



<https://doi.org/10.36023/ujrs.2021.8.1.189>

УДК [551.243:551.4] (4)

## Тектонолинеаментный каркас Причерноморского региона и сопредельных территорий

В. В. Покалюк<sup>1\*</sup>, И. Э. Ломакин<sup>2</sup>, В. Г. Верховцев<sup>1</sup>, В. В. Кочелаб<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГУ “Институт геохимии окружающей среды НАН Украины”, пр-т. Палладина 34-А, Киев 03142, Украина

<sup>2</sup>ГНУ “Центр проблем морской геологии, геоэкологии и осадочного рудообразования НАН Украины”, ул. Олеса Гончара 55-Б, Киев 01054, Украина

Современные высокоточные глобальные цифровые 3-D модели рельефа континентов и дна океанов (SRTM, GEBSCO) являются той объективной основой, которая позволяет уточнить строение и особенности организации планетарной сети разломов Причерноморского региона и сопредельных территорий Средиземноморского подвижного пояса и окружающих платформенных областей, определить расположение здесь главных трансрегиональных мегалинеаментов, образующих глубинный структурно-тектонический каркас территории. Устанавливается полная согласованность структурного плана разломов и разломных зон в пределах морских акваторий и континентальности окружения. Структурная позиция Черноморского бассейна в целом определяется расположением его в области пересечения (суперпозиции, интерференции) диагональных (субдиагональных) трансконтинентальных тектонолинеаментных поясов: северо-западных — Балтийско-Иранского (Эльбско-Загросского), Кавказско-Копетдагского, и северо-восточного — Атласо-Черноморского. Отсутствие масштабных латеральных смещений в узлах пересечения разноориентированных систем супер-мегалинеаментов указывает на относительную стационарность и унаследованность тектонолинеаментного каркаса в течение как минимум всего мезокайнозоя и относительно малодиспозитивный характер его реализации. Такая особенность структурного рисунка Причерноморья существенно ограничивает использование неомобилистских геодинамических моделей для реконструкции истории геологического развития региона. Строгая согласованность и упорядоченность тектонолинеаментного каркаса может быть обеспечена только глобальными факторами общепланетарного характера, связанными с ротационным режимом Земли и его влиянием на распределение напряжений в литосфере.

**Ключевые слова:** Средиземноморский подвижный пояс, Черноморский бассейн, тектонолинеаменты, SRTM, GEBSCO, планетарная разломная сеть, структурный каркас, разломно-блоковая тектоника

© В. В. Покалюк, И. Э. Ломакин, В. Г. Верховцев, В. В. Кочелаб. 2021

### 1. Введение

Диагностика тектонолинеаментных/разломных зон планетарного ранга, так называемых супер-мегалинеаментов, определяющих глубинный тектонический каркас литосферы остаётся актуальной задачей геотектоники в связи с первостепенным значением этих зон для структурного районирования и поисков залежей разнообразных полезных ископаемых. Эти структуры создают мегаблоковую делимость литосферы и контролируют развитие крупных регионов на протяжении целых эпох геологической истории. Изучение их дает возможность понять взаимосвязь и строгую упорядоченность разломных ансамблей меньших рангов.

Известные тектонические карты и схемы Черноморского региона и сопредельных территорий оставляют неясными взаимоотношение и расположение здесь многих главнейших разломных зон. Из-за расхождений в методике и критериях их выделения, карты и схемы разных авторов существенно отличаются. Современные высоко-

точные глобальные цифровые 3-D модели рельефа континентов и дна океанов (SRTM, GEBSCO) являются той объективной основой, которая позволяет уточнить строение планетарной разломной сети и особенности ее организации в конкретных регионах или сегментах земной коры.

В приложении к Черноморскому региону и его континентальному окружению исследования тектонолинеаментного каркаса чрезвычайно актуальны, поскольку создают новую методическую, теоретическую и фактологическую основу для структурно-тектонического районирования территории, выяснения истории ее геологического развития и генезиса глубоководных впадин, выработки рациональных критериев прогноза и поисков полезных ископаемых, в первую очередь углеводородов.

Цель данной статьи — на основании анализа современных цифровых картографических материалов радарных съемок рельефа континентов и дна океанов как объективной основы для тектонического дешифрирования и с учетом уже известных геолого-геофизических данных уточнить расположение и строение некоторых важнейших тектонолинеаментных/разломных зон надрегионального ранга Причерноморья и сопредельных территорий, показать строгую упорядоченность и согласованность их структурной организации.

\* E-mail: [pvskan@ukr.net](mailto:pvskan@ukr.net)  
<https://orcid.org/0000-0002-9282-0246>

## 2. Методика и материалы

Методика исследований основана на известных принципах и методических правилах линеаментного анализа и визуального дешифрирования аэрокосмоснимков (Кац и др., 1986; Михайлов и др., 1993; Корчуганова, 2006; и др.). Особое внимание уделялось анализу чрезвычайно информативных материалов космических радарных съёмок ресурсов NASA и USGS (SRTM, GTOPO30, Aster GDEM) и цифровых моделей подводного рельефа ресурсов GEBCO (Marine geoscience Data GMOD, EMODnet), изображений Google Earth, охватывающих Черноморский регион, его континентальное окружение, а также сопредельные территории Восточно-Европейской платформы и Средиземноморского подвижного пояса. Использован значительный объем картографических (топографических, геологических, тектонических, геофизических батиметрических, структурно-сейсмостратиграфических) и других данных. Для обеспечения корректного сопоставления и визуального восприятия угловых соотношений между разнонаправленными линеаментами использована картографическая равноугольная проекция Меркатора.

## 3. Исторические предпосылки. Положение Черноморского бассейна в структуре трансрегиональных супер-мегаэлинементов и дизъюнктивно-пликативных зон

Черноморский бассейн входит в состав Средиземноморского (Альпийско-Гималайского) подвижного пояса (Хаин, 1984) — линейной полосовидной структуры планетарного ранга субширотного запад-северо-западного простирания, одной из трансконтинентальных “зон глобальных сколов” Земли по Л. М. Расцветаеву (Расцветаев, 1987). Западный сегмент этого пояса, от гор Атласа (Марокко) и Пиренеев до Макрана (Иран), протягивается более чем на 5 000 км при ширине около 1 500 км. Он характеризуется общим пересекающимся планом двух диагональных (северо-западных и северо-восточных) направлений слагающих его морфо- и тектоноструктур (с преобладанием северо-западных) и в целом праводвиговым характером деформаций (Расцветаев, 1987; Копп, 1997; Расцветаев, Тверитинова, 2016). Праводвиговый тип деформаций свойственен большинству “продольных” (северо-западных) дизъюнктивных зон и складчатых структур пояса (дизпликатов). Ярким примером являются главные продольные швы складчатых орогенов Кавказа, Копетдага, Загроса, Динаро-Эллинид, Восточных Карпат, имеющие праводвиговый характер, “закрученная” по часовой стрелке форма Карпато-Балканской складчатой петли (сигмоиды). Глубоководные субокеанические впадины Средиземного, Черного и Каспийского морей, а также внутриконтинентальные Мизийская и Паннонская депрессии (плиты), располагаясь внутри этого трансконтинентального праводвигового пояса между системами эшелонированных надрегиональных разломных зон, и околтуренные дугами складчатых орогенов, имеют в этом аспекте вполне однотипную структурно-динамическую позицию.

Внутренняя структура Средиземноморского подвижного пояса характеризуется сложной иерархией. Если рассматривать пояс как линейную структуру первого (трансконтинентального) порядка, то к структурам второго порядка можно отнести выделенные В. Е. Хаиным (Хаин, 1984) четыре цепи (ветви) складчатых альпийских орогенов: 1) Пиренеи–Альпы–Карпаты–Балканиды–Понтиды–Малый Кавказ–Эльбурс–Туркмено–Хорасанские горы; 2) Северная Добруджа–Горный Крым–Большой Кавказ–Копетдаг; 3) Апеннины–Калаба-

риды–Северная Сицилия–Тунмский пролив–Телль (Тунис и Алжир)–Эр-Риф в Марокко; 4) Динариды–Эллиниды–Эгейское море–Критская дуга–Тавриды–Загрос–Белуджистанские горы–Гималаи. Единство указанных ветвей и связи между отдельными звеньями, по замечанию самого В. Е. Хаина, не должны переоцениваться. Третий порядок тектонических структур составляют отдельные складчато-покровные сооружения и расположенные между ними более жесткие блоки (глыбы). В тесной ассоциации и иерархическом соответствии со складчато-покровными и глыбовыми сооружениями находятся ансамбли дизъюнктивов, вместе формирующие сложный многоуровневый пликтивно-дизъюнктивный тектонолинеаментный каркас.

