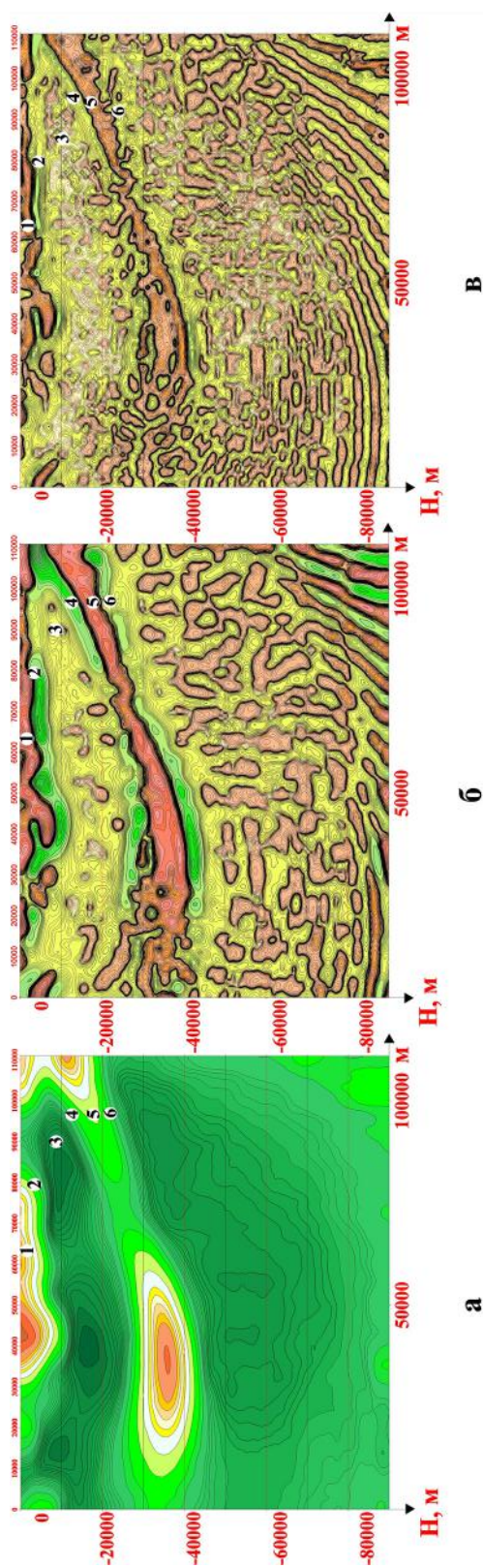


Рис. 5. Разрезы КЭП вдоль регионального профиля XIV

а – исходный; б, в – локальных составляющих КЭП с разным уровнем фильтрации (б – средний, в – высокий). Цифрами 1–6 показаны номера аномалий КЭП – слоев коры

окраска на рис. 7). Кровля аномалии близка к положению в разрезе сейсмического горизонта I, а подошва – к горизонту II. Согласно публикации [4] слой выполнен образованиями от палеогена до палеозоя включительно. В принятой для Карпатского региона схеме интерпретации отрицательным аномалиям КЭП соответствуют отложения с преобладанием в их составе как палеогеновых образований, так и большинства отделов палеозоя. Так как слою, расположенному между горизонтами I и II, отвечают экстремумы отрицательной аномалии, можно предположить, что в геологическом разрезе, создающем аномалию, доминируют образования палеогена и палеозоя, а расположенные между ними предполагаемые мезозойские образования находятся в подчиненном отношении. Суммарная аномалия от палеогена, мезозоя и палеозоя имеет отрицательный знак и не может быть дифференцирована без использования данных съемок более крупного масштаба. Пара аномалий (16, 26), приходящих с юго-востока, вблизи Оашского разлома погружается согласно, образуя синформу к западу от разлома, и простирается до пк 54 так, что на участке между пк 54 и 80 отмечается “удвоение” разреза. Здесь подошва первого слоя (1а), подходящего с северо-запада, отвечает горизонту I, а подошва второго слоя (2а) – горизонту II, как и к востоку от Оашского разлома, где горизонт I ограничивает по подошве слой 1б, а горизонт II является подошвой слоя 2б. В области удвоения разреза (пк 54–80), на участке погружения фрагмента юго-восточной ветви, горизонт II служит также кровлей погруженного верхнего слоя

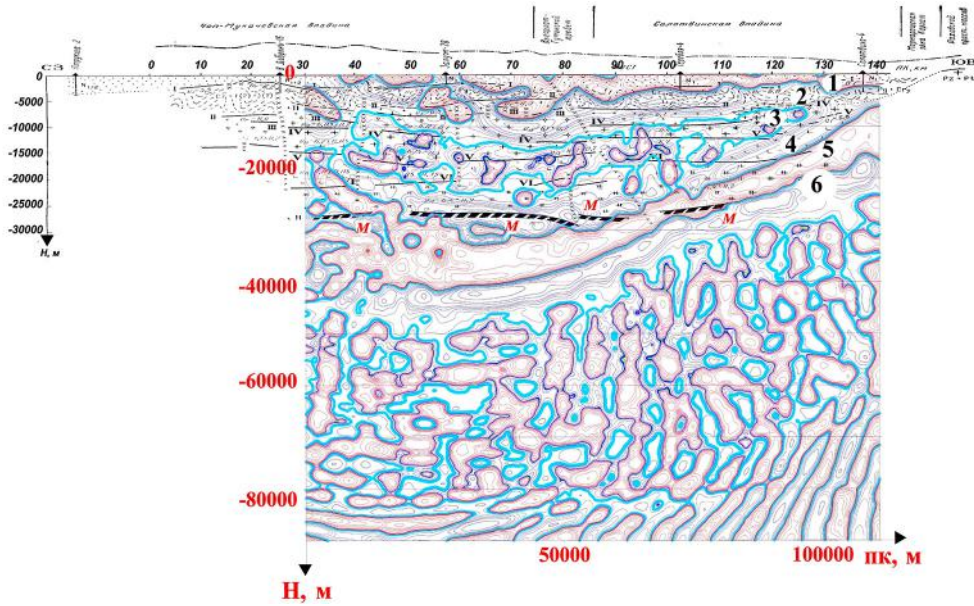


Рис. 6. Разрез локальных аномалий КЭП в изолиниях (рис. 4), наложенный на геолого-геофизический разрез, построенный по сейсмическим данным вдоль профиля РП17 [4] Цифрами 1–6 показаны номера аномалий КЭП – слоев земной коры

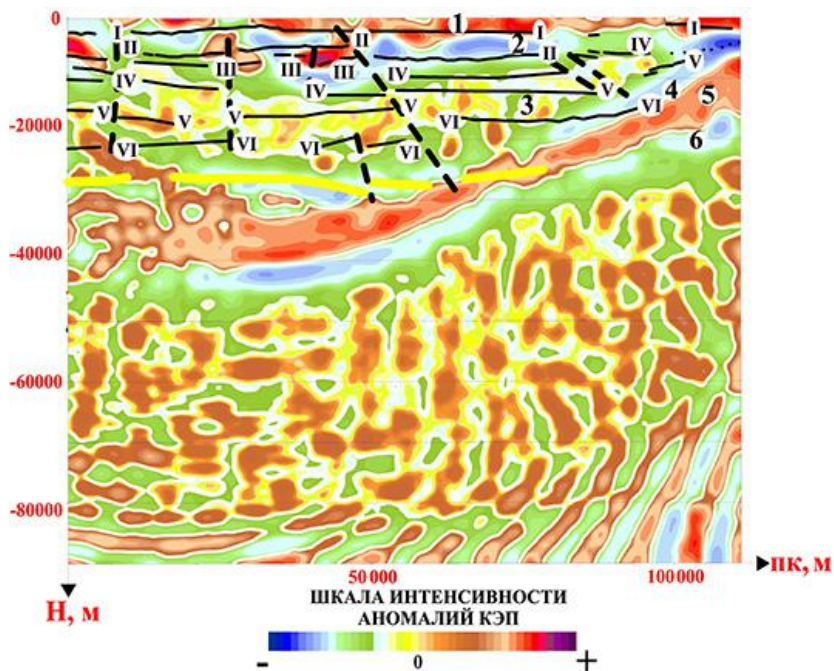


Рис. 7. Совмещение разреза локальных аномалий КЭП вдоль профиля XIV с сейсмическими горизонтами I–VI (черные линии) и границей M (жирная линия желтого цвета) разреза РП17 [4] Разломы (выявленные по сейсмическим данным) показаны черным жирным штрихом. Цифрами 1–6 показаны номера аномалий КЭП – слоев земной коры

