

**В.П. Коболев**

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Киев

## **ПЛЮМ-ТЕКТОНИЧЕСКИЙ АСПЕКТ РИФТОГЕНЕЗА И ЭВОЛЮЦИИ МЕГАВПАДИНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ**

---

*В статье проанализированы полученные в последние годы геофизические материалы изучения глубинного строения Черноморской мегавпадины и рассмотрен ряд проблемных и дискуссионных вопросов ее формирования. Обосновано существенное различие в механизмах образования ее главных структурных единиц — западной и восточной впадин. А именно, первопричина рифтогенеза западной впадины — подъем астеносферного диапира, приводящий к трехлучевому растяжению отдельных участков земной коры Скифской плиты. Механизм образования восточной впадины предусматривает раздвиг, т. е. разрыв сплошности коры и литосферы Эвксинской субконтинентальной плиты. Привлечение плюм-тектонического механизма позволило с новых позиций оценить роль геодинамических факторов в эволюции Черноморской мегавпадины.*

**Ключевые слова:** мантия, литосфера, геоблок, рифт, раздвиг.

### **Введение**

Мегавпадина Черного моря — один из самых сложных в мире тектоно-геодинамических узлов, расположенный в зоне тектонического взаимодействия подвижных платформ Западной Евразии и складчатых систем северной ветви Альпийско-Гималайского горноскладчатого пояса. Резкая смена геологических, структурно-тектонических и геодинамических ситуаций во времени не могла не отразиться на ее сложном, пока еще недостаточно изученном геологическом строении. И, как следствие, необычная геометрия глубинной структуры, не соответствующая укоренившимся моделям континентального растяжения коры, до настоящего времени оставляет вопросы глубинного строения, происхождения и эволюции Черного моря предметом оживленной дискуссии [8, 32, 35, 40, 41, 44]. В частности, остаются нерешенными вопросы о времени и механизме образования как самой мегавпадины Черного моря в целом, так и ее составляющих — Западной и Восточной впадин.

Геологическому строению и тектонике Азово-Черноморского бассейна и прилегающих континентальных районов посвящены

© В.П. КОБОЛЕВ, 2016

десятки монографий и сотни статей, которые базируются на материалах, накопленных более чем за полувековую историю различных морских и полевых геофизических исследований. Представления о глубинной структуре Черноморской мегавпадины базируются на анализе потенциальных геофизических полей: магнитных, гравитационных, геотермических, а также материалов сейсмических и сейсмотомографических исследований. Однако основная фактологическая база изучения глубинного строения Черного моря — материалы региональных сейсмических исследований. Среди них следует выделить три основных этапа.

Первый этап связан с глубинным сейсмическим зондированием (ГСЗ), выполненным Институтом океанологии АН СССР в 1957—1968 гг. на 30 профилях суммарной протяженностью около 4000 км с использованием взрывных источников. Эти исследования позволили выявить преломленные (рефрагированные) и широкоугольные отраженные волны от верха мантии, кристаллического фундамента и основных границ внутри осадочного чехла. В результате были выяснены основные черты глубинного строения земной коры Черного моря, получены первые данные о топографии поверхности Мохоровичича (Мохо), мощности консолидированной коры, а также высказано предположение об отсутствии в Западной и Восточной впадинах геофизического гранитного слоя [12].

На втором этапе в 1978—1985 гг. с применением метода общей глубинной точки (МОГТ) были выполнены сейсмические наблюдения по сети региональных профилей, перекрывающих всю акваторию Черного моря (70 профилей с шагом 20—25 км и глубиной записи от 6 до 8—10 с и в редких случаях 12—14 с). В широко известной монографии [27] изложены фундаментальные положения о структуре осадочного разреза Черноморской мегавпадины и кайнозойском этапе ее развития, которые сохраняют научное значение до настоящего времени. Впервые были построены структурные карты мощностей кайнозойских отложений Черного моря в масштабе 1:1 500 000 [1, 22].

И наконец, третий этап ознаменован проведением ОАО «Союзморгео» в 2011 г. широкомасштабных региональных сейсмических исследований МОГТ (27 профилей общей длиной около 9 тыс. пог. км с временной глубиной до 18 с и более) с целью разработки новой структурно-геодинамической модели Черного моря, изучения строения и эволюции земной коры и осадочного заполнения с акцентом на докайнозойские этапы. Результаты работ, выполненных в рамках программы, изложены в отчете (Сенин Б.В., Никишин А.М., Амелин Н.В. и др. Отчет по программе морских научных работ «Изучение геологического строения докайнозойских отложений и глубинной структуры бассейна Черного моря», 139 л. текста, 65 рис., табл. 6/12 л, граф. прил. 38, библиограф. 78. ОАО «Союзморгео», Геленджик, 2012). Интерпретация и обобщение полученных материалов по результатам этих исследований [35, 40, 41] позволили существенно обновить представления о кайнозойской структуре, геодинамике и эволюции региона и впервые для всего бассейна в целом получить представление о более древних этапах его развития. Следует все же заметить, что для принципиального пересмотра общей концепции районирования и эволюции Азово-Черноморского бассейна, предложенной еще в 1960—1980-х гг. [12, 26], полученные результаты не дают достаточных оснований.

Комплексная интерпретация потенциальных полей, выполненная сотрудниками Института геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины под руковод-

ством академика НАН Украины В.И. Старостенко, позволила получить новые модельные представления о плотностной, магнитной, термальной и сейсмической неоднородности литосферы под дном Черного моря [44]. В частности, авторами выявлены фундаментальные различия в строении и геофизических параметрах коры и литосферы Западной и Восточной впадин, а также определена ключевая роль Одесско-Синопской разломной зоны в раскрытии и развитии Черноморской мегавпадины. На основании новой информации показано, что Западная и Восточная впадины сформировались в разное время на двух различных крупных блоках континентальной коры с независимым пострифтовым развитием суббассейнов.

Наиболее эффективный инструмент изучения глубинных неоднородностей мантийной литосферы — методы сейсмической томографии, конечный продукт которых — скоростные модели в пределах принятых физико-математических представлений. Среди разных сейсмотомографических построений, непосредственно посвященных Азово-Черноморскому региону, выделим представляющие для нас интерес их региональные и локальные модификации.

К первым следует отнести цикл работ последователей В.С. Гейко, успешно использующих разработанный им метод тейлоровского приближения решения задачи лучевой сейсмической томографии с целью изучения строения мантии на базе данных времени прихода на станции мировой сети первых вступлений *P*-волн от землетрясений [4, 5, 7]. Особый интерес представляют сейсмотомографические построения *P*-скоростных моделей Восточного Средиземноморья, приведенные в работе [8].

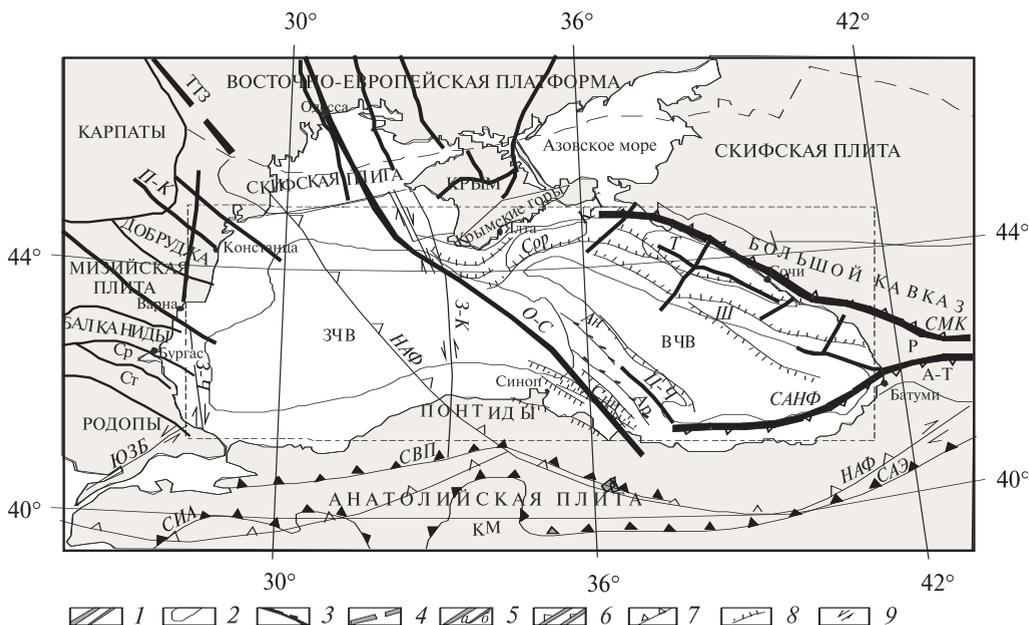
Методика локальной трехмерной лучевой томографии основана на предположении о гладкости латеральных вариаций скорости [32]. Используя данные о времени пробега продольных волн от землетрясений внутри и вокруг Черного моря для восстановления трехмерного распределения скорости в литосферной части верхней мантии региона, эти исследования позволили установить две высокоскоростные аномалии под Западной и Восточной впадинами и неоднородную сложную конфигурацию структуры литосферы под мегавпадиной Черного моря в целом [32].

На основании обобщения приведенного выше и видимо далеко не полного перечня результатов выполненных в последние годы исследований, остановимся фрагментарно на отдельных структурно-тектонических проблемных вопросах строения и глубинной структуры континентальной окраины и непосредственно мегавпадины Черного моря.