Максимум публикаций по изучению тектонолинеаментного каркаса рассматриваемого региона пришелся на 70–80 годы XX столетия. Этой теме посвящены работы С. Л. Бызовой, М. Л. Коппа, Л. М. Расцветаева, В. А. Буша, Я. Г. Каца, А. И. Полетаева, Э. Ф. Румянцевой, А. Г. Рябухина, В. Я. Ероменко, Г. И. Каттерфельда, В. И. Макарова, А. Я. Красношека, С. С. Быстревской, Н. С. Афанасьевой, В. Д. Скарятин, С. В. Атанасяна, В. З. Сахатова, И. И. Чебаненко, А. В. Чекунова, Д. М. Трофимова, В. Г. Трифонова и многих других. В числе иностранных авторов этой проблемой занимались Е. Bonchev, N. Katskov, D. Stoychev, M. Boccaletti, I. Zagorchev и многие другие. Большим вкладом в изучение разломных сетей региона стали карты разломной тектоники на основании дешифрирования космических снимков, несомненно актуальные до настоящего времени: космогенная карта европейских стран — членов СЭВ и СФРЮ, масштаба 1: 1 000 000, под редакцией Н. В. Межеловского (Космотектоническая карта..., 1987); карта разрывных нарушений и основных зон линеаментов юго-запада СССР (с использованием материалов космической съемки) масштаба 1: 1 000 000, под редакцией Н. А. Крылова (Карта..., 1988); тектоническая схема Средиземноморья масштаба 1: 5 000 000 (Boccaletti, Dainelli, 1982). О линеаментном/разломном каркасе внутри акватории Черноморского бассейна свидетельствуют результаты средне-крупномасштабных геофизических работ и данные цифровой батиметрии (Маловицкий и др., 1969; Гончаров и др., 1972; Корнев, 1982; Туголесов, 1985; Robinson, 1996, 1997; Nikishin et al., 2014; и др.).

## 4. Результаты

На основании дешифрирования материалов глобальных космических радарных съёмок ранее нами было показано (Ломакин и др., 2017) существование системы транссредиземноморских полосовидных тектонолинеаментных дизъюнктивно-пликативных зон/поясов ВСВ ориентировки, секущих Средиземноморский подвижный пояс и частично выходящих за его внешние границы в прилегающие области Африки и Евразии (Рис. 1 а). В их числе выделены Иберийско-Паннонский, Атласо-Черноморский, Восточно-Средиземноморско-Восточно-Анатолийский тектонолинеаментные пояса. Эти полосовидные мегаструктуры представляют собой протяженные (до 6 000 км) и достаточно широкие (до 500 км) зоны концентрирования тектонолинеаментов меньших рангов.

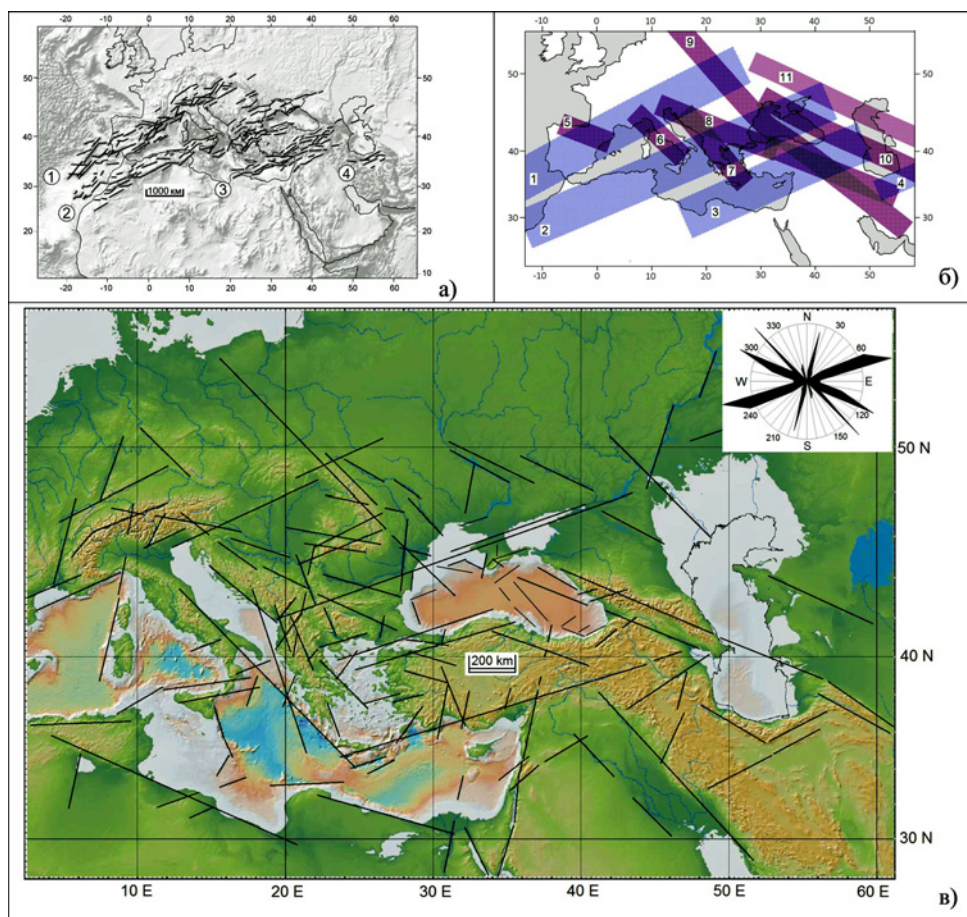
В тесном динамическом сочетании с ВСВ поясами находятся пояса северо-западных румбов: Сармато-Туранский (линеамент Карпинского), Кавказско-Копетдагский, Балтийско-Иранский (Эльбско-Загросский), Динаро-Эллинский и другие (Рис. 1 б). Совместно они формируют диагонально-перекрестный структурный план/рисунок всего Средиземноморского пояса и его платформенного окружения, отражающий наиболее общие закономерности пространственного

распределения глубинных неоднородностей литосферы и делимости ее на разномасштабные блоки зонами планетарной мегатрещиноватости. Черноморский регион в этом аспекте полностью подчиняется этому общему структурному плану — располагается в области пересечения крупнейших для Средиземноморья диагональных тектонолинеamentных поясов — Атласо-Черноморского, Балтийско-Иранского (Эльбско-Загросского) и Кавказско-Копетдагского.

Наиболее крупные линейные структуры, играющие важную роль в строении территории, в том числе дальнего окружения Черноморского бассейна, отражены в генерализованном виде на схеме (Рис. 1 в). В расположении этих структур вполне явно наблюдается упорядоченность, выраженная в присутствии вполне определенных статистически значимых дискретных направлений. На трансрегиональном уровне доминируют линеamentы субдиагональных, диагональных систем, в меньшей степени развиты субмеридиональные и наименее — субширотные. Количество значимых дискретных максимумов на розе-диаграмме линеamentов — 5, в порядке значимости: субдиагональные  $65\text{--}75^\circ$  и  $285\text{--}295^\circ$ , диагональная  $315^\circ$ , субмеридиональные  $15^\circ$  и  $340^\circ$ . Ниже приводится краткая характеристика основных линейных структур на основании структурно-геоморфологического дешифрирования и ранее опубликованных материалов других исследователей.

#### 4.1. Ли́неamentы северо-западных румбов

*Карпинского (Сармато-Туранский) суперлинеament / тектонолинеamentный пояс (Айсберг и др., 1971; Панов, 1988; Волож и др., 1999, 2009; Леонов и др., 2010; Ломакин и др., 2019)* представляет собой долгоживущую (рифей-кайнозойскую) зону дислокаций планетарного масштаба, вытянутую субпараллельно Кавказскому хребту от Белоруссии через Украину и другие регионы вплоть до Таджикистана. Протяженность линеamenta  $\sim 4\ 500\text{ км}$  при ширине  $150\text{--}300\text{ км}$ . Пояс Карпинского крайне разнообразен на разных своих отрезках, состоит из различных морфо-тектонических геоструктурных элементов (линейных грабенов, валообразных поднятий, складчатых прогибов и орогенов, шовных зон и др.), рассекает и разобщает очень разные по своему характеру и рангу блоки земной коры (древние и молодые платформы, щиты, зоны мезокайнозойской эпиплатформенной орогении, складчатые коллизионные зоны), являясь при этом единой трансконтинентальной сквозной структурой. Сопряжение всех этих разнородных элементов в составе одного пояса концентрации глубинных разломов контролируется долгоживущей квазистационарной упорядоченной планетарной регматической сетью, ее северо-западной диагональной системой (Ломакин и др., 2019).