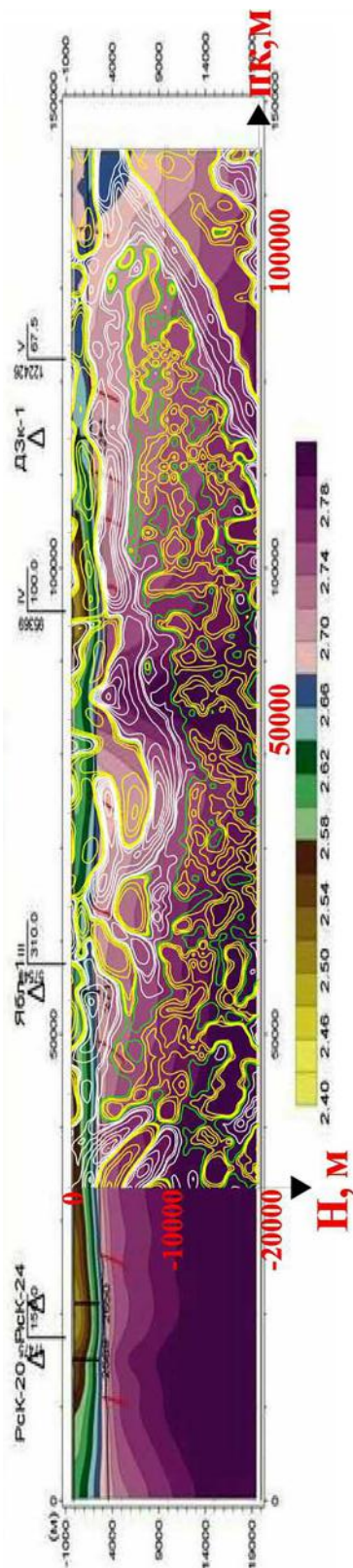


Рис. 8. Плотностная модель (О. П. Петровский, 2004) и разрез локальных аномалий КЭП вдоль профиля XIV (фрагмент рис. 3а)

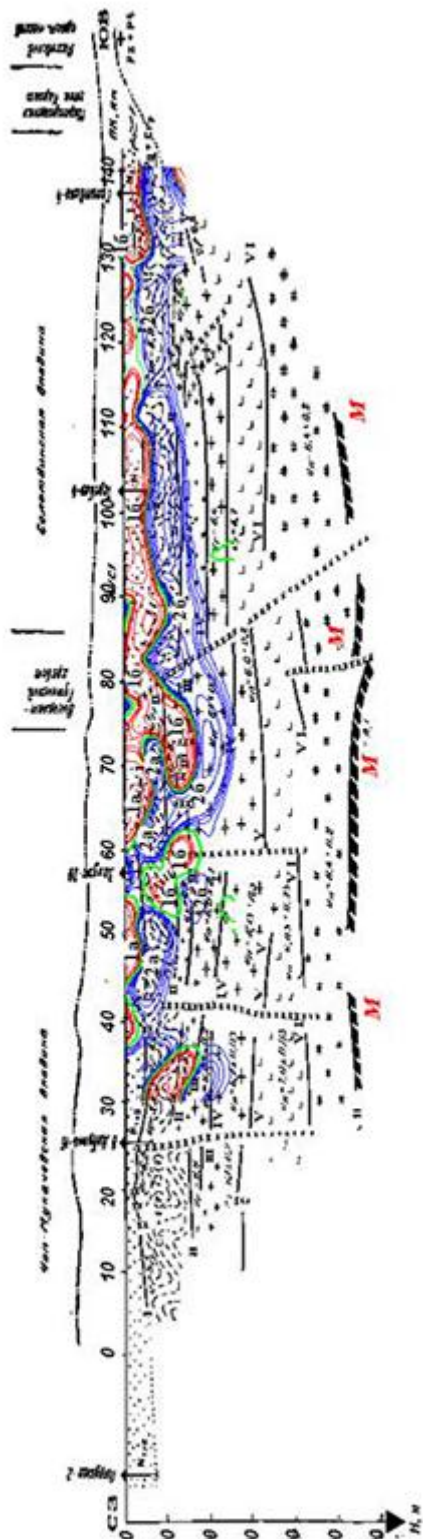


Рис. 9. Совмещение сейсмического разреза профиля РП17 [4] и фрагментов разреза локальных аномалий КЭП вдоль профиля XIV. Красные изолинии – верхняя (положительная аномалия), обусловленная преимущественно миоценовыми отложениями (слой 1а – в северо-западной части разреза и слой 1б – в центральной и юго-восточной его части); синие изолинии – вторая сверху (отрицательная) аномалия, обусловленная комплексом предполагаемых образований от палеогена до палеозоя включительно (слой 2а – в северо-западной части разреза и слой 2б – в центре и на юго-востоке разреза)

(положительной аномалии 1б), а подошва этого слоя и одновременно кровля ниже расположенного слоя (отрицательной аномалии 2б) соответствуют положению в разрезе сейсмического горизонта III. Горизонт IV, в свою очередь, является подошвой второго слоя погруженного фрагмента (отрицательной аномалии 2б) к западу от разлома. В сторону ПК 40 обе аномалии (1б, 2б) предполагаемого поддвига выклиниваются, причем быстрее и более интенсивно уменьшается положительная аномалия (1б). Соответствующие сейсмические границы кровли и подошвы (горизонты III и IV), прослеженные до северо-западной рамки разреза КЭП, сближаются между собой, что свидетельствует в пользу предположения о выклинивании поддвига.

Подтверждением предлагаемого варианта интерпретации может быть и плотностная модель (О. П. Петровский, 2004), представленная на рис. 8. Из рисунка следует, что ниже толщи неогена, данного в плотностной модели (рис. 3а, 8) оттенками сине-зеленого и желто-коричневого цвета, отмечается область понижения плотности, образующая синформу, как и область, занимаемая предполагаемым удвоением разреза, включающая погруженные аномалии в разрезе КЭП. Область удвоения разреза КЭП и синформа с пониженной плотностью в плотностной модели совпадают как территориально, так и геометрически: юго-восточный борт синформы, как и юго-восточная резко погружающаяся часть аномалий КЭП, более крутые, чем северо-западные борт синформы и крыло аномалий. Перед погружением, вблизи разлома, аномалии КЭП (и юго-восточный борт синформы в модели) образуют небольшое валоподобное поднятие. Юго-восточная ветвь аномалий КЭП, залегающая горизонтально, точно следует по простирацию вдоль нижних горизонтально расположенных слоев модели с плотностями 2,64–2,68 г/см³. В пределах синформы модельная плотность несколько больше и составляет 2,68–2,72 г/см³. Увеличение плотности говорит лишь о том, что при мо-