### **Структурно-тектоническое строение Азово-Черноморского бассейна**

Собственно мегавпадина Черного моря по особенностям структуры отчетливо разделяется на две области — западную и восточную (рис. 1). Здесь уместно подчеркнуть существенное различие в определениях западной и восточной областей Черноморской мегавпадины и непосредственно двух самостоятельных структурных единиц — одноименных впадин, которые четко фиксируются по поверхности консолидированной коры в фундаменте их центральных частей.

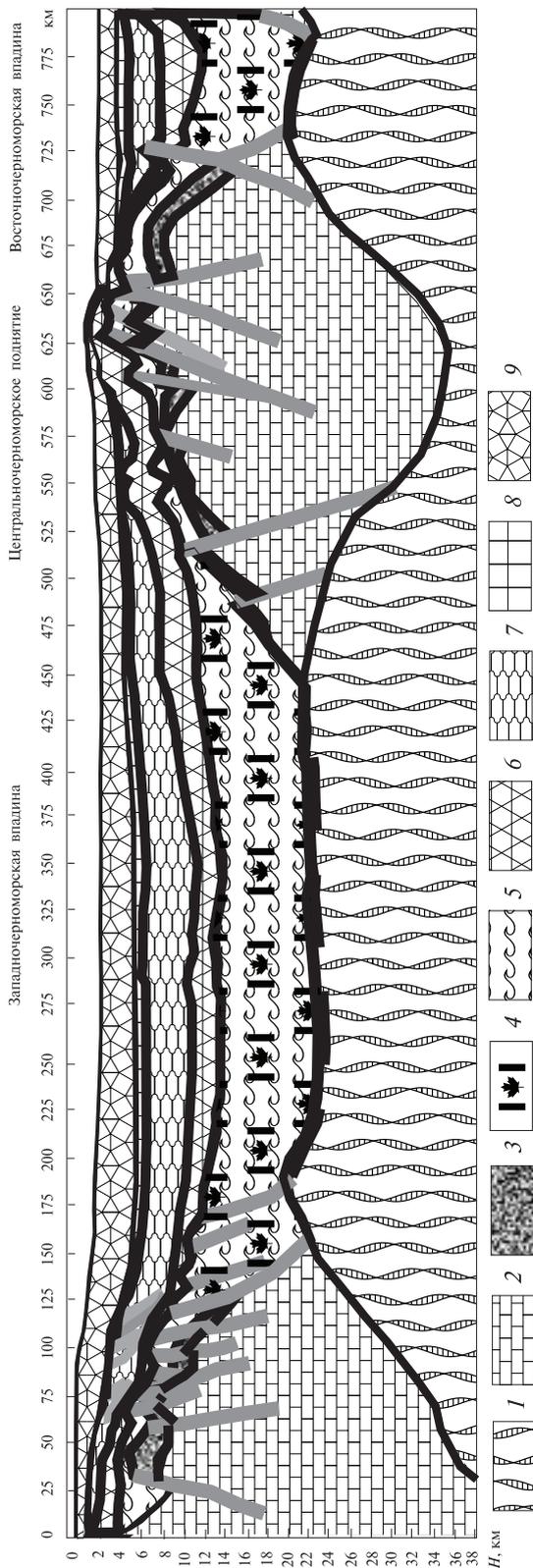
Западная и восточная области Черноморской мегавпадины существенно различаются по размерам, мощности осадочной толщи, концентрации и нап-



**Рис. 1.** Тектоническое районирование и структура Азово-Черноморского бассейна [25]. 1 — границы смежных тектонических элементов; 2 — основные структуры впадины Черного моря; 3 — оси поднятий Андрусова (Ан) и Архангельского (Ар); 4 — предполагаемое юго-восточное окончание зоны Тейссыра-Горнквиста (ТТЗ); 5 — разломы первого (а) и второго (б) порядка; 6 — сутуры; 7 — надвиги; 8 — сбросы; 9 — относительные смещения вдоль разломов. Сокращения: структуры: Ср — Среднегорье, Ст — Странджа, Р — Рионская впадина, А-Т — Аджаро-Триалетская складчатая система, КМ — массив Киришехир, ЗЧВ — Западночерноморская впадина, ВЧВ — Восточночерноморская впадина, Сор — впадина Сорокина, К-Т — Керченско-Таманский прогиб, Т — Туапсинская впадина, Син — Синопская впадина, ЦЧ — Центрально-Черноморское поднятие, Ш — поднятие Шатского; разломы: П-К — Печеняга — Камена, ЮЗБ — Юго-Западных Балкан, З-Ч — Западночерноморский, З-К — Западнокрымский, О-С — Одесско-Синопский; сутуры: СМК — Малого Кавказа, СВП — Внутренних Понтов, САЕ — Анкара-Эрзинкан; СИА — Измир-Анкара; НАФ — неоальпийский фронт надвигов

равлению основных структурно-тектонических элементов. В западной области, где фундамент частично имеет проблематичную субконтинентальную или субокеаническую природу, отчетливая морфологическая дифференциация структуры наблюдается лишь в прибрежных зонах. В восточной области отмечается значительно более существенная дифференциация ее структуры и выделяются такие крупнейшие системы поднятий, как Центральночерноморская, с валами Архангельского и Андрусова, Черноморско-Грузинская, включающая вал Шатского и Гудаутский (Сухумский) массив, а также крупные депрессионные зоны Туапсинского прогиба и собственно Восточночерноморской впадины [1, 26, 27]. С целью устранения этого разночтения нами был предложен термин мегавпадина Черного моря — состоящая из двух областей (западная и восточная) с ключевыми структурными подразделениями: Западно- и Восточночерноморская впадины (соответственно ЗЧВ и ВЧВ) [17].

Глубинная часть ЗЧВ и ВЧВ характеризуется наиболее глубоко погруженным фундаментом и утоненной земной корой, субконтинентальный или субокеанический тип которой обусловлен отсутствием «гранитно-метаморфического»

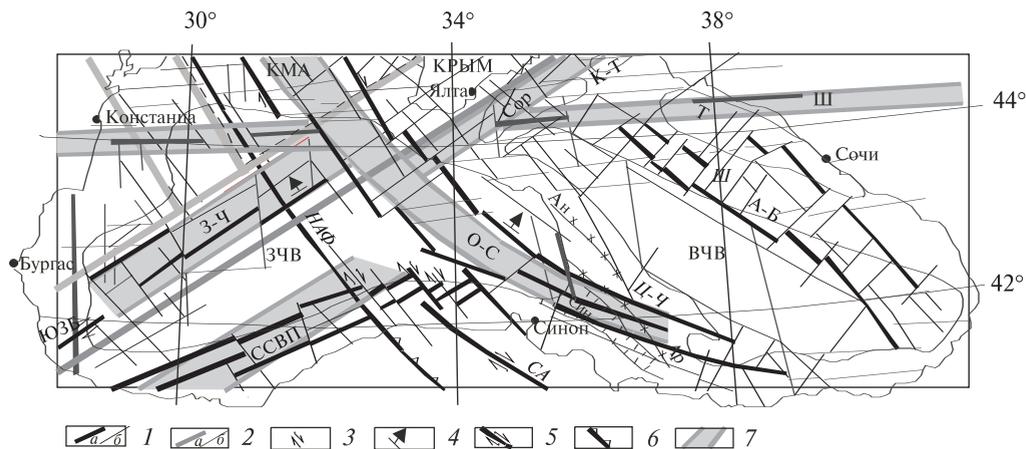


**Рис. 2.** Схематический геологический разрез Черноморской мегавпадины, построенный на основании приведенного в [35] сводного временного разреза по материалам региональных сейсмических исследований МОГТ (указ. отчет). 1 — верхняя мантия, 2 — архей-протерозойский фундамент, 3 — доюрский интервал; 4 — разновозрастный промежуточный комплекс; 5 — верхний мел; 6 — палеоцен—эоцен; 7 — майкоп; 8 — средний—верхний миоцен; 9 — плиоцен—голоцен

слоя, исходя из анализа данных сейсмических исследований и гравиметрии [25, 14, 40, 41, 44]. Выделение под ЗЧВ и ВЧВ подстилающей океанической коры над границей Мохо, на наш взгляд, проблематично. Зона перехода между континентальной и океанической корой здесь несколько отличается от подобных зон в других регионах мира.

На основании приведенного в [35] сводного временного разреза по материалам региональных сейсмических исследований МОГТ (указ. выше отчет) нами был построен схематический геологический разрез (рис. 2), на котором четко фиксируется структурный план поверхности фундамента и осадочного выполнения мегавпадины Черного моря. Изобилие вертикальных разломов (сбросов и их систем) отражает тектонические процессы, произошедшие на рубеже триаса и юры, а также в постмеловое время.

Непрерывность границ на континентальном склоне в связи с наличием здесь интенсивных складчатых и разрывных нарушений, а местами и мощным развитием экзогенных процессов обвально-оползневой характера, как правило, нарушена почти повсеместно.