**Рис. 1.** Положение Черноморского бассейна в структуре пересечения трансконтинентальных и трансрегиональных тектонолинеamentных поясов и линеamentов Средиземноморского подвижного пояса: а) — эшелонированные транссредиземноморские тектонолинеamentные пояса северо-восточного простираия (из работы (Ломакин и др., 2017), б) — перекрестный структурный план диагональных (северо-восточных и северо-западных) тектонолинеamentных поясов: Иберийско-Паннонский (1), Атласо-Черноморский (2), Восточно-Средиземноморско-Восточно-Анатолийский (3), Эльбурский (4), Пиренейский (5), Аппенинский (6), Динаро-Эллинский (7), Драва-Дунай-Камчинский (Драва-Босфорский) (8), Балтийско-Иранский (Эльбско-Загросский) (9), Кавказско-Копетдагский (10), Сармато-Туранский (линеament Карпинского) (11), в) — схема важнейших линеamentов Черноморского региона и сопредельных территорий

Суперлинеament разделяется в продольном направлении на две части наиболее крупного ранга, кулисно подставляющие (продолжающие) друг друга по простиранию, согласно Ю. А. Воложу с коллегами (Волож, 1999, 2009; Леонов и др., 2010): 1 — северо-западную палеорифтогенную (Сарматско-Туаркырскую рифтовую систему палеозойского возраста, объединяющую в себе неинверсированный Припятско-Днепровско-Донецкий авлакоген и инверсированную Донбасс–Туаркырскую складчатую зону; 2 — юго-восточную — зону Донбасс–Зеравшанского транслитосферного постколлизийного мезокайнозойского сдвига (по другим источникам — Мангышлак-Гиссарскую или Скифско-Туранскую систему разломов). Указанные части резко различаются между собой по структурному рисунку разломов и преобладающему динамическому режиму формирования (Ломакин и др., 2019). Первая развивалась в условиях доминирующей трансформации (сдвига с растяжением), в особенности на герцинском этапе развития с позднего девона и до конца триаса; в виду своей древности она является погребенной и частично скрытой в рельефе. Для второй, начиная с юры более характерны условия транспрессии (сдвига со сжатием). При этом предполагается общий правосторонний доминирующий кинематический тип сдвиговых деформаций для всего пояса. Масштаб сдвиговых смещений (как продольных, так и поперечных) для этих сегментов различен и зависит от степени их палеодинамического напряжения. Для северо-западной палеорифтогенной части величина смещений в большинстве случаев составляет не более нескольких километров, иногда — не более первых десятков километров; для юго-восточной коллизийно-сдвиговой складчато-орогенной части эти величины несколько больше, однако часто приводимые в литературе данные в 100–200 км, по нашему мнению, являются завышенными и нуждаются в тщательной проверке. По отношению к протяженности всего пояса, оцениваемой ~ 4 500 км, эти дислокации составляют в большинстве случаев не более 1–2% и могут быть охарактеризованы в планетарном масштабе как относительно малоамплитудные, измеримые с мощностью земной коры.

В сегменте Днепровско-Донецкой впадины пояс включает не только узкую грабеновую зону, ограниченную краевыми разломами, но и прибортовые склоны (моноклинали) Украинского щита и Воронежского кристаллического массива. Контролирующая Днепровско-Донецкую впадину система разломов заложена не позднее девона (вероятно еще в рифее) и проявилась в альпийское время как правосдвиговая зона (Старостенко и др., 2011).

*Кавказско-Копетдагский суперлинеament / тектонолинеamentный пояс* (Буш, 1983 б) протягивается непрерывной полосой на 2 300 км от складчатых сооружений Копетдага через акваторию Каспийского моря до западной оконечности Кавказа и Тамани. Линеament имеет (по В. А. Бушу (Буш, 1983 б)) некоторые признаки левосторонних смещений на Большом Кавказе и правосторонних — на Копетдаге и на Западном Кавказе. Многие исследователи указывают на правосдвиговый характер большинства продольных швов Северо-Западного Кавказа, а также транспрессивный правосдвиговый тип в целом для этого линеamenta (Маринин, 2003; Расцветаев и Маринин, 2010; Расцветаев и Тверитинова, 2016; Патина и др., 2017). В пределах Тамани проявление его в кайнозойских структурах затухает и он перестает быть четко выраженным в рельефе. Далее на северо-запад линеament условно трассируется по северо-восточной границе Крыма в направлении Сиваша и затем с перерывом под мезокайнозойскими осадками Скифской плиты — по юго-западному уступу Украинского щита (Подольский глубинный разлом)

и Днестровской разломной зоне, кулисно смыкаясь с трансевропейской шовной зоной Тейсейра-Торнквиста (ТТЗ). С учетом предполагаемой северо-западной части его протяженность составляет 3 200 км. Субпараллельными кулисами меньшего ранга, входящими в общую систему этого пояса, являются *Туапсинский прогиб*, *Северо-Кубанская (Ейско-Армавирская) линеamentная зона* (Копп, Расцветаев, 1976), *трансчерноморский Алушта-Батумский глубинный разлом*, разделяющий Восточно-Черноморскую впадину и поднятие Шатского и маркируемый одноименной полосой магнитных аномалий (Маловицкий и др., 1969), *Рионско-Куриинский линеament*, объединяющий одноименные линейные прогибы.

*Балтийско-Иранский* (Расцветаев, 1980, 1987; Покалюк и др., 2020; Pokalyuk et al., 2020), или *Эльбско-Загросский* (Буш, 1983 а, б) *суперлинеament*, или *Североморско-Аравийская система разломов* (Горячев, 1986) — крупнейший тектонолинеamentный пояс планетарного ранга, проходящий через акваторию Черного моря. Протяженность его составляет примерно 5 800 км — от юго-западной оконечности Скандинавии до Макрана и Персидского залива. В своем составе включает ряд сегментов (Покалюк и др., 2020): 1 — сегмент ТТЗ — трансевропейская зона Тейсейра-Торнквиста, включающая Веер Торнквиста и Датско-Польский трог на северо-западе с прилегающими субпараллельными структурами и разломными зонами Центральной и Северной Европы (линии Эльбы и Одры и др.), Восточные Карпаты со смежным Предкарпатским прогибом, структуры Центральной, Северной Добруджи и Преддобруджского прогиба; 2 — сегмент Черного моря, включающий вал Андрусова-Архангельского с прилегающими линейными трогами и глубоководными котловинами; 3 — анатолийский сегмент — восточная ветвь Северо-Анатолийской разломной зоны (E-NAFZ); 4 — иранский сегмент — складчатый Загрос со смежным Месопотамским прогибом.

*Шовная зона Тейсейра-Торнквиста (ТТЗ)* — один из ключевых мегалинеamentов Европы, протягивающийся более чем на 1 500 км от Балтийского моря и юго-западной оконечности Скандинавии на северо-западе до Черного моря на юго-востоке при ширине порядка 150 км. Представляет собой палеорифтогенную структуру байкальского заложения, впоследствии многократно активизированную, в том числе и в новейшее время. Она состоит из серии сближенных весьма протяженных субпараллельных и кулисообразных линейных структур и разломных зон. Западным ограничением является Поморско-Добруджинская тектоническая зона (Космотектоническая карта..., 1987; Тектонические структуры..., 1987), ограничивающая с востока Западно-Европейскую платформу, секущая тектонические покровы флишевых Карпат и сочленяющаяся с линеamentaми Северной Добруджи. Восточной границей служит Балто-Подольский линеament (по Г. Штилле) или собственно линия Тейсейра-Торнквиста, которая ограничивает с запада Восточно-Европейскую платформу (Космотектоническая карта..., 1987; Хаин, 1977). В физических полях зоне соответствуют гравитационные уступы и резкая смена характера магнитного поля. По данным глубинного сейсмического зондирования (Соллогуб, Чекунов, 1980), с мегалинеamentом связана граница между “толстой” корой Восточно-Европейской платформы и относительно “тонкой” корой Среднеевропейской платформы.

Юго-восточный фрагмент Балтийско-Иранского (Эльбско-Загросского) пояса (Восточный Понт–Загрос, 2 500 км) трассируется от северного побережья Турции в районе Инеболу на юго-восток вдоль восточной ветви Северо-Анатолийской разломной зоны (E-NAFZ), затем вдоль Загросской горноскладчатой области. На всем протяжении здесь уста-

новлены праводвиговые парагенезисы структур (Barca and Reilinger, 1997; Трифонов и др., 2012). Очевидно, к этому поясу следует относить также Месопотамский позднекайнозойский прогиб с его зонами краевых разломов (Евфрат-Катарский и Северо-Персидский линеаменты, по (Скарятин и Анатасян, 1976)). Месопотамский прогиб тесно сопряжен со складчатым Загросом и вытянут вдоль единого направления с зоной TTZ.

Балтийско-Иранский (Эльбско-Загросский) суперлинеамент как сквозная структура трансконтинентального ранга является долгоживущим. Зона TTZ как западная граница Восточно-Европейской платформы оформилась, по-видимому, еще в протерозое (Чебаненко и др., 1988 а). В раннем палеозое вдоль нее уже существовал прогиб с накоплением мелководно-бассейновых формаций. Лито-фациальная граница вдоль граничных сбросов орогена Северной Добруджи зафиксирована с позднего триаса, определяя границу суши, поднятых и опущенных блоков (Georgiev, 2012). Складчатая система Загроса представляет собой миогеосинклинальный прогиб длительного развития (венд-палеоген), претерпевший складчатость и орогенез в позднем мелу и миоцене.