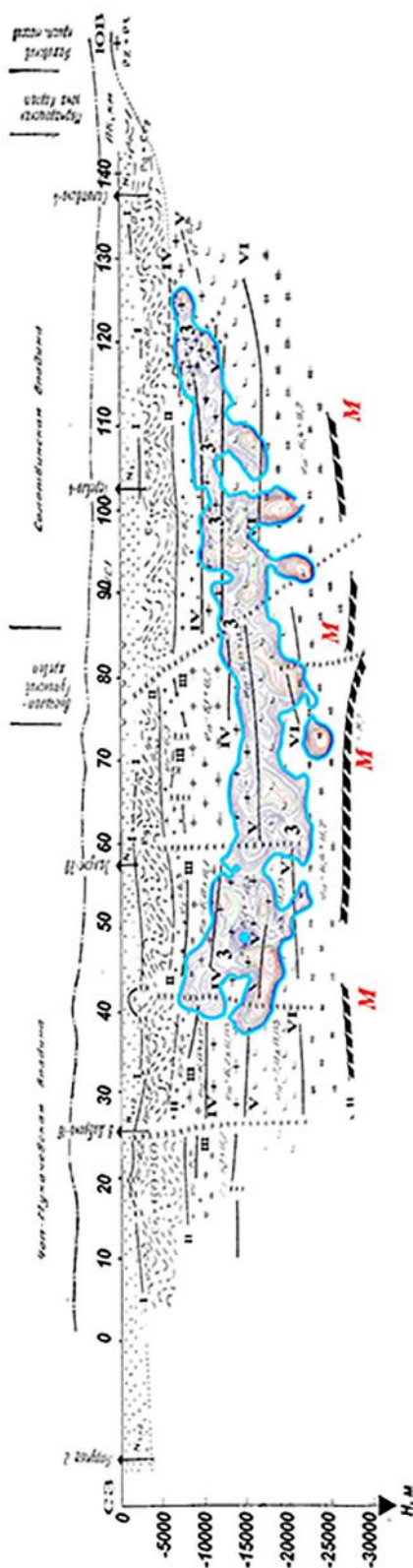


Рис. 10. Совмещение сейсмического разреза РП17 [4] и фрагмента разреза локальных аномалий КЭП вдоль профиля XIV (сложной аномалии, обусловленной, предположительно, байкальскими образованиями): слой 3

делировании за основу принята градиентно-слоистая модель Земли с градиентом плотности $0,0133 \text{ г/см}^3$ на 1 км погружения. Вычисление локальных аномалий (после вычитания градиентно-слоистого фона) могло бы показать избыточную плотность образований в пределах синформы модели. Вероятно, она очень мало отличалась бы от плотности образований верхней части разреза, создающих горизонтально залегающие аномалии КЭП. Как следствие, вариант удвоения разреза, предполагающегося вблизи Оашского разлома, не противоречит ни рассмотренной плотностной модели, ни сейсмическим данным. На рис. 9 показаны два верхних слоя – положительная (1а, 1б) и отрицательная (2а, 2б) аномалии – на фоне сейсмического разреза [4]. За пределами области удвоения разреза, в Солотвинском блоке, кровлей отрицательной (2б) аномалии повсеместно является горизонт I, а вдоль подошвы этой аномалии в сейсмическом разрезе распространяются горизонт II (в центральной по латерали части профиля) и горизонт IV (в юго-восточной части профиля).

Оба горизонта одновременно являются кровлей третьего сверху слоя – аномалии КЭП, имеющей сложную морфологию рисунка перемежающихся слабых положительных и отрицательных аномалий небольших размеров с осями, по-разному ориентированными в плоскости разреза (рис. 10). Предполагается, что этот довольно мощный слой средней коры сложен байкальскими образованиями, местами метаморфизованными и гранитизированными. Предпосылкой к такой интерпретации природы слоя стала морфология его аномалии. Аномалия аналогичного типа выделяется в Предкарпатском прогибе, где она прослежена от северной (польской) до южной (румынской) границы. Вблизи границы с Польшей аномалия подходит близко к поверхности, а скважины, пробуренные здесь, вскрывают образования байкалид. К сожалению, по рифею бурение прекращается после проходки первых метров, и более глубоко погруженные рифейские образования не

вскрыты. Аномалия (слой 3) от, предположительно, байкальского слоя образует в разрезе КЭП профиля XIV синформу с очень пологими крыльями, в отличие от субгоризонтально залегающих, в основном, верхних аномалий от неогеновой и палеоген-палеозойской толщ. За пределами рассматриваемого разреза юго-восточное крыло аномалии (слой 3) поднимается к поверхности и в районе Мармарошского массива, вероятно, именно эти образования появляются в разрезе в виде верхнерифейских слоев, вскрытых скважинами. Подошва аномалии от слоя байкальских образований в разрезе КЭП расположена вблизи сейсмического горизонта VI. Горизонт V находится внутри аномалии КЭП и не находит однозначной границы в ее разрезе. В пределах сложной аномалии КЭП оси локальных минимумов и максимумов ориентированы под разными углами к горизонту. Оси одного преобладающего направления (субгоризонтального, северо-восточного, юго-западного, субмеридионального) концентрируются на отдельных участках аномалии, образуя несколько блоков с границами, весьма точно совпадающими с глубинными разломами, показанными в сейсмическом разрезе. “Нулевая” изолиния в разрезе КЭП (жирная голубая изолиния на рис. 10), ограничивающая сложную аномалию сверху (предполагаемая кровля байкалид), изрезана, причем мелкие впадины и выступы кровли располагаются в местах пересечения аномалии с предполагаемыми разломами. Вероятно, прогибание слоя байкалид происходило ступенеобразно, за счет смещения крыльев по разломам. Наиболее прогнутая и опущенная часть кровли, как, впрочем, и подошвы, прилегает с северо-запада к Оашскому разлому. Нижняя граница слоя – подошва, как и его кровля, неровная, изрезанная. Внутри слоя, вблизи его подошвы, отмечается большая концентрация положительных локальных аномалий, чем в остальной части сложной аномалии. Вероятно, такая форма подошвы обусловлена более поздними процессами метаморфизма и

инъекциями расплавов, существовавших в определенные периоды геологической истории в нижней части коры и подкоровой мантии. Возможно, горизонт V ограничивает область более интенсивной гранитизации байкальской толщи сверху или является промежуточной границей между разными фазами тектогенеза.

Четвертый, нижний слой коры, представленный в рассматриваемом разрезе КЭП отрицательной аномалией (рис. 6), имеет в качестве кровли подошву третьего слоя, а в сейсмическом разрезе – отвечающий ей горизонт VI, разорванный тектоническими нарушениями на отдельные площадки, разнесенные на значительные расстояния друг от друга. В кровле четвертого слоя зона градиентов КЭП неравномерна по латерали и имеет большую вертикальную мощность в пределах Чоп-Мукачевского блока. В верхней части слоя 4 в разрезе КЭП зафиксированы локальные положительные аномалии изометричной формы, расположенные вблизи пересечения разломами подошвы третьего слоя. Экстремумы отрицательной аномалии (слой 4) сосредоточены вблизи ее подошвы, а зона градиентов, ограничивающая отрицательную аномалию снизу, по подошве, узкая, четкая. Вблизи экстремумов отрицательной аномалии КЭП, но не в ее градиентной зоне – подошве, в пределах Чоп-Мукачевского блока распространяется граница М. Расхождение в глубине подошвы четвертого слоя, проведенной по зоне градиентов аномалии КЭП, и в положении границы М достигает 3–4 км. Если в пределах Чоп-Мукачевского блока граница М расположена горизонтально, то к юго-востоку от Оашского разлома она поднимается вверх в направлении Мармарошского и Раховского массивов. Здесь граница М и отрицательная аномалия КЭП четвертого слоя поднимаются на юго-восток под одним углом, но граница М прослежена в Солотвинском блоке не более чем на 10 км. Прослеживается она в этом блоке уже в пределах положительной интенсивной аномалии КЭП, пересекая ее.