**Рис. 3.** Схема разломной тектоники консолидированной коры [25]. 1 — разломы диагональной системы первого (а) и второго (б) порядка; 2 — разломы ортогональной системы первого (а) и второго (б) порядка; 3 — направление сдвигов; 4 — предполагаемое направление падения; 5 — Североанатолийский (СА) разлом; 6 — неоальпийский фронт надвигов; 7 — зоны повышенных градиентов мантийной составляющей гравитационного поля. Зоны разломов: О-С — Одесско-Синопская, А-Б — Алуштинско-Батумская, 3-Ч — Западночерноморская, ССВП — субпараллельная сутуре Внутренних Понтид, Ш — Широтная

Поэтому корреляция стратифицированных горизонтов от прибрежных шельфовых зон, расположенных вблизи опорных скважин, через континентальный склон в глубоководную область, где какие-либо конкретные геологические данные о разрезе отсутствуют, — это главная проблема (указ. отчет).

Отдельного внимания заслуживает вопрос о природе границы между глубоководной впадиной и континентальным склоном. Ранее, основываясь на результатах сейсмических работ МОГТ, переходную зону трактовали как флексурный перегиб, не сопровождающийся крупными нарушениями и относительно небольшими перемещениями блоков земной коры [27]. Затем рядом исследователей [28, 33, 17] было показано, что эта граница имеет явно тектонический характер и представляет собой глубинный разлом, по которому произошло значительное смещение фундамента и раздела Мохо, резкое изменение мощности, структуры земной коры и дислоцированности глубоководных осадков. Свидетельством этого служат результаты переинтерпретации материалов ГСЗ по профилю 25, показавшие к югу от Крымского полуострова существование высокоамплитудного сброса, по которому фундамент на шельфе резко (до 8 км) погружается [3]. Этот вывод нашел также свое подтверждение и в результатах последних региональных сейсмических исследований МОГТ [35, 40, 41, а также указ. отчет]. Принципиально новым, на наш взгляд, является тот факт, что ВЧВ и 3ЧВ в меловое время были ограничены сбросами и их системами (см. рис. 5). К сожалению, установить точную геометрию сбросов (планарные, листрические и т.д.) не представляется возможным. Это свидетельствует, по мнению [35], об их рифтовом происхождении в ходе растяжения коры, предположительно в меловое время, на чем мы остановимся ниже.

На наш взгляд, зона перехода от континентального склона к глубоководной впадине представляет собою долгоживущую Циркумчерноморскую зону разломов, осложненную по периметру депрессией переменной ширины, вдоль кото-

рой произошло формирование глубоководных котловин Черного моря [17]. Эти разломы сохраняют активность и в настоящее время, что подтверждается их сейсмичностью, строением консолидированной коры и осадочной толщи, формами рельефа дна и др. Такие активные разломы прослеживаются вдоль Крымского, Кавказского и Анатолийского побережий [26, 27]. Об этом, в частности, косвенно может свидетельствовать сосредоточенность газовых проявлений по периметру глубоководной впадины Черного моря.

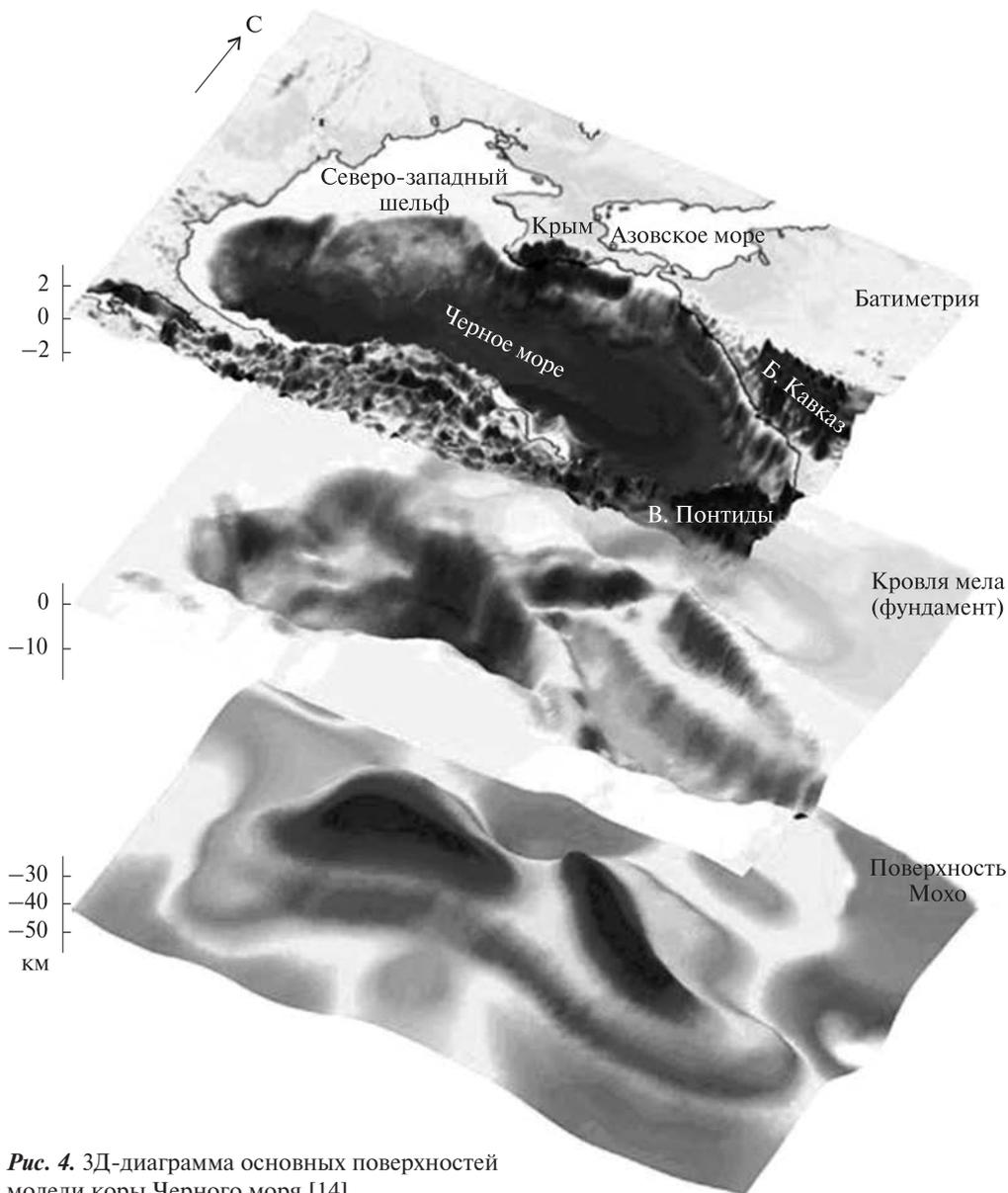
Существенное влияние на формирование Азово-Черноморского региона оказали глубинные разломные зоны мантийного заложения, выходящие далеко за пределы мегавпадины и разделяющие крупные тектонические блоки земной коры. К ним в первую очередь относится Одесско-Синопская разломная зона, которая выделяется параллельно оси Центральнoчерноморского поднятия (ЦЧП) с Восточноевропейской платформы до Понтида (рис. 1, 3) на основании повышенных градиентов мантийной составляющей гравитационного поля [25, 44]. Зафиксированные в западном основании фундамента ЦЧП два разлома (см. рис. 2) возможно служат восточным продолжением этой ключевой трансрегиональной тектонической структуры, которая сыграла большую роль в развитии мегавпадины Черного моря.

ЦЧП, соединяющее Горный Крым со структурами Восточного Понта, представляет собой протяженную положительную структуру — поднятие Андрусова на севере и хребет Архангельского на юге (см. рис. 1). Существенный результат последних региональных сейсмических исследований — выделенная между ними граница в виде грабенообразной депрессии, которую предлагается интерпретировать как грабен растяжения или как зону сдвига-растяжения типа пулл-апарт (указ. отчет).

### **Глубинное строение литосферы Азово-Черноморского региона**

Выполненные в последние годы на основе анализа потенциальных полей и локальной сейсмической томографии структурно-тектонические построения глубины залегания поверхности Мохо для Черноморской мегавпадины [10, 45, 11, 14, 17], наряду с переинтерпретацией геофизических материалов прошлых лет [3, 46] позволили существенно уточнить глубинное строение литосферы Азово-Черноморского региона.

По результатам 3D гравитационного анализа и локальной сейсмической томографии установлено, что морфология рельефа раздела Мохо полностью сопоставима с положительными аномалиями силы тяжести ЗЧВ и ВЧВ и с тектоническим рисунком кровли их меловых отложений [14]. Однако обе эти поверхности находятся в инверсионной зависимости. Если поверхность раздела Мохо образует своды, то располагающиеся над ними осадки представляют собой депрессии с глубиной погружения 15—16 км в ЗЧВ и 12—13 км в ВЧВ (рис. 4). Такое инверсионное залегание тектонических структур, с одной стороны, говорит об их разновозрастности, а с другой, — свидетельствует об образовании депрессий, синхронных погружению сводов основания коры. Иными словами, ранее образовавшиеся своды по поверхности Мохо в силу каких-то определенных причин (о них будет сказано ниже) испытали погружения, что повлекло за собой формирование прогибов вышележащих меловых пород.