*Загреб-Иваницкая зона разломов / мегалинеамент* выделена на космогенетической карте европейских стран — членов СЭВ и СФРЮ (Космотектоническая карта..., 1987; Тектонические структуры..., 1987); представлена серией кулисообразных линейных структур, прослеживающихся в юго-восточном направлении от отрогов Восточных Альп в районе Любляны до пересечения с субмеридиональной Мори-Струмской (Краиштинской) зоной дислокаций. Зона находит яркое отражение на картах глубинного строения: почти на всем протяжении ей соответствуют гравитационный уступ и оси магнитных аномалий, связанные с полосой офиолитов; она подчеркивается глубинными разломами и практически совпадает с трогообразным погружением поверхности Мохоровичича.

*Сава-Марицкая зона разломов / мегалинеамент* соответствует фрагментам долин р. Савы (Sava lineament) и р. Марицы (Maritza lineament) (Zagorchev, 1992; Gerdjikov, Georgiev, 2006), разделенных узкими субмеридиональными зонами Сербско-Македонского массива и Краиштин (Струма). Сава линеамент близко совпадает с Загреб-Иваницкой разломной зоной, отделяя Динариды от Паннонского бассейна по направлению Загреб-София; на северо-западе он кулисообразно сопрягается с Периадриатической праводвиговой разломной зоной Восточных Альп. Марицкий линеамент отделяет Балканское Среднегорье от Родопского массива и далее на юго-восток выходит системой сближенных субпараллельных кулис через Тракийскую депрессию и зону Странджа к Мраморному морю и Босфору. На всем протяжении для мегалинеамента характерны праводвиговые деформации (Gerdjikov, Georgiev, 2006; Zagorchev, 2006 а); общая длина его составляет 1 500 км. Намечается продолжение мегалинеамента в юго-восточном направлении через Мраморное море в Анатолию (*Thrace-Eskisehir Fault Zone* (Yaltirak, 2002)).

Между зоной TTZ и линеаментом Сава-Марица субпараллельно проходит Интрамезийский разлом, который прослеживается на 600 км от западного побережья Черного моря через Мизийскую плиту, Южные Карпаты и горы Апусени (Западно-Румынские Карпаты).

*Драва-Дунай-Камчинский мегалинеамент* \* соответствует в своей западной части линии Дравы (Drava lineament), показанной на Международной тектонической карте Европы (Международная..., 1996), схемах разломов В. А. Буша и

Н. С. Афанасьевой (Буш, 1983 б; Афанасьева и др., 1980) в качестве важнейшей структурной линии Центральной Европы. Линия Дравы проходит близкопараллельно линии Савы, на западе сопрягается с Периадриатическим линеаментом, на востоке ограничена Краиштидами. К юго-востоку продолжение линии Дравы угадывается в направлении Варны и Камчинского прогиба фрагментами линеаментов и разломных зон ЗСЗ-ВЮВ простирания в пределах юго-западной части Мизийской плиты и Предбалкан (отрезки нижнего течения Дунай, Преславский разлом (Vangelov et al., 2013). На значительной части своего простирания мегалинеамент проходит по низменным равнинным территориям, в связи с чем характеризуется нечетким расплывчатым проявлением, свойственным скрытым линеаментным зонам. В юго-западной части Мизийской плиты в предполагаемой зоне трассирования мегалинеамента ярко проявлена на снимках радарного рельефа густая система параллельной региональной трещиноватости, совпадающая с общим направлением мегалинеамента (азимут 286–290°) (Рис. 2) и обусловленная его новейшей активизацией.

В системе ЗСЗ-ВЮВ (120°) структур выразителем так называемый Балканский разлом, ограничивающий с юга Старо-Планинскую зону и Центрально-Среднегорский антиклинорий (Космотектоническая карта..., 1987); в более широком понимании — глубинная Балканская разломная зона, в определенной степени отождествляемая со Старо-Планинской структурной зоной и включающая Балканский и Забалканский разломы (Добрев, Щукин, 1970). Я. Г. Кац с соавторами (Кац и др., 1986) упоминают в числе наиболее “ощутимых” в глубинной структуре Центральной Европы Драва-Босфорский линеамент.

Близко расположенные субпараллельные системы Загреб-Иваницкой, Сава-Марицкой РЗ, Драва-Дунай-Камчинского и Драва-Босфорского линеаментов и Балканского разлома, по мнению авторов, образуют общий пояс праводвиговых дислокаций шириной порядка 150 км, проходящий через всю центральную Европу, ограничивающий Черноморский бассейн с юго-запада и продолжающийся далеко на юго-восток в Турцию.

*Мори-Струмская зона разломов* (Космотектоническая карта..., 1987; Тектонические структуры..., 1987) или *Краиштинский (Струмский) мегалинеамент* (Zagorchev, 1992; Zagorchev, 2006 в) фиксируется на космоснимках в виде серии субпараллельных сближенных линий и прослеживается в север-северо-западном направлении (340°) более чем на 1 000 км от среднего течения р. Струма до Братиславы. Особенно отчетливо зона дешифрируется в южной части, где ограничивает с запада Родопский массив. Здесь ей соответствует межрегиональный Струмский разлом, который по Е. Бончеву (Бончев, 1971) является частью Краиштинно-Вардарского линеамента. С этой системой разломов связаны грабеновые структуры, выполненные неогеновыми и четвертичными отложениями (Zagorchev, 1992). Южная часть Мори-Струмской зоны подчеркивается гравитационными ступенями и положительными магнитными аномалиями. Отмечается резкая смена плана структур поверхности Мохоровичича: с субширотных к востоку от Мори-Струмской зоны разломов на субмеридиональные к западу от нее. В течение палеогена и неогена Струмская (Краиштинская) разломная зона/линеамент испытывала значительные праводвиговые деформации в условиях повторяющегося рифтинга и транстенсии (Zagorchev, 1992; Zagorchev, 2006 в).

*Вардарская зона разломов / мегалинеамент* (Космотектоническая карта..., 1987; Тектонические структуры..., 1987) простирается примерно на 600 км субпараллельно Краиштинской РЗ (азимут ~335°) вдоль граничной полосы между внут-

\* Предложено авторами

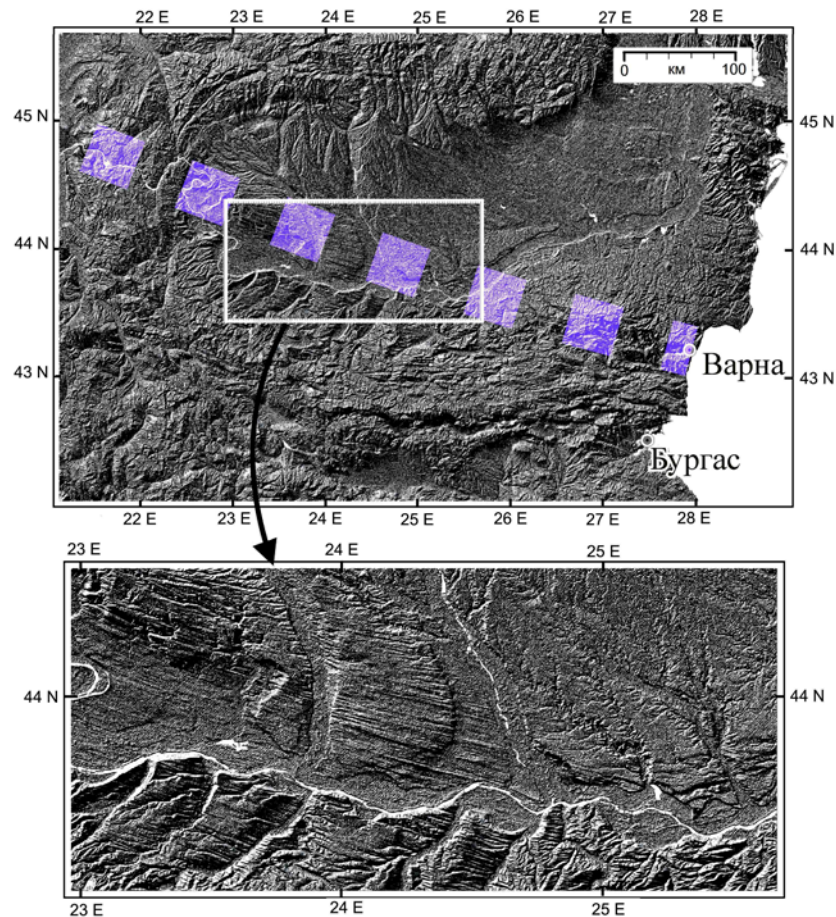


Рис. 2. Неоактивизированная региональная ЗСЗ-ВЮВ мегатрещиноватость (286–290°) западной части Мизийской плиты в зоне Драва-Дунай-Камчинского мегалинеамента.