Подошва четвертого слоя является также кровлей нижележащей интенсивной и мощной положительной аномалии КЭП (слой 5). Расположенная ниже границы М интенсивная положительная аномалия (рис. 6), вероятно, фиксирует в разрезе КЭП слой, по составу близкий к гранитоидам. Ниже аномалии, полностью согласной с ней, простирается отрицательная аномалия (слой 6), и обе аномалии (слои 5 и 6) погружаются на северо-запад. Источником отрицательной аномалии, по-видимому, являются высокоосновные образования. Интересно, что три нижних слоя (четвертый, пятый и шестой сверху вниз) к юго-востоку от Лужанского разлома [5] залегают согласно между собой. На отрезке между Лужанским и Тересвинским разломами все три слоя разорваны и смещены по разломам с амплитудой до 1 км. Следующий разрыв и смещение фиксируются в районе Оашского разлома, при пересечении с которым северо-западное крыло в составе всех трех слоев расположено на 1–4 км ниже юго-восточного крыла. Точно такой же разрыв и смещение претерпевает раздел М, пересекающий на этом отрезке положительную аномалию уже в пределах Солотвинского блока. В районе сейсмического ПК 80 на уровне границы М в сейсмическом разрезе отмечается нижнекоровый локальный разлом со смещением по нему границы Мохо и соответствующей ей отрицательной аномалии вниз на 3–4 км северо-западнее разлома. В аномалиях двух нижних слоев смещение мало заметно, однако к северо-западу от Залужского разлома начинается расслоение по вертикали положительной аномалии на менее мощные слои разных знаков при общем увеличении ее вертикальной мощности. К северо-западу от Петровского разлома эти тонкие слои смяты в складки. Нижележащая отрицательная (слой 6) аномалия проявляет признаки расслоения северо-западнее, уже вблизи Мукачевского разлома. В проекции на плоскость между Мукачевским и Петровским (Иршавским) разломами на глубине 30–40 км прослеживаются следы вероят-

ного встречного движения структур, состоящих из погруженных с юго-востока в мантию коровых слоев и подобных им, движущихся с северо-запада. В коллизии участвует преимущественно слой, отвечающий положительной аномалии, более расслоенной юго-восточнее зоны коллизии. Граница М здесь несколько приподнята с образованием пологого купола, в северо-западной части которого зафиксирован разрыв его поверхности. В образовавшееся “окно”, возможно, выдавлена часть тонких слоев из расслоенной части положительной аномалии, погруженной в мантию. Над “окном” наблюдается подъем всех вышележащих слоев (аномалий) вплоть до предполагаемой маломощной толщи палеозоя (слой 2). Отрицательная аномалия слоя 2 здесь представлена “размытой” зоной градиентов в подошвенной части, перекрывающей аномалию байкал-ид.

Каждому из рассмотренных слоев земной коры соответствуют две вполне определенные структурные поверхности: кровля и подошва слоя. Кровля каждого расположенного ниже слоя является подошвой предыдущего слоя. Таким образом, имеется возможность проследить изменение морфологии разновозрастных поверхностей от более ранних этапов к более поздним. Структурные поверхности – кровли выделенных слоев (рис. 11) – характеризуются не только рисунком рельефа, но и предполагаемой глубиной его погружения: изогипсы даны в метрах. Разность глубины погружения кровель и подошв слоев дает вертикальную мощность слоев, изображенную на картах-схемах (рис. 12), где мощности слоев – изопахиты – также даны в метрах. Каждый слой, выделенный в плоскости разреза как аномалия определенного знака, мощности, простираения, наклона при корреляции между соседними профилями по площади исследований обретает пространственные структурные формы, которые описываются количественными параметрами. Слой характеризуется определенной площадью распространения, направлени-

ем простираения, направлением и крутизной погружения и поднятия главной оси и флангов, а в разрезах определяется его стабильная или изменчивая вертикальная мощность, возможное выклинивание и т. д. По знаку аномалии определяется природа слоя.

Закономерности между знаком аномалии, ее морфологией, поведением в пространстве и предполагаемой природой установлены эмпирически предыдущими исследованиями в Карпатском регионе. Для осадочных образований неогена преобладающими являются отрицательные аномалии КЭП, как и для отложений палеогена. Однако среди неогеновых толщ довольно часто встречаются такие, которым отвечают положительные аномалии. В частности, в Закарпатском прогибе положительными аномалиями фиксируются неогеновые толщ, содержащие многочисленные, разные по размерам линзы и пропластки вулканитов и интрузий кислого состава. Наиболее часто положительными аномалиями отмечаются образования новоселицкой и доробратовской свит. При минимальном включении кислых вулканитов неогеновым толщам отвечают отрицательные аномалии. Отрицательным может быть знак аномалии и для толщ, содержащих вулканиты в большом количестве, при условии, что последние имеют основной, а не кислый состав. Такое разнообразие состава неогеновых образований в Закарпатском прогибе значительно затрудняет их идентификацию. Кислые и основные интрузивы проявляются в разрезах положительными и отрицательными аномалиями КЭП соответственно. Для мезозойской терригенной толщи мелового возраста характерны положительные аномалии, для палеозойских образований – преимущественно отрицательные аномалии КЭП. Рифейские, а точнее – байкальские складчатые структуры фиксируются в разрезах ансамблями знакопеременных аномалий с преобладанием слабоинтенсивных положительных аномалий и имеют специфическую морфологию. Выделенные в разрезе коры