**Рис. 4.** 3Д-диаграмма основных поверхностей модели коры Черного моря [14]

Результаты нового сейсмотомографического исследования мантийной литосферы Черноморского бассейна представлены в [32]. Привлечение большего объема сейсмологических данных, наряду с использованием новой методики томографии, разработанной для неравномерного покрытия области трассами [31], дала возможность построить уточненную скоростную модель литосферы мегавпадины Черного моря, которая представляет существенный интерес для геодинамических построений. На рис. 5 приведены скоростные разрезы вдоль профилей, пересекающих Черноморскую впадину в субширотном и меридиональном направлениях. На разрезе по профилю AA' видно существенное различие в распределении скоростных характеристик под ЗЧВ и ВЧВ. А именно, верхние горы-

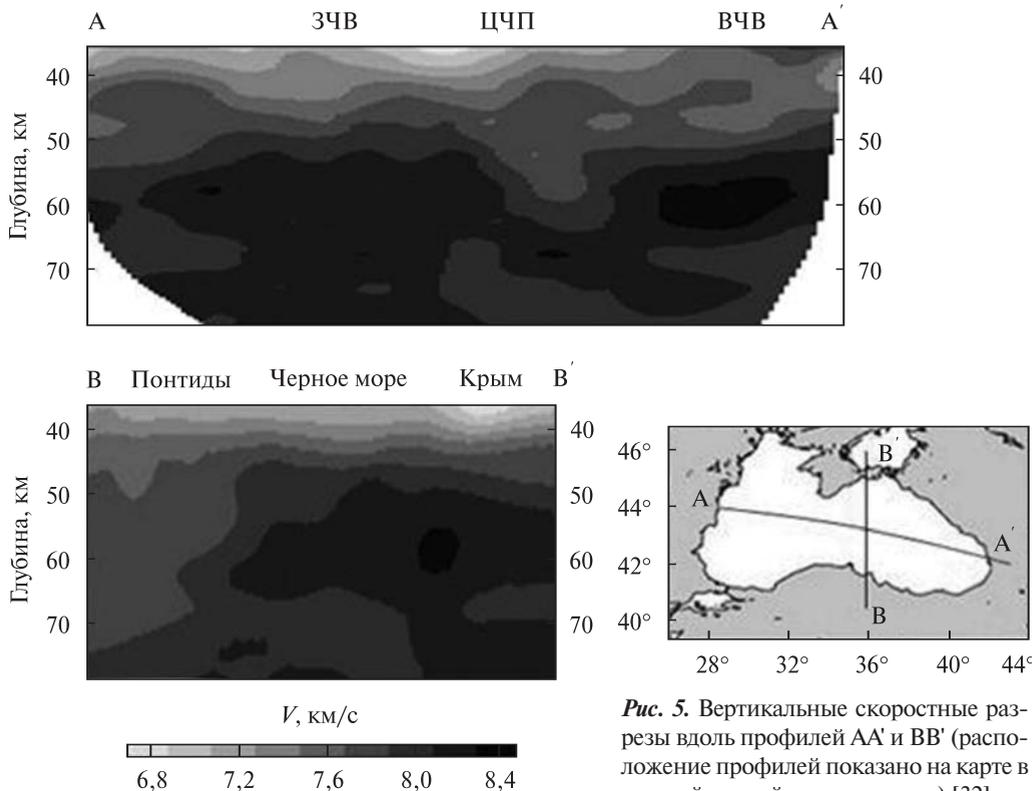


Рис. 5. Вертикальные скоростные разрезы вдоль профилей AA' и BB' (расположение профилей показано на карте в нижней правой части рисунка) [32]

зонты мантии ЗЧВ характеризуются низкой скоростью по сравнению с ВЧВ, а на глубине 60–70 км — высшей. Таким образом, структуру литосферы под ЗЧВ и ВЧВ можно представить как состоящую из высокоскоростных мантийных внедрений на разной глубине — под ЗЧВ центр внедрения располагается на глубине 55–70 км, тогда как под ВЧВ — 45–55 км.

Интерес представляет распределение скорости на разрезе BB' (рис. 5), в верхней части которого под Крымским орогеном на глубине 35–40 км фиксируется зона низкой скорости (6,8–7,2 км/с). Область высокого вертикального градиента скорости в интервале глубин 40–45 км, по-видимому, соответствует границе перехода кора—мантия.

Полученное распределение скорости и конфигурация высокоскоростного мантийного блока однозначно свидетельствуют об отсутствии каких-либо признаков субдукционных перемещений под Крымским орогеном. На этом упорно настаивали В.В. Юдин и М.Е. Герасимов, определяя геодинамику Крымско-Черноморского региона глобальным сжатием Евразийской и Африканско-Аравийской мегаплит, что привело к поддвигу субокеанической коры Черного моря под Евразию и, в частности, под Крым [30].

У авторов рассмотренного выше сейсмотомаграфического исследования [32] возникает логичный вопрос: «...каким образом могла образоваться тонкая высокоскоростная кора, которая обычно считалась океанической, над высокоскоростной континентальной мантийной литосферой ЧМ с повышенными плотностями и реологическими свойствами, близкими к докембрийской ВЕП?». Сле-

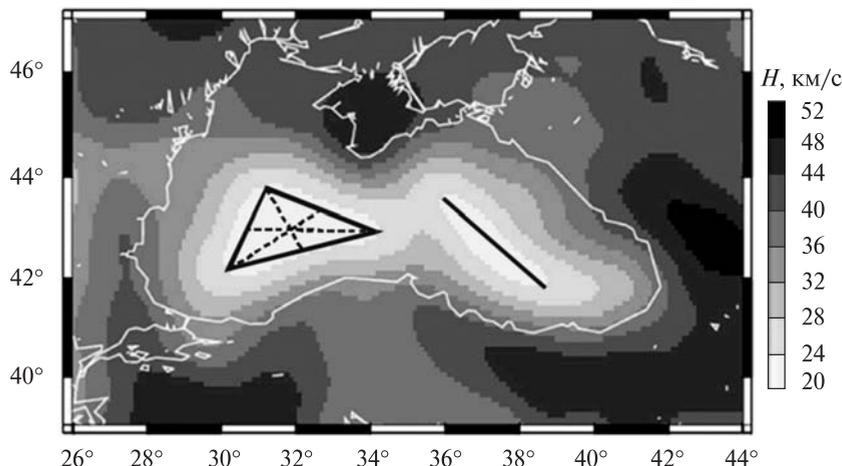


Рис. 6. Карта подошвы коры (поверхности Мохо) с дополнениями по [32]  
Пояснения в тексте

дует согласиться, что полученные результаты не позволяют такую кору считать океанической, аналогичной образовавшейся в зонах океанического спрединга. Такая кора могла образоваться в результате очень сильного растяжения (*hyper-extension*) континентальной коры при рифтогенезе, который не привел к сильным изменениям подстилающей мантии.

Во многих работах, в частности в [24], отмечается определенная унаследованность в общем простирании рифтовых систем ориентировки внутренней структуры фундамента, на котором они закладывались. Сложность и многофазность в развитии земной коры Черноморской мегавпадины четко прослеживаются в ее структуре. Субмеридиональный структурный план, характерный для Украинского щита и Восточноевропейской платформы, присущ ВЧВ. И наоборот: наложенный субширотный план молодых тектонических элементов Скифской плиты характерен для ЗЧВ.

В этой связи привлекает внимание приведенная в [32] топография раздела Мохо, на которой ЗЧВ (в отличие от ВЧВ) характеризуются груботреугольной формой. Проведя по подошве коры (поверхности Мохо) через вершины треугольников прямые линии, найдем место их пересечения в виде характерного тройного сочленения в центре глубоководной котловины (рис. 6). При этом западная сторона треугольника параллельна Западночерноморской зоне разломов, восточная — Одесско-Синопской, южная граничит с субпараллельной сутурой Внутренних Понтидов (см. рис. 3).

Известно, что трехлучевые (рифтогенные) формы растяжения земной коры возникают над поднятием подкорового вещества и сопровождаются сводообразованием [13], как, например, в Афарском рифте в Эфиопии, представляющем собой треугольную область со сторонами 700, 700 и 500 км. В таком же тройном сочленении находятся рифты Северного моря — Викинг, Морей-Ферт и Центральный с их триас-юрским вулканизмом [19]. Аналогично соотносятся между собой рифейские палеорифты Балтийского моря, его Ботнического и Финского заливов. Здесь раздел М имеет высокое стояние — 40 км против 45 км в прилегающих территориях [6]. Более масштабная картина наблюдается в центре древ-

ней Восточноевропейской платформы, где Вольно-Оршанский, Пачелмский и Среднерусский палеорифты встречаются в аналогичном тройном сочленении [20]. Подобные примеры не единичны. К ним относятся также тройные сочленения Исландии [36] и Азорских островов [23, 34] в Атлантическом океане, острова Пасхи в Тихом океане [39] и др.