ренними Динаро-Эллидами и Сербско-Македонским массивом. Это сложнейшая по своему строению и развитию шовная зона на Балканах. Выполнена узкими крутопадающими интенсивно деформированными тектоническими чешуями и клиньями офиолитов и флишевых отложений. Вардарская зона ярко выражена в физических полях. Ей соответствуют гравитационные уступы, оси положительных магнитных аномалий. В литолого-формационном отношении Вардарская зона представляет собой фрагмент протяженного офиолитового пояса, протягивающегося от Загреба вдоль Савы и Вардара в Эгейское море и далее через Измир и район Анкары к Эрзинджану в восточной Анатолии. Этот офиолитовый пояс/сутура рассматривается многими геологами как реликт мезозойского океанического бассейна Тетис. Вардарский и Крайштинский линеамента нередко объединяют (Krashtid-Vardar Lineament) в сложный рифтогенный пояс шириной около 100 км, который имеет продолжение на ССЗ в Паннонию и долину Савы и на ЮЮВ в Эгейский бассейн (Бончев, 1971; Zagorchev, 1992). По Е. Бончеву (Бончев, 1971) Крайштидно-Вардарский линеамент представляет структуру пан-европейского планетарного ранга, проходящую на ССЗ через Паннонскую впадину по Среднегерманской главной линии (линии Эльбы), а на ЮЮВ — через Эгейское море в рифтовую зону Красного моря.

*Браданско-Ионический мегалинеамент*<sup>\*</sup> проходит через значительную часть Италии с северо-запада на юго-восток (азимут 316°) вдоль границы Адриатической плиты и Аппе-

нинского складчатого пояса, далее продолжается в акваторию Ионического моря, разделяя Западное и Восточное Средиземноморье, маркируясь цепью линейных трогов (Браданского, Metaponto & Kephallinia Furrow, Ионического). Протяженность линеамента более 1 200 км. Мегалинеамент на современных картах цифрового 3-D рельефа представляет практически непрерывную прямолинейную морфоструктуру/разломную зону от центральной Италии до о. Крит и желоба Плиния. В таком прямолинейном выражении он показан на некоторых картах (Богданов и др., 1994). Однако, большинство западно-европейских авторов, следуя теоретическим установкам и постулатам концепции тектоники плит, разрывают линеамент на отдельные независимые фрагменты, в частности, отрывают Ионический трог/желоб от остальной части мегалинеамента и связывают его с так называемой Эллинской зоной субдукции.

#### 4.2. Линеамента северо-восточных румбов

К элементам северо-восточной диагональной системы планетарной разломной сети в окружении Черноморского региона относятся три транссредиземноморских тектонолинеаментных пояса: Иберийско-Паннонский, Атласо-Черноморский и Восточно-Средиземноморско-Восточно-Анатолийский (Ломакин и др., 2017) (см. Рис. 1 а), включающие ряд меньших подчиненных структур.

*Иберийско-Паннонский тектонолинеаментный пояс* (Ломакин и др., 2017) протягивается на 4 000 км при ширине 400 км, среднее направление 55°. Начинаясь у северо-запад-

<sup>\*</sup> Предложено авторами

ного побережья Африки в районе архипелага Мадейра трассируется на северо-восток до Паннонии и Карпат; на своем протяжении включает крупные дизъюнктивно-пликативные зоны северо-восточных румбов: подводные хребты Ампер, Корал Патч, Геттисбург, Ормонд, горные системы Португалии, Центральной и Южной Испании, Болеарский архипелаг, Валенсийский трог, северную ступень Прованской впадины, Центральные и Восточные Альпы, Периадриатический линеамент, Западные Карпаты, линию Балатона, Центрально-Венгерский линеамент. Уже за внешним краем Восточных Карпат трассируется фрагментарно Гологоро-Кременецким сбросом. Данный тектонолинеаментный пояс в общих чертах можно сопоставить с юго-западной частью выделяемого В. А. Бушем (Буш, 1983 а) Болеарско-Котласского трансконтинентального линеамента Евразии.

Линия Балатона (*Balaton Lineament, Balaton-Darno Lineament* (Grecula, Varga, 1979; Haas, 2001) отчетливо прослеживается в северо-восточном направлении от долины р. Дравы вдоль оз. Балатон и далее до складчатых сооружений Восточных Карпат (Космотектоническая карта..., 1987; Тектонические структуры..., 1987). Она разграничивает Большую и Малую Венгерские впадины и ограничивает с юго-востока приподнятый блок Задунайского Среднегорья. Нередко линию Балатона рассматривают в качестве продолжения Периадриатического линеамента (Periadriatic-Balaton fault system (Fodor et al., 1998)) совместно с Центрально-Венгерской разломной зоной (Mid-Hungarian Fault Zone) или Загорье-Средне-Трансдунайской сдвиговой зоной (Zagorje-Mid-Transdanubian shear zone), южным ограничением которой является линеамент Загреб-Земплин (Zagreb-Zemplin Line) (Grecula, Varga, 1979; Fodor et al., 1998; Haas et al., 2000). Большинство авторов указывают на правосдвиговый кинематический тип перечисленных структур.

Дешифрирование материалов космоизображений и радарных съемок земной поверхности свидетельствует, что в современном неотектоническом выражении линия Балатона и Периадриатический линеамент относятся к косоориентированным друг относительно друга различным системам линеаментов и региональной мегатрещиноватости, сопряженным и нередко пересекающимся, формирующим динамическую тектонопару. Направление линии Балатона четко угадывается в системе разрозненных прямолинейных макроморфоструктурных элементов после пересечения с Периадриатическим линеаментом далее на ЗЮЗ в направлении Люблян, северного побережья Адриатики (Венеция), Северной Италии (Парма), и далее вдоль Лигурийского побережья и континентального склона

Атласо-Черноморский тектонолинеаментный пояс (Ломакин и др., 2017) — крупнейшая трансконтинентальная полосовидная ВСВ структура Средиземноморского подвижного пояса, которая соответствует в общих чертах простиранию Атласско-Азовского линеамента, выделенного В. А. Бушем (Буш, 1983 а, б), однако отличается от него более широким поясным выражением. Согласно В. А. Бушу Атласско-Азовский линеамент начинается от побережья Атлантики, проходит вдоль всей горной системы Атлас, через Сицилию, юг Апеннинского полуострова, Адриатическое море, Динариды, Балканиды, выходит к нижнему Дунаю, далее он контролирует северный берег Азовского моря и долину нижнего Дона, заканчиваясь у Волгограда. Атласско-Азовский линеамент идентифицирован В. А. Бушем как сдвиговая зона, активность которой проявилась в мезокайнозое. По нашим данным (Ломакин и др., 2017), Атласо-Черноморский пояс — полосовидная зона концентрации разномасштабных пликтивно-дизъюнктивных структур, вытянутая в ВСВ направ-

лении (азимут — 60°) на 5 800 км при ширине 400–500 км. На своем протяжении с ЗЮЗ на ВСВ включает горные системы Атлас (Марокко, Алжир, Тунис), южную ступень Тирренской впадины, Северно- и Южносицилийский разломы, северную ступень Ионийской впадины, систему ВСВ разломных зон центральной части Балканского полуострова и северной Греции, Северо-Эгейский трог, грабены и краевые ступени Мраморного моря, западные ветви Северо-Анатолийской разломной зоны, северную и южную граничные ступени Западно-Черноморской впадины, Крымский ороген и прогиб Сорокина; и уже за внешней границей Средиземноморской подвижной зоны, в пределах Скифской плиты — вал Губкина, Каркинитский грабен, Главный Азовский (Азово-Тарханкутский) глубинный разлом. Осевая зона пояса лишь частично (в пределах Атласа) совпадает с простиранием Атласско-Азовского (по В. А. Бушу) линеамента. Восточнее эта ось проходит не по Тарханкут-Азовскому направлению, а значительно южнее, по линии Кефалония–Северо-Эгейский трог–Мраморное море–южная краевая ступень Западно-Черноморской впадины.

По многочисленным данным GPS-наблюдений (Matev, 2011; Meghraoui, Pondrelli, 2012) фиксируется в целом правосдвиговый кинематический тип современных горизонтальных движений земной коры относительно осевой зоны Атласо-Черноморского пояса, ее Северо-Африканского и Балкано-Эгейско-Черноморского сегментов.

Азово-Адриатический суперлинеамент (Ломакин и др., 2018) является крайним северо-восточным звеном Атласо-Черноморского тектонолинеаментного пояса. Он прослеживается от восточного побережья Адриатического моря в районе Дринского залива (Албания), пересекает в ВСВ направлении Динариды, Балканиды, юго-западную часть Мизийской плиты, протягивается вдоль русла нижнего течения Дуная, выходя к побережью Черного моря; далее трассируется через систему горстов и грабенов северо-западного шельфа Черного моря, вдоль северо-западного побережья Крыма и северного побережья Азовского моря (Сулино-Тарханкутский, Главный Азовский разломы), вдоль долины р. Дон до Цимлянского водохранилища.