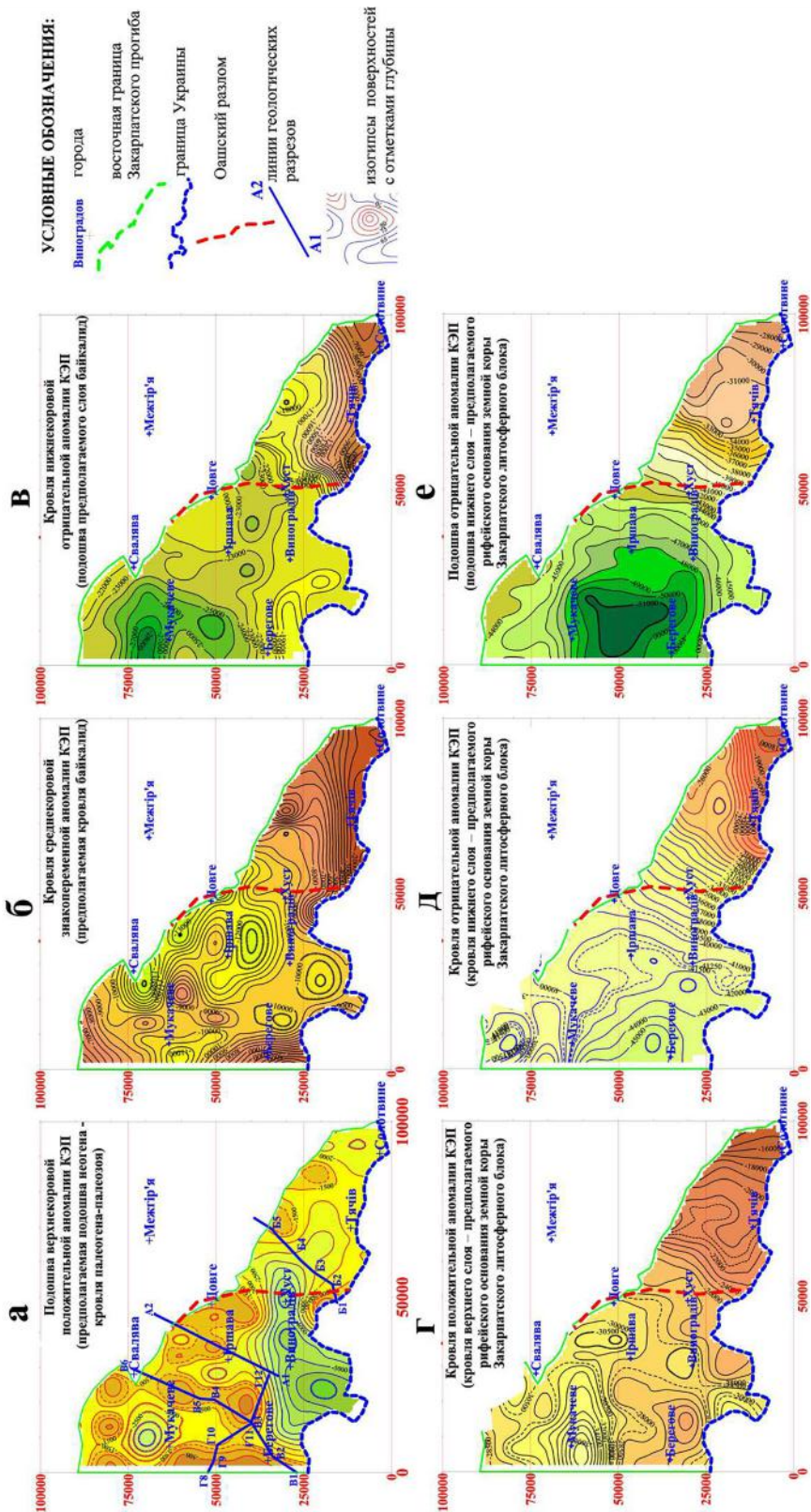


Рис. 11. Карты-схемы (в изогипсах) рельефа поверхностей, ограничивающих аномалии КЭП (предполагаемых структурных поверхностей, разделяющих слои в земной коре и верхней мантии Закарпатского литосферного блока)

а – подошва слоя 1, она же кровля слоя 2; б – кровля слоя 2; в – кровля слоя 3; г – кровля слоя 4; д – кровля слоя 5; е – подошва слоя 6

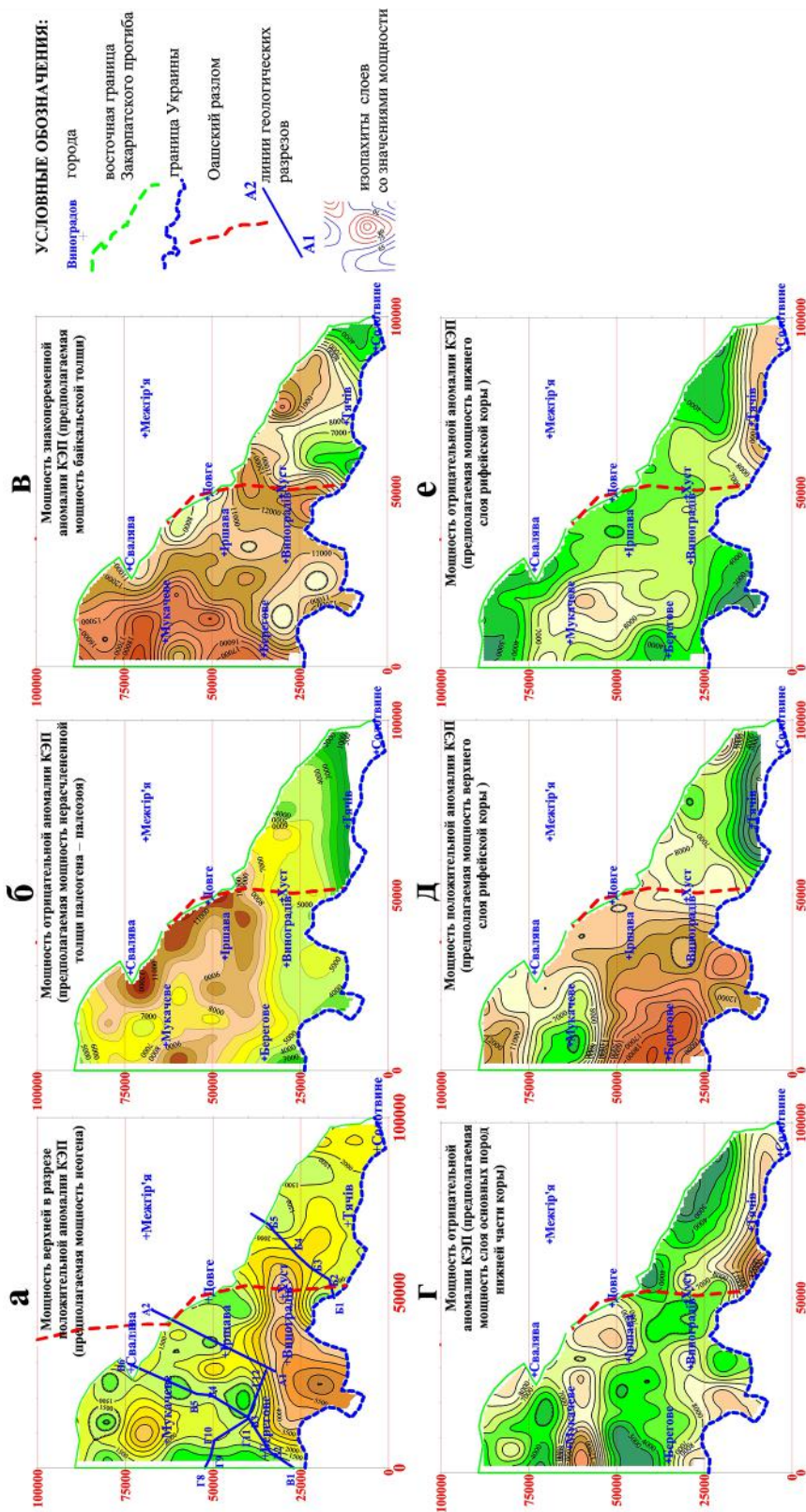


Рис. 12. Карты-схемы (в изопахитах) мощности слоев, создающих аномалии КЭП (мощности предполагаемых разновозрастных слоев земной коры и верхней мантии Закарпатского литосферного блока)
 а – слой 1; б – слой 2; в – слой 3; г – слой 4; д – слой 5; е – слой 6

Закарпатского блока аномалии и соответствующие им слои, ограниченные структурными поверхностями, характеризуют предполагаемое геологическое строение земной коры Закарпатского литосферного блока, являясь первым вариантом его пространственной модели.

Подошва неогена (положительная аномалия КЭП – слой 1) – единственная предполагаемая поверхность, положение которой в пространстве может быть проконтролировано данными бурения (рис. 13). Сопоставление положения в разрезе структурной поверхности, построенной по данным КЭП, с поверхностью, приведенной в разрезе по данным бурения (рис. 13), выполнено вдоль четырех разрезов, характеризующих структуру верхней части земной коры Закарпатского блока по данным ГДП-200 (геологического доизучения площадей в масштабе 1:200 000) (Мацьків, 2003, 2009). Сходимость результатов вполне удовлетворительная. Имеющиеся расхождения представлены двумя вариантами, в которых глубина погружения предполагаемой по данным КЭП подошвы неогена:

- больше зафиксированной бурением,
- меньше зафиксированной бурением.