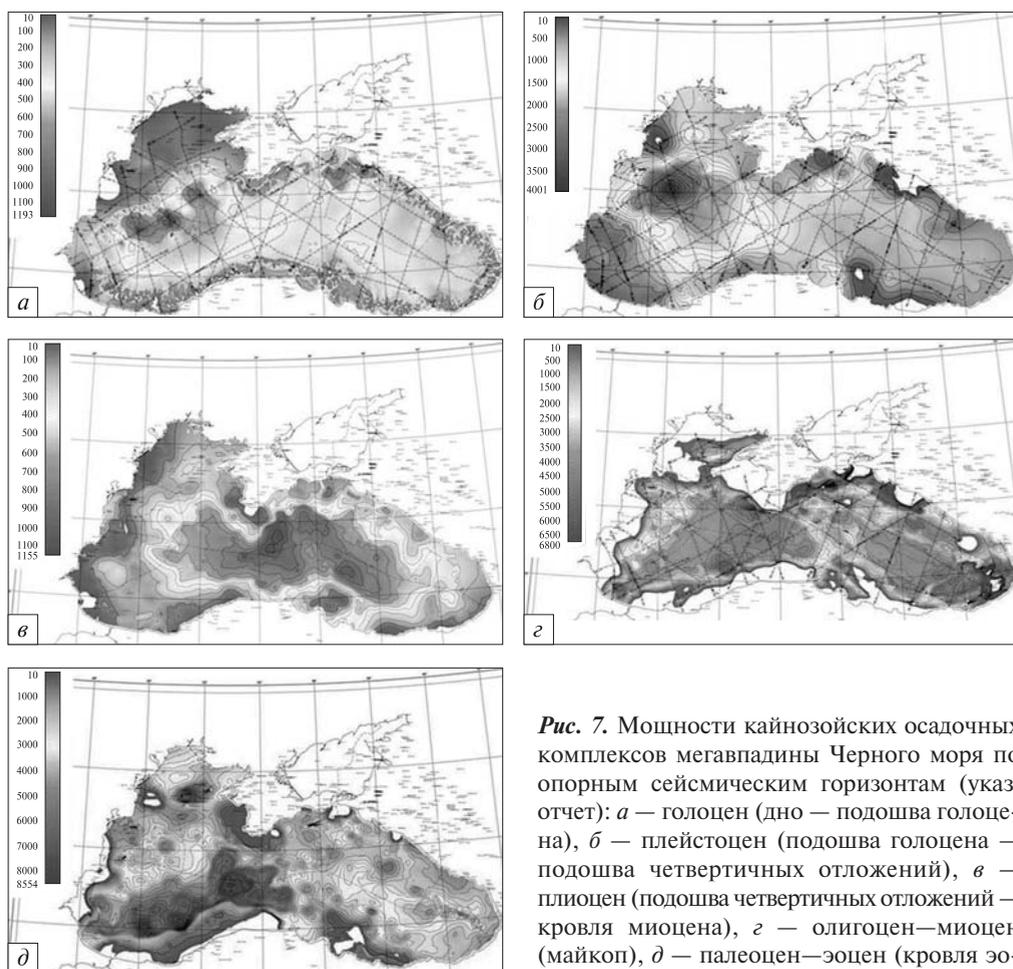
Не исключение и ЗЧВ. Согласно сейсмическим и гравитационным данным, раздел Мохо под ней имеет высокое стояние — 19 км, погружаясь к периферии максимум до 44 км. Таким образом, раздел Мохо образует под ЗЧВ свод с довольно крутыми (до 25°) бортами. Лучи этого тройного сочленения в итоге переходят в ранг рифтогенных структур. Это может служить подтверждением ранее полученным выводам о том, что ЗЧВ возникла за счет раскола континентальной коры (литосферы) и рифтогенеза Скифской платформы [37].

Совершенно иная картина наблюдается в пределах ВЧВ, где наиболее высокое стояние раздела М имеет узколинейную субмеридиональную форму северо-западного простирания (см. рис. 6), параллельную расположенным западнее Центральноечерноморскому поднятию и Одесско-Синопской разломной зоне мантийного заложения. С северо-востока ВЧВ граничит с валом Шатского и Туапсинским прогибом. Последний заполнен кайнозойскими отложениями, смятыми в линейные складки, параллельные простиранию оси раздела Мохо. Это может служить подтверждением представлениям В.Г. Казьмина и его соавторов о том, что ВЧВ возникла в результате раздвига между валами Шатского и Андрусова [16] на Эвксинской субконтинентальной плите в результате мощных деструктивных процессов, которые привели к разрушению плитной структуры в этой части бассейна и образованию в осевой зоне рифтогенной впадины. Приведенные ранее в опубликованной под редакцией А. Робинсона монографии результаты термомеханического моделирования процессов погружения и седиментации мегавпадины Черного моря [43] также свидетельствуют о том, что ее западная и восточная составляющие — различные по структуре бассейны с разной историей развития в разных, но дорифтовых условиях. При этом рифтогенез происходил на различном субстрате: на мощной (до 200 км) литосфере Мизийской платформы — на западе и на маломощной (до 80 км) редуцированной литосфере Скифской плиты — на востоке.

Таким образом, приведенные выше новые фактические данные о глубинном рифтовом строении мегавпадины Черного моря дают основание предположить существенное различие в механизмах образования ее главных структурных единиц — западной и восточной впадин. А именно, первопричина рифтогенеза ЗЧВ — подъем астеносферного диапира, приводящий к развитию вертикальных смещений литосферы, которые в свою очередь приводят к трехлучевому растяжению отдельных участков коры Скифской плиты. Механизм образования ВЧВ предусматривает раздвиг, т. е. разрыв сплошности коры и литосферы Эвксинской субконтинентальной плиты. В этом случае образование мантийного диапира — явление вторичное, связанное с декомпрессией астеносферы под раздвигом. Эти обстоятельства послужили основанием для пересмотра наших предыдущих геодинамических построений [17].

## Сценарий плюм-тектонической обусловленности эволюции Черноморской мегавпадины

Анализ моделей эволюции Черноморской мегавпадины свидетельствует о наличии у исследователей различий как в понимании механизмов ее формирования, так и в определении времени их проявления и роли в развитии тех или иных форм ее внутренней структуры. Основой построения геодинамической модели, несущей черты эволюционизма, стали не только исследования эволюции минерального вещества и установление возрастных границ этой эволюции, но также изучение тектонических особенностей перемещения самого вещества, что составляет основы геодинамики. Обобщение и комплексный подход к анализу современных и ретроспективных геолого-геофизических данных, принятый в этой статье, позволил синтезировать разностороннюю информацию, которая может пролить свет на геодинамическое развитие региона. Ее характеристику следует начать с фактов, инвариантных в любой геодинамической модели Черноморской мегавпадины.



**Рис. 7.** Мощности кайнозойских осадочных комплексов мегавпадины Черного моря по опорным сейсмическим горизонтам (указ. отчет): *а* — голоцен (дно — подошва голоцена), *б* — плейстоцен (подошва голоцена — подошва четвертичных отложений), *в* — плиоцен (подошва четвертичных отложений — кровля миоцена), *з* — олигоцен—миоцен (майкоп), *д* — палеоцен—эоцен (кровля эоцена — подошва верхней юры?)

Мощность и скорость осадконакопления для кайнозойского этапа развития Западно- и Восточночерноморской впадин

Эпоха	Стадии	Продолжительность млн лет	Мощность осадочных комплексов, м						Скорость осадконакопления, м/млн лет					
			Западная			Восточная			Западная			Восточная		
			макс.	мин.	сред.	макс.	мин.	сред.	макс.	мин.	сред.	макс.	мин.	сред.
Средний миоцен — голоцен	Послерифтовая поздняя	16,6	4794	2300	3547	6155	1300	3677	289	136	214	371	78	221
Оligоцен — ранний миоцен (майкоп)	Послерифтовая ранняя	17,1	6000	3000	4500	6800	3500	5150	350	175	263	397	204	301
Палеоцен — эоцен	Рифтовая	32,7	8554	4000	6227	4000	3000	3500	262	122	190	122	91	107

Прежде всего это касается мощности и скорости накопления осадков в мегавпадине Черного моря. Осадочный чехол ЗЧВ и ВЧВ представлен преимущественно глинистыми глубоководными отложениями кайнозойского возраста. Приведенные в [15] скорости осадконакопления в Черноморской мегавпадине находятся в пределах 150—200 м/млн лет, т. е. погружение носило катастрофический характер. Однако результаты одномерного моделирования скорости осадконакопления для отдельных временных интервалов показали в два и более раза их меньшие величины [2]. При этом выделены три стадии погружения мегавпадины, различающиеся скоростью погружения. Первая соответствует позднему мелу—эоцену, скорость погружения 70—80 м/млн лет, вторая (майкопский век) — до 20—30 м/млн лет и третья (плиоцен—четвертичное время) — 85 м/млн лет.

Структуры западной и восточной областей мегавпадины Черного моря имеют различные механизмы образования, а также указанный выше существенный разброс величин скорости осадконакопления, показанных разными группами исследователей. С учетом этого нами были выполнены оценки скорости отдельно для рассмотренных выше стадий кайнозойской эры развития западной и восточной впадин (таблица). Расчеты выполнены на основании экстраполяции данных карт мощностей кайнозойских осадочных комплексов мегавпадины Черного моря по опорным сейсмическим горизонтам (указ. отчет) (рис. 7). Их латеральное распределение, соответствующее отдельным стадиям кайнозойского этапа формирования мегавпадины Черного моря, свидетельствует о различной и сложной динамике развития ее западной и восточной областей.

Согласно А.В. Чекунову, история Черноморской мегавпадины может быть разделена на три основные стадии: дорифтовую эпиконтинентальную (поздний мел); рифтовую (палеоцен—эоцен); послерифтовую,

**Рис. 8.** Графики темпа осадконакопления: 1 — для ЗЧВ, 2 — для ВЧВ, 3 — расчетные скорости при условии начала прогибания ВЧВ в эоцене

молассово-орогенную (олигоцен—антропоген), охватывающую две подстадии: раннюю — дифференцированных опусканий (олигоцен — ранний миоцен, майкопский век) и позднюю — формирования единого бассейна (средний миоцен — антропоген) [28].