В пределах азовского простирания Азово-Адриатический суперлинеамент совпадает с континентальной ступенью (границей Восточно-Европейской платформы и Украинского щита), в пределах акватории Черного моря он распадается на систему кулисных и зигзагообразных линеаментов меньшего ранга, значительная часть из которых фиксирует простирание вытянутых горстов и грабенов северо-западного шельфа (южная граница Каркинитского грабена, вал Губкина и др.) и промежуточные ступени погружения фундамента Восточно-Европейской платформы (Красношек, 1989; Седлерова, 2015). Протяженность линеамента от Адриатики до Цимлянского водохранилища составляет 1 900 км. Предполагается как минимум позднепалеозой-раннемезозойский возраст инициации Азово-Адриатического суперлинеамента, согласно возрасту отложений, выполняющих синседиментационные грабен-прогибы восток-северо-восточного простирания в пределах северо-западного шельфа Черного моря (Моргунов и др., 1981).

В работах В. А. Буша с коллегами (Буш, Кац, 1978; Афанасьева и др., 1980; Буш, 1983 б) осевая линия рассматриваемого линеамента при трассировании через Балканский полуостров показана значительно южнее, примерно по линии о. Корфу–Пловдив. Связано это с рассеянно-концентрированным выражением надрегиональных глубинных разломных зон на земной поверхности и существованием здесь субпараллельных линеаментов меньшего ранга.

Главные уступы северо-западного континентального

шельфа Черного моря расположены южнее Азово-Адриатического линеамента на 100–150 км и связаны с параллельной *Балкано-Крымской разломной зоной* (Покалюк и др., 2018) (или Западно-Черноморской по (Старостенко и др., 2010)), входящей в зону динамического влияния Атласо-Черноморского тектонолинеamentного пояса. О наличии глубинной разломной зоны ВСВ простираения в полосе краевых глубинных уступов северо-западного шельфа Черного моря свидетельствуют многие авторы (Чекунов, 1972; Краснощек, 1989; Старостенко и др., 2010). Она протягивается через Черное море, являясь сквозным трансчерноморским мегалинеamentом. На своем протяжении (1 100 км) она включает балканскую серию субширотных разломов, систему зигзагообразных краевых уступов северного борта Западно-Черноморской впадины, Крымский ороген, прогиб Сорокина. На протяжении зоны в пределах акватории прослеживается цепочка интенсивных магнитных аномалий, а также газовых сипов.

*Северо-Анатолийский мегалинеament* восток-северо-восточного направления широко известен в качестве западного сегмента Северо-Анатолийской разломной зоны (W NAFZ). Он включает две параллельные ветви: собственно Северо-Анатолийскую (Скирос–Эдремит–Бурса–Болу-Бафра) (Barka and Reilinger, 1997) и Северо-Эгейскую (Северо-Эгейский трог (NAT)–трог Сарос–разломная зона Ганос–система разломов и пул-апарт-грабенів Мраморного моря) (Koukouvelas and Aydin, 2002; Sakellariou et al., 2016; Sengör et al., 2014; Tranos, 2009). В сеймотектоническом отношении зона мегалинеамента является весьма активной с правосдвиговой трансенсивной кинематикой движений (Barka and Reilinger, 1997; Burton et al., 2003; Kiliyas et al., 2008). Протяженность мегалинеамента от Северо-Эгейского трога до бухты Самсун составляет 1 100 км.

Результаты дешифрирования космических изображений (Boccaletti and Dainelli, 1982), а также сейсмологические данные по Эгейско-Анатолийскому региону (Burton et al., 2003) свидетельствуют о продолжении рассматриваемого мегалинеамента в ЗЮЗ направлении через континентальную часть Центральной Греции до связи с Кефалонийской разломной зоной. В противоположном (ВСВ) направлении линеament Северо-Эгейского трога и Мраморного моря продолжается в виде единой генеральной линии в акваторию Черного моря, совпадая с южной ступенью Западно-Черноморской впадины (Южно-Черноморской РЗ по А. Я. Краснощеку (Краснощек, 1989) (см. Рис. 1 в)). Конформно направлению рассматриваемой зоны, с перерывом через акваторию Черного моря, располагается крупная региональная полоса нарушений по линии Сухуми-Нальчик, секущая Кавказ.

*Восточно-Средиземноморско-Восточно-Анатолийский тектонолинеamentный пояс* (Ломакин и др., 2017) протягивается более чем на 2000 км в ВСВ направлении (среднее направление 60°) при ширине 300–400 км — от о. Крит, обрамленного с юга глубоководными желобами Птолемея, Плиния и Страбона, до Малого Кавказа, включая: о. Кипр и фрагменты кипрской дуги, подводные горы Эратосфенес, бассейн Латакия, Кипро-Мисисский линеament, Центральный Тавр, западную часть Восточного Тавра, Армянское нагорье, отроги Восточных Понтидов. На своем протяжении включает широко известные разломные зоны: Центрально-Анатолийскую, Восточно-Анатолийскую, Северо-восточно-Анатолийскую, Пальмиро-Апшеронскую и складчатые сооружения Центрального и Восточного Тавра, Армянского нагорья. По данным В.Д. Скарятин и С.В. Атанасяна (Скарятин, Атанасян, 1976) осевая часть этого линеamentного пояса (Искандерон-Махачкалинская разломная зона) сечет Кавказ.

Я. Г. Кац и А. И. Полетаев (Кац, Полетаев, 1983) протягивают ее еще дальше вплоть до Южного Урала (Кипро-Южно-Уральская линеamentная зона).

*Восточно-Анатолийский мегалинеament*, начинаясь от подводного массива Эратосфенес и о. Кипр тянется к крайней северо-восточной оконечности Средиземного моря, далее трассируется Восточно-Анатолийской левосдвиговой разломной зоной, отделяющей Анатолийский блок Малой Азии от Аравийской плиты (Barka and Reilinger, 1997). Протяженность линеамента — 800 км.

Субпараллельно Восточно-Анатолийскому мегалинеamentу, севернее на 100 км, протягивается еще одна левосдвиговая полоса — Центрально-Анатолийская разломная зона Центрального Тавра, включающая системы разломов Эсемис, Сарис, Овасик и др.

*Северо-Восточно-Анатолийский мегалинеament* протягивается на 350 км от Эрзурума в Турции на северо-восток к Кавказскому хребту; характеризуется преимущественно левосдвиговыми деформациями (Barka and Reilinger, 1997).

*Крит-Мурат-Арапатский суперлинеament*\* — крупнейшая узколинейная дизъюнктивная зона Восточно-Средиземноморско-Восточно-Анатолийского тектонолинеamentного пояса. Протягивается с ЗЮЗ на ВСВ (~70°) вдоль желоба Птолемея, затем вдоль юго-восточного края о. Крит, через Родосскую котловину, вдоль трога Финикие, Центрального Тавра, Восточно-Анатолийской разломной зоны, далее трассируется вдоль долины р. Мурат до вулкана Арапат. Протяженность этого хорошо дешифрируемого отрезка составляет 1 850 км. Впечатляет строгая линейность дизъюнктивной зоны на таком огромном расстоянии (Рис. 3). Восточнее г. Арапат, с небольшим перерывом (долина р. Аракс, Севанский палеогеновый грабен-прогиб) линеament отчетливо дешифрируется в СВВ направлении вдоль р. Тертер до г. Барда в Айзербайджане, так что его общая длина достигает 2 100 км. С определенной долей условности его можно продолжить также и в ЗЮЗ направлении через Средиземное море с выходом на Африканский континент в районе Мсаллата (Ливия). Учитывая секущий характер линеамента по отношению к разновозрастным мезокайнозойским структурам, очевидно, что он представляет собой новейшую мегасколловую зону планетарного ранга. Полное соответствие направления этого молодого мегаскола древнему структурному плану Средиземноморья указывает на относительную стабильность глобального поля напряжений в течение всего мезокайнозоя.

Кроме вышеперечисленных диагональных и субдиагональных линеamentов в окружении Черного моря развиты также линеamentы так называемой ортогональной системы планетарной регматической сети — субмеридиональные и субширотные.