Первый случай, вероятно, обусловлен появлением в подошве неогена образований мезозоя (и мела, в частности), которому отвечают положительные аномалии КЭП. Это предположение подтверждается разрезами Б1–Б5 и В1–В3.

На участке В3–В6 зафиксирован второй вариант, когда подошва положительной аномалии КЭП оказалась расположенной в центральной части (по вертикали) толщи неогена и практически точно повторяет рельеф кровли солотвинской свиты. Возможно, причина в том, что в отличие от образований доробратовской и новоселицкой свит образования солотвинской свиты на участке либо не содержат эффузивов кислого состава, или содержат их в малом количестве. Мощность солотвинской свиты вместе с образованиями тереблинской свиты, также не содержащей кислых вулканитов, соизме-

рима с мощностью вышележащей толщи, зафиксированной положительной аномалией, и может быть выделена при фильтрации в отдельную аномалию, в данном случае – отрицательную. Как отмечалось ранее, соотношение между знаком аномалии КЭП и составом неогеновых образований Закарпатского прогиба требует специального изучения, как и влияние на знак аномалии КЭП соленосных и эффузивных образований, появляющихся в разрезе.

Рассматривая две нижние поверхности, ограничивающие отрицательную аномалию (слой 6) по ее подошве и кровле (рис. 11е, д), можно заметить достаточно хорошо выраженную унаследованность рельефа подошвы в кровле аномалии с некоторым его усложнением. Поверхности, погружающиеся в юго-западном направлении в контурах Закарпатского блока, вблизи западной рамки площади исследований заканчиваются на рисунках почти изометричным прогибом, отличаясь в кровле меньшей глубиной мульды и более пологим склоном. Структура, ограниченная по кровле и подошве, образует в пространстве некое подобие ковша с длинной ручкой. На карте-схеме изопахит слоя в пределах “ковша” фиксируется значительное увеличение мощности слоя (рис. 12е). Расположенное между поверхностями утолщение слоя имеет эллиптическую форму в плане и разрезе с меридиональной осью, длина которой в три раза больше длины поперечной – широтной – оси (рис. 12е). Нельзя не отметить, что параллельно длинной оси структуры к юго-востоку от нее расположены еще несколько утолщений слоя подобной формы, но значительно меньшей поперечной протяженности. Структуры расположены клавишеобразно, а их северные замыкания смещаются в юго-восточном направлении: условная линия, огибающая северные границы структур, распространяется вблизи проекции Закарпатского разлома на плоскость, находясь на расстоянии 5–10 км к юго-западу от него. Расположение соседних структур

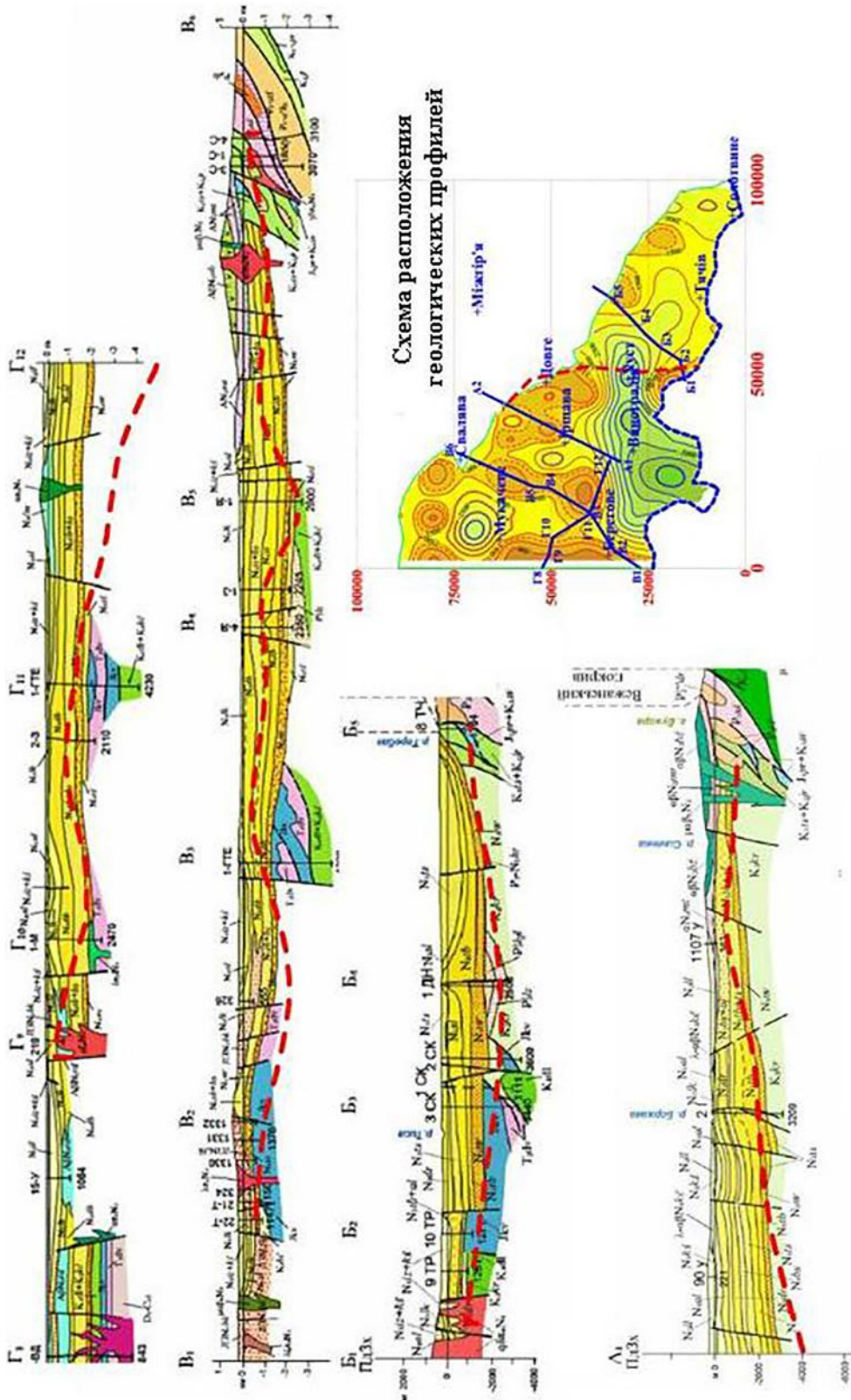


Рис. 13. Сравнение положения в разрезе предполагаемой подошвы неогена по данным КЭП (красный пунктир) и данным бурения (Мацьків, 2003, 2009)

позволяет предположить их возможный правосторонний сдвиг в меридиональном направлении относительно первоначального положения.

Кровля положительной (слой 5) аномалии КЭП (рис. 11д) только фрагментарно наследует рельеф ее подошвы, в основном в центральной части Чоп-Мукачевского блока и в его северной половине. В южной части Чоп-Мукачевского блока кровля положительной аномалии образует подковообразное поднятие. В основном, благодаря изменениям рельефа кровли изменилось и распределение мощности слоя, отвечающего положительной аномалии, по сравнению с распределением мощности нижележащего слоя. Слой 5 – положительная аномалия – имеет максимальную мощность в южной части Чоп-Мукачевского блока с осью юго-западного направления (рис. 12д). Ответвление на север от главного направления (с последующим поворотом на северо-запад по линии Берегово – Иршава – Свалява) вместе с основным утолщением являются наиболее мощными слоями из всех рассматриваемых на разных уровнях. Вблизи Берегово, где мощность слоя максимальна, она составляет почти 20 км. Внутри полуовала, образуемого утолщением (с эпицентром вблизи г. Мукачево), мощность слоя в минимуме не более 4 км.