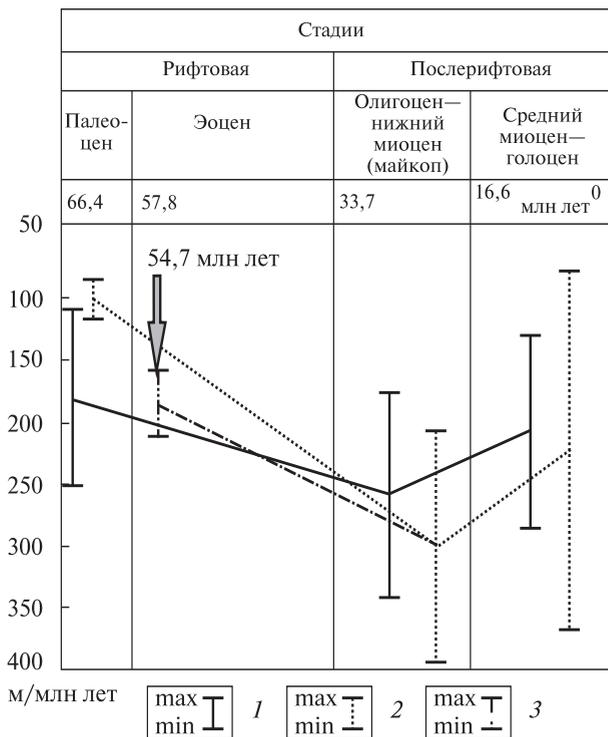
Привлекает внимание существенное различие мощности глубоководных осадков западной и восточной впадин и соответственно скорости их накопления (рис. 7, д). Прежде всего это

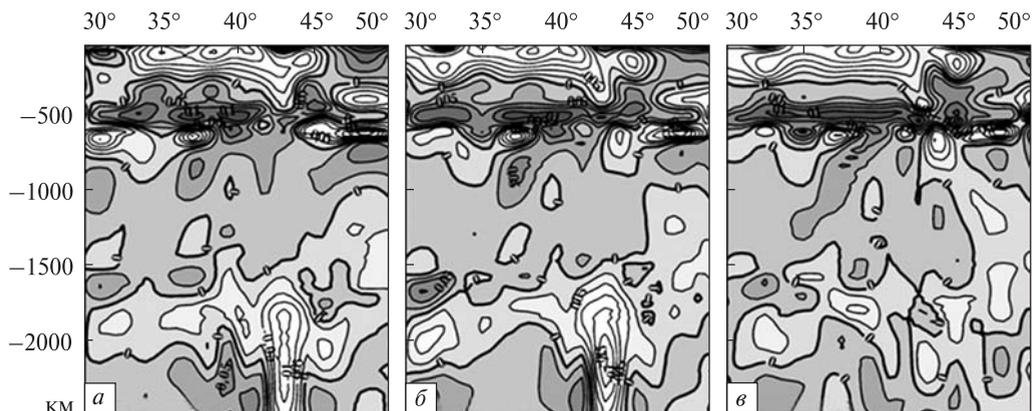
касается рифтового палеоцен-эоценового комплекса, мощность которого в ВЧВ в два с половиной раза больше, чем аналогичных отложений ЗЧВ (таблица). Это самый мощный терригенно-карбонатный комплекс, отражающий специфику осадконакопления в условиях глубоководного морского бассейна. На рис. 8 приведены графики темпов осадконакопления для разных временных интервалов кайнозоя ЗЧВ и ВЧВ. Как видно, скорость осадконакопления палеоцен-эоценового комплекса в двух впадинах имеет существенные различия. Нам представляется, что это различие можно объяснить разным временем начала погружения западной и восточной котловин.

Принимая среднюю скорость осадконакопления в ЗЧВ (190 м/млн лет) и для ВЧВ, путем несложных расчетов получаем время начала погружения последней — 54,7 млн лет назад, что соответствует началу эоцена. Таким образом, если начало рифтогенеза и формирование непосредственно ЗЧВ в условиях постоянного прогибания морского дна приходится на поздний мел, то погружение в зоне ВЧВ началось несколько позже — в эоцене.

В майкопское время мощность и скорость накопления осадков в этих двух впадинах сравнялись (рис. 7, з, табл.), и в миоцене—плиоцене мегавпадина Черного моря приобрела очертания, близкие к современным, превратившись в единую структуру (рис. 7, в).

Рассмотренные выше диапиры с присущими им геофизическими особенностями — по сути, проявления мантийной мультиинтрузии — структуры восходящего движения флюидного потока в виде плюма. Их сегменты, соответствующие апикальным частям плюма, характеризуются катагенезом и метагенезом в соответствии с фазами интенсивного прогибания бассейна, а также гипогенно-





**Рис. 9.** Вертикальные долготные сечения  $P$ -скоростной модели мантии под мегавпадиной Черного моря [8]: *а* —  $34^\circ$  в. д.; *б* —  $35^\circ$  в. д.; *в* —  $36^\circ$  в. д. Темно-серым и серым цветом показаны относительно высокоскоростные неоднородности, светло-серым и белым — относительно низкоскоростные

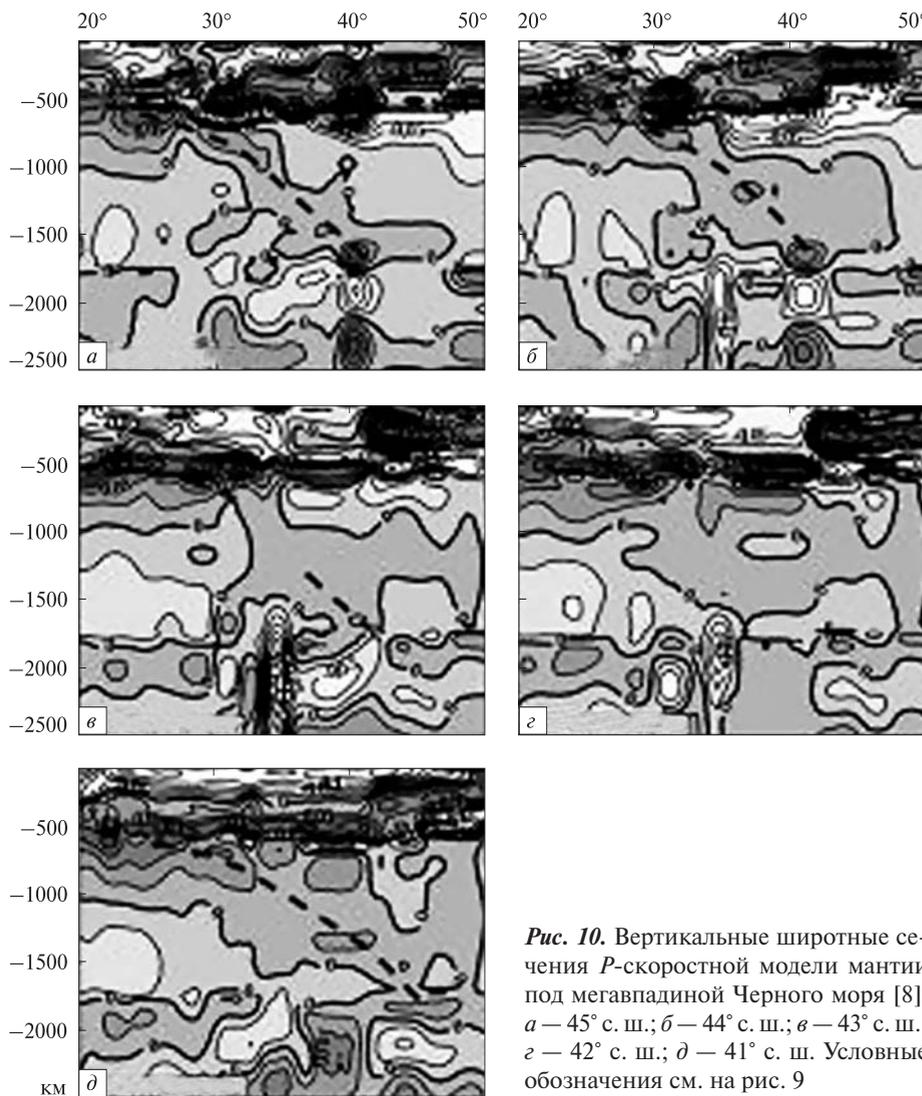
алогенетическим метасоматозом центральных частей «безгранитной» коры ВЧВ и ЗЧВ, обусловленным магматической инъекцией и пластификацией ее вещества диапирами (производными Черноморского плюма). Именно над мантийными диапирами располагаются глубокие НГБ с наиболее крупными месторождениями [18].

Идея плюма как элемента геодинамики возникла сравнительно недавно. Это вызвано, с одной стороны, несостоятельностью тектоники плит, т. к. она не находила объяснения внутриплитному вулканизму и магматизму и, с другой, — успехами сейсмологии, в частности, сейсмической томографии [42].

Разработка и использование методов сейсмотомографии позволили выявить в мантии, в районах т. н. горячих точек, мантийные струи, названные плюмами. Надо отметить, что отношение к этим данным двоякое: некоторые видят в них доказательство реальности плюмов, другие усматривают в них лишь сейсмические шумы [38].