#### 4. 3. Субмеридиональные линеamentы

Субмеридиональные линеamentы количественно явно подчинены субдиагональным и не имеют определяющего структуроконтролирующего влияния на формирование глубоководных впадин Черного моря. Ранг этих линеamentов в пределах ближнего Черноморского окружения меньший (региональный, локальный), протяженность обычно составляет до первых сотен километров. Они создают дополнительную блоковую делимость и раздробленность литосферы в ассоциации с основными линеamentами субдиагональ-

\* Предложено авторами



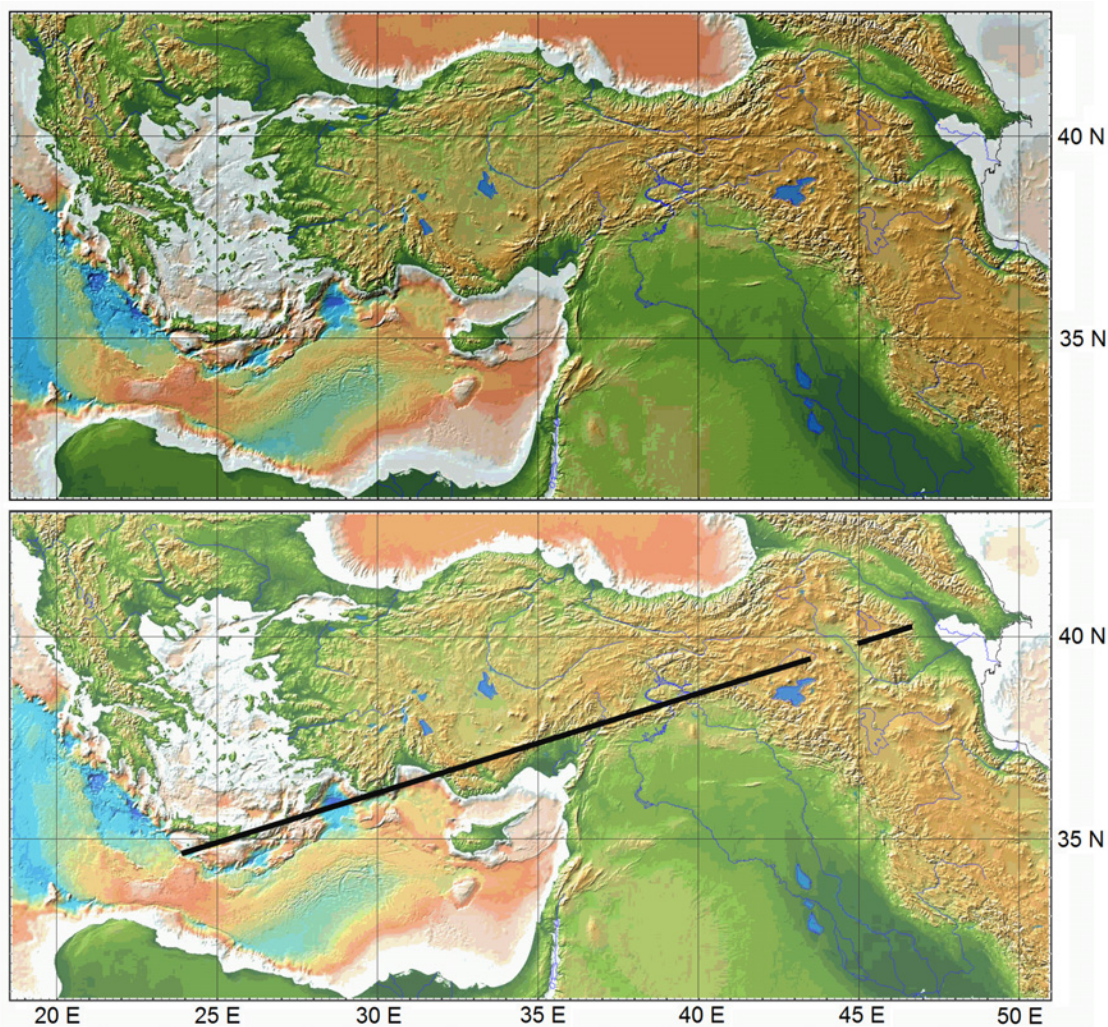


Рис. 3. Расположение Крит-Мурат-Араратского суперлинеамента

ных систем. Особенно это ярко проявлено в пределах северо-западного шельфа Черного моря и его континентального окружения, где наблюдается целая серия параллельных субмеридиональных региональных разломов, фиксируемых прямыми отрезками побережья, долинами рек, крупными балками и лиманами, подводными каньонами и долинами. Самые крупные из них Галац-Варна, Калиакра-Эмине-Разелм (Georgiev, 2012), Саратовский (Арцизский), Первомайско-Одесский, Очаковский, Николаевский (Чебаненко и др., 1988; Чекунов, 1972; Верховцев, 2010). Субмеридиональные разломы здесь тесно ассоциируют с северо-западными, формируя ромбовидный структурный рисунок с ССЗ ориентировкой длинных диагоналей, контролируемый общим динамическим влиянием зоны ТТЗ (Ломакин и др., 2016).

В докембрийском фундаменте Украинского щита общеизвестны крупные субмеридиональные дизъюнктивно-пликативные мегалинеаменты — Кировоградский, Криворожско-Кременчугский, Орехово-Павлоградский и др., достаточно хорошо прослеживаемые в пределах северо-западного шельфа в геофизических полях под осадочным чехлом Скифской плиты (Корнев, 1982). В современном рельефе они почти не проявлены, что говорит об их слабой активности на неотектоническом этапе.

В числе субмеридиональных региональных разломов

следует отметить Центрально-Крымский глубинный разлом (Ступка, 1967; Кац и др., 1981), нечетко проявленный в современном рельефе полосой концентрации рассеянных локальных линеаментов, разделяющих полуостров на две половины, западную и восточную. Также нужно упомянуть Скадовско-Евпаторийский разлом, включающий на своем южном окончании меридиональный участок батиметрической ступени Западно-Крымского шельфа (Иванов, Ломакин, 2014).

Особенно важно подчеркнуть строгую согласованность в простирании молодых субмеридиональных линеаментов, проявленных в современном рельефе (Галац-Варна, Калиакра-Эмине-Разелм, Элдиван-Элмадаг, Левантийский и др.) и древних докембрийских мегалинеаментов фундамента Украинского щита (Криворожско-Кременчугский, Орехово-Павлоградский и др.). Большинство из них имеют одинаково небольшое отклонение от меридиана (азимут  $0-15^\circ$ ), что может указывать на тесную связь и унаследованность разновозрастных структурных планов.

В дальнем окружении Черноморского региона известны субмеридиональные супер- и мегалинеаменты: Левантийская левосдвиговая зона, включающая разлом Мертвого моря, Транскавказский линеамент (линия Шатского) (Буш, 1983 а), разломная зона Элдиван-Элмадаг (Канкири) Центральной Анатолии (Esat et al., 2014).

#### 4. 4. Субширотные линейменты

На трансрегиональном иерархическом уровне субширотные линейменты проявлены в наименьшей степени, находясь в явном подчинении по отношению к субдиагональным и субмеридиональным. Необходимо отметить, что эта особенность была ранее выявлена В. А. Бушем (Буш, 1983 а). На региональном уровне эти линейменты встречаются чаще и, как правило, тесно сопряжены с диагональными и субдиагональными. В составе тектонолинейментных поясов ВСВ простираются они образуют устойчивый парагенезис с СВ, СВВ и ВЮВ дизъюнктами, вместе образующими однотипный ромбовидный структурный рисунок, проявленный на всем простираении поясов. В частности, для Атласо-Черноморского пояса такой рисунок особенно ярко проявлен в северном и восточном Крыму, Керченском полуострове и Северном Приазовье (Ломакин и др., 2016), Западных Понтидах, Атласе. В числе основных субширотных линейментов можно перечислить Восточный Тель-Атлас (Алжир, Тунис), линеймент Стара Планина (Балканский) с серией восточно-балканских субширотных разломов (Предбалканский, Забалканский и др.) (Бончев, 1971), крупные субширотные фрагменты Северо-Анатолийской разломной зоны (Текирдаг-Измит-Болу и др.) (Sugan et al., 2014), система субширотных горстов и грабенов северо-западного черноморского шельфа, Северного Крыма и Азова, Дунай-Черновицкий линеймент (Космотектоническая карта..., 1987; Тектонические структуры..., 1987), субширотные разломные зоны Украинского щита.

#### 4.5. Непосредственное продолжение линейментов континента в акваторию Черного моря

Совместное рассмотрение структурных материалов по акватории и континентальному окружению позволяет наметить продолжение главных тектонических швов, региональных линейментов суши в акваторию, увязать направление основных сквозных супермегалинейментов с внутренней структурой Черноморского бассейна. Так, южная граница Западно-Черноморской впадины, определяемая глубинными сбросами вдоль побережья Западного Понта (Южно-Черноморская разломная зона по А. Я. Краснощеку (Краснощек, 1989), имеет непосредственное продолжение в ЗЮЗ направлении в системе краевых сбросов Мраморного моря и Северо-Эгейского трога (Северо-Эгейского линеймента).