Кровля нижнекоровой отрицательной (слой 4) аномалии (рис. 11в) также имеет фрагменты рельефа, аналогичные развитым в подошве аномалии. Однако в рельефе кровли аномалии в Чоп-Мукачевском блоке наметилась четкая тектоническая граница север – северо-восточного направления вдоль линии Берегово – Свалява. К западу от нее, преимущественно в северной части блока, прослежены фрагменты синформы северо-восточного простирания. К востоку от линии Берегово – Свалява Чоп-Мукачевский блок разделен на две части нешироким прогибом субширотного направления. К северу и югу от него распространяются поднятия кровли нижнекоровой (слой 4) отрицательной аномалии (Иршавское и Береговское со-

ответственно) с амплитудой до 5–6 км. Рассматриваемая поверхность дает наиболее четкое представление о разделении Чоп-Мукачевского блока на западный и центральный блоки высшего порядка (в пределах исследованной части Закарпатского прогиба). Границы блоков имеют северо-восточное направление. Распределение мощности нижнекоровой (слой 4) отрицательной аномалии (рис. 12г) значительно отличается от такового для нижележащей (слой 5) положительной аномалии. На карте-схеме изопакит нижнекоровой аномалии в западной части Чоп-Мукачевского блока доминируют структуры субширотного простирания – центральное утолщение и сопровождающие его с севера и с юга уменьшения мощности слоя. Восточнее линии Иршава – Виноградов структуры поворачивают на юго-восток, плавно переходя в Солотвинский блок. На всех предыдущих рассмотренных схемах Солотвинский блок имеет относительно простое строение – протяженную в северо-западном направлении впадину, наследуемую вышележащими горизонтами. Изменяется лишь положение оси впадины на разных поверхностях: она смещается (снизу вверх по разрезу) от центрального положения к северо-восточному борту впадины. На рис. 11в длинная ось расположена уже вблизи Закарпатского разлома. На всех рассмотренных картах-схемах с разной степенью отчетливости прослеживается северо-восточное простирание границы между глубинными слоями Чоп-Мукачевского и Солотвинского блоков. От одной поверхности к другой меняются латеральные мощности зоны градиентов на границе блоков и величина градиента, характеризующие направление и угол наклона разделяющей границы и величины смещения блоков по вертикали. На нижней структурной поверхности (рис. 11е) зона градиентов начинается значительно восточнее, чем на расположенных выше поверхностях, например: на рис. 11в она прослеживается лишь фрагментарно вблизи линии простирания Оашского разлома.

Зона градиентов, по-видимому, сопровождается по вертикали глубинный разлом или тектоническую зону северо-восточного простираения и восток – юго-восточного падения. Рассмотренная поверхность – кровля отрицательной (слой 4) аномалии – одновременно является и подошвой вышележащей среднекоровой (слой 3) аномалии (рис. 11в). Аномалия, предположительно, сложена байкальскими образованиями. Кровля аномалии (слой 3) отличается сложностью рельефа (рис. 11б) и изменением простираения его структур по сравнению с рельефом предыдущих поверхностей. В западной части кровли Чоп-Мукачевского блока доминирует меридиональное направление структур. В восточной части Чоп-Мукачевского блока, в краевых его частях структуры расположены в северо-западном – юго-восточном направлении. Между Иршавой и Виноградовым направление структур широтное. На карте-схеме изопакит среднекоровой (слой 3) знакопеременной аномалии (рис. 12в) в Чоп-Мукачевском блоке, как и на карте изогипс его подошвы, границы блоков второго порядка имеют северо-восточное простираение, за исключением южного борта вблизи линии Виноградов – Берегово, где ориентировка структур широтная.

Кровля вышележащей отрицательной (слой 2) аномалии, обусловленной, предположительно, образованиями от палеозоя до палеогена включительно, представлена картой-схемой на рис. 11а. Здесь преобладает деление в субширотном направлении на два блока: северный, с меридиональной ориентировкой структур, и южный, расположенный к югу от г. Берегово и представленный крупным прогибом с субширотным северным бортом и подковообразной длинной осью, расположенной вблизи населенных пунктов Великая Паладь – Виноградов – Хуст – Тячев. Прогиб открыт к югу. Эта же поверхность является и подошвой верхней в разрезе положительной аномалии (слой 1), созданной, вероятно, толщей неогена. Мощность второго слоя, ограни-

ченного поверхностями, представленными на рис. 11а и 11б, показана на рис. 12б. На карте изопакит площадь исследований вдоль субширотной (на широте г. Берегово) границы также делится на два блока, начиная от западной рамки, и до восточной границы Закарпатского блока. В широтном южном блоке мощность слоя в целом уменьшается в южном направлении с выклиниванием слоя вблизи границы Украины. Для блока характерны множественные локальные утолщения и уменьшения мощности, что обусловлено сложным характером рельефа ограничивающих рассматриваемый слой поверхностей на участке Берегово – Виноградов. В северном блоке привлекает внимание утолщение, распространяющееся вдоль границ блока узкой полосой, замыкающееся у юго-восточной границы блока второго порядка вблизи Оашского разлома, и открытое в северо-западном углу площади исследований.

Карта изопакит мощности верхнего (первого) слоя имеет тот же рельеф, что и рельеф его подошвы на карте изогипс (он же – кровля второго слоя), но с положительным знаком.

Завершая характеристику предполагаемых структурных элементов, выявленных в разрезе Закарпатского блока земной коры, нужно отметить, что вариант модели, рассмотренный выше и представленный:

- опорным разрезом (сейсмический профиль РП17 и геолого-геофизический разрез XIV);

- серией карт-схем поверхностей слоев (в изогипсах);

- серией карт-схем мощностей слоев (в изопакитах)

будет готов к завершающему этапу моделирования после тщательного анализа допустимых пределов изменения физических параметров, предположительно, соответствующих каждому слою. Допустимые параметры, в данном случае – эффективные плотность и намагничённость, предполагается согласовать с параметрами соответствующих горизонтов

(слоев, блоков, пластин), проявляющихся в аномалиях других геофизических методов (в данном случае с пластовыми и граничными скоростями) и с данными бурения. В настоящее время продолжается работа с неиспользованными пока материалами иных геофизических методов и с геологическими данными. Окончательный вариант модели может оказаться отличным от предложенной версии, однако базовые параметры: глубина погружения основных структурных поверхностей и их число, средняя вертикальная мощность, направление и углы падения – останутся близкими к рассмотренным. Может измениться блокировка в пределах крупных блоков и структур при выявлении новых существенных данных, позволяющих точнее учесть изменения рельефа, более обоснованно выполнить привязку глубинных разломов к их проекции на земную поверхность и т.п. Расширение комплекса методов позволит более обоснованно определить геологическую природу слоев.

Выводы. В настоящей работе впервые выполнены площадные структурные построения для Закарпатского литосферного блока, базирующиеся на вычислениях распределения в пространстве КЭП. Анализ полученных материалов в комплексе с данными сейсмических исследований и бурения позволил сделать предварительные выводы о строении земной коры и верхней части подкорового пространства. Так, в пределах земной коры Закарпатского блока выявлены:

- шесть крупных субгоризонтальных аномалий КЭП пластового типа разных знаков;

- устойчивая корреляция границ, разделяющих по вертикали аномалии КЭП в разрезах, между соседними разрезами по площади исследований;

- устойчивая корреляция границ, разделяющих аномалии КЭП, и сейсмических границ, полученных по данным ГСЗ-КМПВ [4].