В этой связи существенный интерес представляют сейсмотомографические построения  $P$ -скоростных моделей Восточного Средиземноморья, приведенные в работе [8]. Оставляя за пределами обсуждения выводы авторов об их геодинамической интерпретации, более детально остановимся на выявленных скоростных неоднородностях в мантии непосредственно под Черноморской мегавпадиной (рис. 9, 10).

На вертикальных долготных сечениях  $P$ -скоростной модели мантии непосредственно под ЗЧВ (рис. 9, *а*, *б*) на глубинах от 2500 до 1700 км четко фиксируется низкоскоростная неоднородность ( $\Delta V_p \leq 0,175$  км/с), которую мы отождествляем с реликтом Черноморского плюма. В то же время, под ВЧВ (рис. 9, *в*) подобная аномальная зона отсутствует. В качестве иллюстрации объективности выполненных сейсмотомографических построений могут служить вертикальные широтные сечения ( $41\text{--}45^\circ$  с. ш.)  $P$ -скоростной модели мантии под мегавпадиной Черного моря (рис. 10), а именно наличие указанных выше неоднородностей на широтных сечениях непосредственно под ЗЧВ (рис. 10, *б*—*г*) и их отсутствие на сечениях севернее и южнее мегавпадины Черного моря. Эти пост-



**Рис. 10.** Вертикальные широтные сечения  $P$ -скоростной модели мантии под мегавпадиной Черного моря [8]: *а* — 45° с. ш.; *б* — 44° с. ш.; *в* — 43° с. ш.; *г* — 42° с. ш.; *д* — 41° с. ш. Условные обозначения см. на рис. 9

роения служат существенным подтверждением вышеприведенных соображений о существовании мантийной мультиинтрузии — Черноморского плюма — как структуры разгрузки глубинной энергии. Размещением последней западнее Центральночерноморского поднятия можно объяснить различие в механизме образования главных структурных единиц — западной и восточной впадин Черноморской мегавпадины.

Перемещение в литосферу таких значительных (в первые сотни тысяч кубических километров) масс расплава создавало на глубине эквивалентный их дефицит. В результате происходило компенсационное обрушение, и на поверхности Земли возникали соответствующие погружения. В настоящее время они в виде подвижных компенсационных структур Большого Кавказа, Восточного и Западного Понта, Крымской геосинклинали и Причерноморского прогиба располагаются по периферии Черноморской мегавпадины [17].

Современная Черноморская мегавпадина претерпела в своем развитии две стадии. В прогрессивную стадию сформировался палеосвод, обусловленный подъемом западного мантийного диапира. Эратические валуны рифейских гранитоидов в юрских и меловых осадках Горного Крыма [29] многие исследователи считают остатками этого палеосвода. С его исчезновением связывается отсутствие валунов в более поздних отложениях. Судя по колоссальной мощности осадков в ЗЧВ, исчезновение свода завершилось к началу палеогена и произошло внезапно в результате действия пландж-принципа. Его механизм кратко сводится к погружению изохимической, но существенно уплотненной при кристаллизации, верхней «корки» мантийного диапира в подстилающий расплав, что влечет за собой погружение кровли и формирование глубоководной впадины [17, 21].

Регрессивная стадия связывается с палеоцен-эоценом, когда произошло резкое — по механизму пландж-принципа — погружение Западного палеосвода во внутреннюю область мантийного диапира, которое спровоцировало раздвиг и последующий диапиризм в восточной части Черноморской мегавпадины. Действие механизма пландж-принципа в обеих впадинах сопровождалось выдавливанием подстилающего расплава по периметру термической усадки в виде интрузий. Они известны по периметру Черноморской мегавпадины, где отражены локальными положительными гравитационными аномалиями, ввиду прерывистости их залегания названными «пунктирными». С помощью гравитационного моделирования установлен их ультраосновной состав, а залегание в кайнозойских отложениях указывает на молодость магматизма. Для наиболее древних осадков установлено разное время начала внедрения диапиров: Западного — в среднем палеозое, Восточного — в конце палеозоя—начале мезозоя.

## **Заключение**

Мегавпадина Черного моря наложена на систему разных (от платформенных до складчато-орогенных) бассейнов и их фрагментов (геоблоков), образованных в результате тектоно-геодинамического взаимодействия Восточноевропейской платформы, Скифской, Эвксинской и других плит. Это один из самых сложных в мире тектоно-геодинамических узлов с мощным восходящим углеводородным потоком, обусловленным внедрением мантийного плюма.

На основе анализа потенциальных полей и сейсмической томографии обосновано рифтовое строение мегавпадины Черного моря, предусматривающее существенное различие в механизме образования ее главных структурных единиц — западной и восточной впадин. Современная Черноморская мегавпадина претерпела в своем развитии две стадии. В прогрессивную стадию сформировался палеосвод, обусловленный подъемом Западного мантийного диапира. Регрессивная стадия связывается с палеоцен—эоценом, когда произошло резкое, по механизму пландж-принципа, погружение Западного палеосвода во внутреннюю область мантийного диапира, которое спровоцировало раздвиг и последующий диапиризм в восточной части Черноморской мегавпадины.

Первопричина рифтогенеза ЗЧВ — подъем астеносферного диапира. Спровоцированные им вертикальные смещения литосферы в свою очередь привели к трехлучевому растяжению отдельных участков земной коры Скифской плиты. Образование ВЧВ обусловлено раздвигом, т. е. разрывом сплошности маломощ-

ной редуцированной литосферы Эвксинской субконтинентальной плиты. При этом образование диапира — явление вторичное, связанное с декомпрессией астеносферы под раздвигом.

Указанные диапиры — проявление мантийной мультинтрузии как структуры восходящего движения флюидного потока в виде плюма. Их сегменты, соответствующие апикальным частям плюма, с одной стороны, характеризуются катагенезом и метагенезом в соответствии с фазами интенсивного прогибания бассейна. С другой — гипогенно-алогенетическим метасоматозом центральных частей «безгранитной» коры ВЧВ и ЗЧВ, обусловленным магматической инъекцией и пластификацией ее вещества. Именно над мантийными диапирами располагаются глубокие НГБ с наиболее крупными месторождениями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбом структурных карт и карт мощностей кайнозойских отложений Черноморской впадины. М-6 1:1 500 000 / Под ред. Д.А. Туголесова. — М., 1989.
2. Афанасенков А.П., Никишин А.М., Обухов А.Н. Геологическое строение и углеводородный потенциал Восточно-Черноморского региона. — М. : Научн. мир, 2007. — 172 с.
3. Баранова Е.П., Егорова Т.П., Омельченко В.Д. Переинтерпретация сейсмических материалов ГСЗ и гравитационное моделирование по профилям 25, 28 и 29 в Черном и Азовском морях // Геофиз. журн. — 2008. — № 5. — С. 124—144.
4. Бугаенко И.В., Заец Л.Н., Цветкова Т.А. Скоростная типизация средней и нижней мантии Европы // Геофиз. журн. — 2015. — 37, № 3. — С. 88—101.
5. Бугаенко И.В., Шумлянская Л.А., Заец Л.Н., Цветкова Т.А. Трехмерная *P*-скоростная модель мантии Черного моря и прилегающей территории // Геофиз. журн. — 2008. — 30, № 5. — С. 145—160.
6. Валеев Р.М. Авлакогены Восточно-Европейской платформы. — М. : Недра, 1978. — 152 с.
7. Гейко В.С., Бугаенко И.В., Шумлянская Л.А., Заец Л.Н., Цветкова Т.А. 3D *P*-скоростное строение верхней мантии Восточного Средиземноморья // Геофиз. журн. — 2007. — 29, № 4. — С. 13—30.
8. Гинтов О.Б., Цветкова Т.А., Бугаенко И.В., Муровская А.В. Некоторые особенности строения мантии Восточного Средиземноморья и их геодинамическая интерпретация // Геофиз. журн. — 38, 2016. — № 1. — С. 17—29.
9. Гобаренко В.С., Егорова Т.П. Структура литосферы и геодинамика Западно- и Восточно-черноморской впадин // Физика Земли. — 2010. — 6. — С. 49—66.
10. Гобаренко В.С., Егорова Т.П. Трехмерная *P*-скоростная модель литосферы Черного моря по данным локальной сейсмической томографии // Геофиз. журн. — 2008. — 30, № 5. — С. 161—177.
11. Гобаренко В.С., Яновская Т.Б. Скоростная структура верхних этажей мантии бассейна Черного моря // Геофиз. журн. — 2011. — 33, № 3. — С. 62—74.
12. Гончаров В.П., Непрочнов Ю.П., Непрочнова А.Ф. Рельеф дна и глубинное строение Черноморской впадины. — М. : Наука, 1972. — 159 с.
13. Грачев А.Ф. Магматические плюмы и проблемы геодинамики // Физика Земли. — 2000. — № 4. — С. 3—37.
14. Егорова Т.П., Гобаренко В.С., Яновская Т.Б., Баранова К.П. Строение литосферы Черного моря по результатам 3D гравитационного анализа и сейсмической томографии // Геофиз. журнал. — 2012. — 34, № 5. — С. 38—59.
15. Земная кора и история развития Черноморской впадины / Ред. Ю.Д. Буланже, М.В. Муратов, С.И. Субботин, Б.К. Балавадзе. — М. : Наука, 1975. — 258 с.

16. Казьмин В.Г., Шрейдер А.А., Финетти И., Мелихов В.Р. и др. Ранние стадии развития Черного моря по сейсмическим данным // Геотектоника. — 2000. — № 1. — С. 46—60.
17. Коболев В.П. Геодинамическая модель Черноморской мегавпадины // Геофиз. журн. — 2003. — 25, № 2. — С. 15—35.
18. Лукин А.Е. Гипогенно-аллогенетическое разуплотнение — ведущий фактор формирования вторичных коллекторов нефти и газа // Геол. журн. — 2002. — № 4. — С. 15—32.
19. Мирлин Е.Г. Раздвижение литосферных плит и рифтогенез. — М. : Недра, 1985. — 249 с.
20. Оровецкий Ю.П. Горячие пояса в докембрийской истории Восточно-Европейской платформы // ДАН Украины. — 1994. — № 10. — С. 106—111.
21. Оровецкий Ю.П., Коболев В.П. Горячие пояса Земли. — К. : Наук. думка, 2006. — 312 с.
22. Пояснительная записка к альбому структурных карт и карт мощностей кайнозойских отложений Черноморской впадины / Горшков А.С., Туголесов Д.А., Мейснер Л.Б., Соловьев В.В., Хахалев Е.М. — Геленджик, 1993. — 71 с.
23. Пуцаровский Ю.И. Тектонические зоны в структуре дна океанов // Геотектоника. — 2000. — № 3. — С. 3—20.
24. Разваляев А.В. Континентальный рифтогенез и его предыстория. — М. : Недра, 1988. — 192 с.
25. Старостенко В.И., Макаренко И.Б., Русаков О.М., Пашкевич И.К. и др. Геофизические неоднородности мегавпадины литосферы Черного моря // Геофиз. журн. — 2010. — 32, № 5. — С. 3—20.
26. Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б., Соловьев В.В., Хахалев Е.М. Тектоника Черноморской впадины // Геотектоника. — 1985. — № 6. — С. 3—20.
27. Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б. и др. Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины. — М. : Недра, 1985. — 215 с.
28. Чекунов А.В. Рифтогенез и механизм формирования Черноморской впадины // Докл. АН УССР. Сер. Б. — 1987. — № 2. — С. 25—28.
29. Шнюков Е.Ф., Щербаков И.В., Шнюкова Е.Е. Палеоостровная дуга севера Черного моря. ОМГОР НАН Украины, 1997. — 288 с.
30. Юдин В.В., Герасимов М.Е. Геодинамическая модель Крымско-Черноморского и прилегающих регионов // Сб. материалов конф. — Симферополь, 1997. — С. 4—11.
31. Яновская Т.Б. Методика трехмерной лучевой томографии, основанная на предположении о гладкости латеральных вариаций скорости // Физика Земли. — 2012. — № 5. — С. 1—15.
32. Яновская Т.Б., Гобаренко В.С., Егорова Т.П. Строение подкоровой литосферы Черноморского бассейна по сейсмологическим данным // Физика Земли. — 2016. — № 1. — С. 15—30.
33. Banks C.J., Robinson A. Mesozoic strike-slip back-arc basins of the western Black Sea region. In: Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region / ed. Robinson A.G. — AAPG Memoir. — 1997. — 68. — P. 53—62.
34. Detrick R.S., Needham H.D., Renald V. Gravity anomalies and crystal thickness variations along the Mid-Atlantic Ridge between 330 N and 400 N // Jour. of Grapples. Research. — 1995. — 100, № 133. — P. 3767—3787.
35. Graham R., Kaymakci N., Horn B.W. The Black Sea: something different // GEO ExPro Magazine. — 2013. October. — P. 58—62.
36. Helmberger D.V., Ding L. Seismic evidence that the source of the Iceland hotspot lies at the core — mantle boundary // Nature. — 1998. — 396, № 6708. — P. 251—255.
37. Hippolite J.-C. Geodynamics of Dobrogea (Romania): new constraints on the evolution of the Tornquist-Teisseyre Line, the Black Sea and the Carpathians // Tectonophysics. — 2002. — 357. — P. 33—53.
38. Kerr R.A. Rising plumes in Earth's mantle: phantom or real // Science. — 2006. — 313. — P. 1726.

39. *Kindsley R.H., Shilling J.C.* Plum ridge interaction in the Easter—Sales and Gone seamount + chain-Easter microplate system: Pb isotope evidence // *Journ. of Geophys. Research.* — 1998. — **103**, № B10. — P. 24159—24177.
40. *Nikishin A.M., Okay A.I., Tüysüz O., Demirel A., Amelin N., Petrov E.* The Black Sea basins structure and history: New model based on new deep penetration regional seismic data. Part 1: Basins structure and fill // *Marine and Petroleum Geology.* — 2014. — Doi <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpetgeo>. — 2014.08.017.
41. *Nikishin A.M., Wannier M., Alekseev A.S., Almendinger O.A., Fokin P.A., Gabdullin R.R., Khudoley A.K., Kopaevich L.F., Mityukov A.V., Petrov E.I., Rubtsova E.V.* Mesozoic to recent geological history of southern Crimea and the Eastern Black Sea region // *Sosson, M., Stephenson, R.A. & Adamia, S.A. (eds) Tectonic Evolution of the Eastern Black Sea and Caucasus / Geological Society, London, Special Publications.* — 2015. — **428**. — Doi <http://doi.org/10.1144/SP428.1>.
42. *Nolet G., Karato S.-I., Montelli R.* Plume fluxes from seismic tomography // *Earth Planet. Sci. Lett.* — 2006. — **248**. — P. 685—699.
43. *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region // AAPG Memoir.* 1997. — **68**. — 385 p.
44. *Starostenko V.I., Rusakov O.M., Pashkevich I.K., Kutas R.I., Makarenko I.B., Legostaeva O.V., Lebed T.V., Savchenko A.S.* Heterogeneous structure of the lithosphere in the Black Sea from a multidisciplinary analysis of geophysical fields // *Геофиз. журн.* — 2015. — **37**, № 2. — С. 3—28.
45. *Yegorova T., Gobarenko V.* Structure of the Earth's crust and upper mantle of West- and East-Black Sea Basins revealed from geophysical data and its tectonic implications. *Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform / eds. Sosson M., Kaymakci N., Stephenson R., Bergerat F., Starostenko V. // Spec. Publ. Geol. Soc.* — 2010. — **340**. — P. 23—42.
46. *Yegorova T.P., Baranova E.P., Omelchenko V.D.* The crustal structure of the Black Sea from reinterpretation of Deep Seismic Sounding data acquired in the 1960 s // *Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform / Eds. M. Sosson, N. Kaymakci, R. Stephenson, F. Bergerat, V. Starostenko // Geol. Soc. Spec. Publ.* — 2010. — **340**. — P. 43—56.
47. *Yegorova T., Gobarenko V., Yanovskaya T.* Lithosphere structure of the Black Sea from 3D gravity analysis and seismic tomography // *Geophys. J. Int.* — 2013. — **193**. — P. 287—303.

Статья поступила 13.05.2016

*В.П. Кобелев*

#### ПЛУМ-ТЕКТОНІЧНИЙ АСПЕКТ РИФТОГЕНЕЗУ ТА ЕВОЛЮЦІЇ МЕГАЗАПАДИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

У статті проаналізовано отримані за останні роки геофізичні матеріали з вивчення глибинної будови Чорноморської мегазападини і розглянуто ряд проблемних і дискусійних питань її формування. Обґрунтовано істотну відмінність у механізмах утворення її головних структурних одиниць — західної і східної западин. А саме, першопричиною рифтогенезу західної западини є підйом астеносферного діапіру, що призводить до трипроменевого розтягування окремих ділянок земної кори Скіфської плити. Механізм утворення східної западини передбачає розсув, тобто розрив суцільності кори й літосфери Евксинської субконтинентальної плити. У результаті розрахунків темпів осадонагромадження встановлено, що початок рифтогенезу і формування безпосередньо західної западини припадає на пізню крейду, а занурення в зоні східної западини почалося в еоцені. Залучення плюм-тектонічного механізму дозволило з нових позицій оцінити роль геодинамічних факторів, пов'язаних із рифтингом та еволюцією Чорноморської мегазападини.

**Ключові слова:** *мантія, літосфера, геоблок, рифт, розсув.*

*V.P. Kobolev*

PLUM-TECTONIC ASPECT OF RIFTING  
AND EVOLUTION OF THE BLACK SEA MEGADEPRESSION

The article analyzes the geophysical data in study the deep structure of the Black Sea megadepression obtained in recent years and a number of issues of concern and discussion of its formation are considered. It is proved significant difference in the formation mechanism of its main structural units — the western and eastern trough. Namely, the primary cause of the western rift depression is the rise of the asthenosphere diapir, leading to a three-prong stretching of individual sections of the earth's crust Scythian plate. The formation mechanism of the eastern depression involves extension, i.e. break the continuity of the crust and lithosphere of the Euxinus subcontinental plate. According to established rate of sedimentation, the beginning of the rifting and formation directly western trough time to Late Cretaceous and the dipping in area of the eastern trough had begun in Eocene. Attraction plume tectonic mechanism allowed a new position to assess the role of geodynamic factors associated with rifting and evolution of the Black Sea megadepression.

**Key words:** *mantle, lithosphere, rift, geoblock, pull.*