Впервые выполнено площадное построение по регулярной сети предпола-

гаемых структурных поверхностей, разделяющих аномалии КЭП и отвечающих границам разновозрастных толщ в разрезе коры.

Выполнена предварительная интерпретация геолого-геофизических материалов с целью отождествления аномалий и создающих их структур с предполагаемыми геологическими образованиями, сформировавшимися на разных этапах геологической истории региона.

Установлена удовлетворительная корреляция положения подошвы неогена в пределах геологических разрезов, построенных по результатам выполнения ГДП-200 (Мацьків, 2003, 2009), и структурной поверхности – подошвы положительной аномалии КЭП, предположительно, отвечающей подошве неогена.

Подтверждена латеральная блоковая делимость Закарпатского блока по результатам анализа предполагаемых структурных поверхностей.

Выделены два блока первого порядка: Чоп-Мукачевский и Солотвинский, каждый из которых, по-видимому, развивался относительно автономно на всем протяжении формирования коры.

Прослежено вертикальное распространение выделенных блоков коры на глубину.

Установлено, что Солотвинский блок имеет более простое строение, наследуемое на протяжении геологической истории, а в пределах второго – Чоп-Мукачевского блока – выявлены блоки более высокого порядка, ограниченные как по латерали, так и по вертикали.

Унаследованность структур в Солотвинском блоке прослеживается последовательно от нижних (подкоровых) поверхностей до верхней – подошвы неогена. Все они представлены синформами разной глубины с разной крутизной их крыльев и последовательно “вложены” друг в друга, формируя в целом глубинную синформу Солотвинского блока. Изменяется в плане лишь положение длинной оси впадины северо-западного направления: на разных поверхностях ось смещается

сначала к северо-восточной границе впадины, затем к ее юго-западной границе.

Прослежено изменение вверх по разрезу концентрической зональности, присутствующей структурам Чоп-Мукачевского блока с постепенным их переходом к блоковому строению, различному для поверхностей разного уровня.

Установлено, что, предположительно, допалеозойские коровые структуры Чоп-Мукачевского блока расположены в торце срезанной с северо-запада части глубинной синформы Солотвинского блока, при этом структуры Солотвинского блока на каждом срезе расположены гипсометрически выше структур соседнего Чоп-Мукачевского блока.

Анализ положения в пространстве и изменения формы структур, образованных аномалиями с невыдержанными мощностями, вероятно, позволит определить главные направления напряжений, действующих в разные периоды геологической истории на территории исследования.

Первые результаты применения предложенной методики к изучению глубинного строения Закарпатского литосферного блока, приведенные в статье, свидетельствуют о целесообразности дальнейшего ее применения и совершенствования с привлечением данных иных геофизических методов, не рассмотренных в представленной статье. Как показывает опыт, методика результативна на разных стадиях геологических исследований, от региональных до крупномасштабных и детальных съемок и поисково-разведочных работ. Непременным условием развития методики является постоянное пополнение банка данных физических свойств пород, а также результатов параллельных тектонофизических и палеомагнитных исследований с квалифицированной возрастной привязкой информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике//Справочник геофизика. – М.: Недра, 1982. – 222 с.

2. Коваль Л. А., Овчаренко А. В., Приезжев И. И. Методические рекомендации по применению автоматизированной системы обработки аэрогеофизических данных на ЭВМ ЕС (АСОМ-АГС/ЕС). Часть 2. – Алма-Ата: КазВИРГ-КазПТИ, 1988. – 125 с.

3. Приезжев И. И. Спектральный и статистический анализ аэрогеофизических данных в системе АСОМ-АГС/ЕС. – Дис. канд. техн. наук. – М.: МГРИ, 1989. – 125 с.

4. Чекунов А. В., Ливанова Л. П., Гейко В. С. Глубинное строение земной коры и некоторые особенности тектоники Закарпатского прогиба//Сов. геология. – 1969. – № 10. – С. 57–68.

5. Шевчук В. В., Василенко А. Ю. Новая схема геодинамического контроля неогенового магматизма Закарпаття//Вісник ОНУ. Сер. Географічні та геологічні науки. – 2014. – Т. 9. – Вип. 4. – С. 284–292.

REFERENCES

1. Computational Mathematics and computing devices in geophysical prospecting//Spravochnik geofizika. – Moskva: Nedra, 1982. – 222 p. (In Russian).

2. Koval L. A., Ovcharenko A. V., Priezzhev I. I. Methodological recommendations on the application of an automated system for processing aerogeophysical data on an EC computer (ASOM-AGS/EC). Part 2. – Alma-Ata: KazVIRG-KazPTI, 1988. – 125 p. (In Russian).

3. Priezzhev I. I. Spectral and statistical analysis of aerogeophysical data in the ASOM-AGS/EC system. – Dis. kand. tehn. nauk. – Moskva: MGRI, 1989. – 125 p. (In Russian).

4. Chekunov A. V., Livanova L. P., Gejko V. S. The depth structure of the earths crust and some features of the tectonics of the Transcarpathian trough//Sov. geologija. – № 10. – 1969. – P. 57–68. (In Russian).

5. Shevchuk V. V., Vasilenko A. Yu. New scheme of geodynamic control of Neogene magmatism of Transcarpathia//Visnyk ONU. Ser. Heohrafichni ta heolohichni nauky. – Vol. 19. – Iss. 4. – P. 284–292. (In Russian).

Рукопис отримано 6.08.2018.

С. Г. Слоницька, Український державний геологорозвідувальний інститут, swetaslonickaja@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6901-5986>

СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ЗАКАРПАТСЬКОГО ЛІТОСФЕРНОГО БЛОКА ЗА ГЕОФІЗИЧНИМИ ДАНИМИ

У статті розглянуто перший варіант глибинної структурно-геофізичної моделі Закарпатського літосферного блока, який отримано внаслідок обчислення просторового розподілу комплексного параметра КЕП. Параметр ураховує взаємозв'язок розподілу ефективної густини та ефективного намагнічування в тому самому об'ємі та за тією самою сіткою, що й КЕП. Просторова модель складається з геофізичних розрізів і декількох карт-схем поверхонь, які характеризують рельєф чітко окреслених структур у розрізах. Модель доповнює та уточнює висновки раніше виконаних геофізичних досліджень глибинної будови Закарпатського блока земної кори. Це стало можливим завдяки побудові за регулярною сіткою вихідних геофізичних полів.

Ключові слова: Закарпатський прогин, комплексний параметр “густина-намагнічування” КЕП, геофізичні поля, глибинне сейсмічне зондування (ГСЗ), границя Мохо, структурна поверхня, фундамент, неогенові утворення.

S. G. Slonitskaya, Ukrainian State Geological Research Institute, swetaslonickaja@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6901-5986>

STRUCTURAL MODEL OF ZAKARPATSKYI LITHOSPHERIC BLOCK BY GEOPHYSICAL DATA

The first version of the depth structural-geophysical model of the Transcarpathian lithospheric block is considered in the article. This variant was obtained as a result of calculation of the spatial distribution of the complex parameter CEP. The parameter takes into account the distribution of effective density and effective magnetization in the same volume and over the same network as the CEP. The spatial model contains geophysical sections and several map-schemes of surfaces characterizing the relief of pronounced structures in the sections. The model supplements and clarifies the conclusions of earlier performed geophysical studies of the deep structure of the Transcarpathian block of the earth's crust. This was made possible by calculations performed on a regular grid of initial geophysical fields.

Keywords: Zakarpatsky deflection, complex parameter “density-magnetization” CEP, geophysical fields, depth seismic sounding, Moho boundary, structural surface, foundation, Neogene formations.