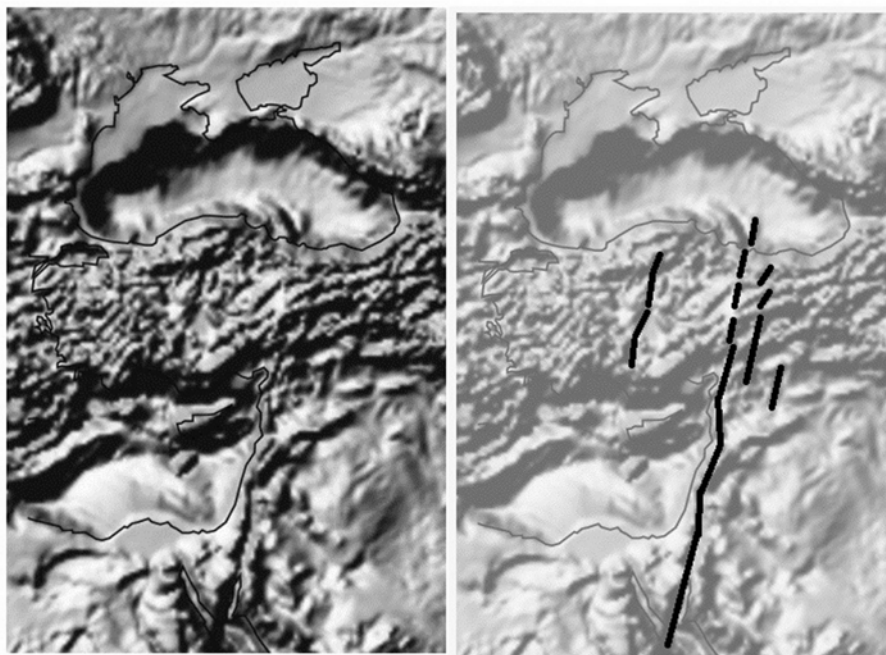
На большинстве современных структурных карт Турции Северо-Анатолийская разломная зона (NAFZ) показана в виде дуги, состоящей из двух разноориентированных сегментов, западного и восточного. Между тем, дешифрирование космоизображений указывает, что эти сегменты являются сопряженными пересекающимися линейными системами разломов, которые обе имеют продолжение в акваторию Черного моря. Продолжение восточного шва NAFZ через акваторию к западному побережью Черного моря указывается неоднозначно, главным образом на обзорных схемах и мелкомасштабных картах (Международная..., 1981; Буш, 1983 б; Хаин, 1984; Хаин, 2001). Расположение сейсмофокальных зон Вранча, Добруджи и восточной ветви Северо-Анатолийского разлома вдоль одного направления указывает на их вероятную тесную структурную связь. Основным шовным элементом зоны ТТЗ на территории Румынии является разлом Печенега-Камена, разграничивающий Мизийскую и Скифскую платформы, блоки Центральной и Северной Добруджи с разной мощностью коры и контролирующей юго-западную границу Восточно-Европейской платформы

(Săndulescu, 1984; Biter et al., 1998; Morosanu, 1996). Разлом трассируется в юго-восточном направлении на соединение с восточной ветвью Северо-Анатолийского разлома через шельф Черного моря (Истрийский прогиб) и континентальный склон по палеодолине и подводному каньону Дуная (Евсюков, 2007; Georgiev, 2012). Неясно положение этого шва в центральной части Западно-Черноморской впадины, однако и здесь он может быть условно намечен по юго-западной границе наиболее прогнутой части впадины в рельефе погребенной кровли мезозоя. Западный шов NAFZ после пересечения с восточным прослежен в ВСВ направлении до побережья Черного моря в районе бухты Самсун.

Один из крупнейших в Восточном Средиземноморье субмеридиональных мегалинейментов — Левантийская сдвиговая зона, к которой относится глубинный рифтовый разлом Мертвого моря, проводится на геологических и тектонических картах лишь до границы с орогенным поясом Тавр Малой Азии. Между тем, на обзорном цифровом изображении рельефа (SRTM) отчетливо видно (Рис. 4) дальнейшее продолжение этого мегалинеймента на север (“просвечивает”) через всю орогенную систему Малой Азии, с выходом к побережью Черного моря в районе Фатса. Далее вглубь акватории Черного моря линеймент прослеживается почти на 90 км, где соответствует линейному поднятию и смежным ограничивающим каньонам в рельефе дна. Протяженность линеймента с учетом малоазийско-черноморского участка составляет 1 700 км. Точно такой характер продолжения Левантийского линеймента показан на схемах В. Д. Скарятин, С. В. Атанасяна (Скарятин, Атанасян, 1976) и В. Е. Хаина (Хаин, 1973). У В. Е. Хаина, однако, он проводится еще дальше, через акваторию Черного моря и Кавказский ороген. Сохранность линейной структуры линеймента на всем протяжении от Афара до Черного моря со всей очевидностью свидетельствует об отсутствии на этом отрезке поперечных (субширотных и субдиагональных) крупномасштабных (сотни километров) сдвиговых смещений.

О продолжении Центрально-Крымского глубинного разлома на юг через акваторию Черного моря упоминают (Ступка, 1967; Хаин, 1973), однако, трансчерноморский ранг этого разлома основан лишь на косвенных признаках, прямых данных об этом нет. По мнению В. Е. Хаина (Хаин, 1973) этот глубинный разлом представляет собой северную затухающую ветвь Восточно-Африканских рифтовых разломов; его протягивают через акваторию Черного моря в направлении Инеболу-Меркез, и далее на юг через всю Малую Азию и Средиземное море. Близкая трактовка этой вероятной сквозной трансчерноморской субмеридиональной разломной зоны у А. В. Чекунова (Чекунов, 1972), согласная с нашими представлениями: от района оз. Туз и Анкары в Центральной Анатолии отходит серия субмеридиональных (0–10°) разломов, выходящих к побережью Черного моря в районе Меркез; при интерполяции этой зоны через акваторию, выход ее будет соответствовать участку от Севастополя до Феодосии; далее на север она может быть продолжена по линиям Новоцарцидско-Мелитопольского (Западно-Приазовского) и Корсакско-Феодосийского разломов с выходом к простирающую Орехово-Павлоградскую дизъюнктивно-пликативную зону докембрийского фундамента.

Субмеридиональные региональные разломы Северо-Западного Причерноморья (Калиакра, Фрунзовский, Первомайско-Одесский, Очаковский, Николаевский и др.) хорошо прослеживаются к югу по геофизическим данным до субширотной полосы грабенов и валов северо-западного шельфа, а иногда вплоть до его основной краевой ступени (например Фрунзовский разлом).



**Рис. 4.** Прохождение Левантийского глубинного разлома и связанных с ним параллельных линеаментов через Малую Азию с выходом в акваторию Черного моря

Непосредственное продолжение в акваторию имеет северо-западный Алуштинско-Симферопольский разлом, играющий ключевую роль в разграничении западной и центральной частей крымского орогена и образовании крымской “дуги”. Разлом хорошо прослеживается на юго-восток от Симферополя до Алушты и Сорокинского прогиба, далее с небольшим перерывом, уже за Сорокинским прогибом протягивается через весь Черноморский бассейн до Батуми, совпадая с восточной ступенью Восточно-Черноморской впадины (Алушта-Батумский разлом). Таким образом, Сорокинский прогиб выступает по отношению к Алушта-Батумскому разлому в качестве поперечной наложенной впадины без существенного осевого смещения по латерали.

Туапсинский мегалинеамент (глубинный разлом), связанный с осевой линией одноименного прогиба, и являющийся, по существу, краевым швом, отделяющим Кавказскую орогенно-складчатую область от Черноморской впадины, продолжается на юго-восток по линии Закавказских прогибов (Рионского и Куринского); протяженность его — 1 000 км.

Намечается визуальная пространственная связь Котовско-Одесского (Верховцев, 2010) и Западно-Крымского разломов, которые в свою очередь могут быть связаны с восточным ограничением Западно-Черноморской впадины и входить в единую систему так называемой предполагаемой Одесско-Синопской разломной зоны. Последняя, по мнению ряда исследователей (Хаин, 1984; Чекунов, 1987; Старостенко и др., 2010), является главным трансчерноморским тектоническим элементом, определявшим историю развития региона в мезокайнозой и разделяющим две относительно самостоятельные глубоководные черноморские впадины — Западную и Восточную. Однако, как следует из анализа данных (Туголесов и др., 1985; Nikishin et al., 2014) структурных карт акватории по основным сейсмостратиграфическим реперным поверхностям мезокайнозоя, Котовско-Одесский разлом непосредственно не связан с Западно-Крымским. Последний прослеживается градиентными уступами северного ограничения Западно-Черноморской впадины и выходит на континент значительно южнее Котовско-Одесской зоны — в на-

правлении лиманов Шаганы-Алибей. При этом общее простирание Западно-Крымско-Алибейской зоны субпараллельно направлению Кавказского мегалинеамента и Алушта-Батумской разломной зоны, что предполагает их тесную динамическую связь. Одесско-Синопский, Западно-Крымский, Алушта-Батумский разломы, по нашему представлению, — субпараллельные кулисы, входящие в общую систему Балтийско-Иранского (Эльбско-Загросского) тектонического пояса.

Таким образом, достаточно очевидна полная согласованность современных структурных планов акватории и континентального окружения Черного моря, которая выражается в сквозном трансчерноморском характере главных супермегалинеаментов.

#### 4.6. Типоморфные особенности организации структурных рисунков линеаментных зон Черноморского региона

В общем диагонально-перекрестном структурном плане тектонолинеаментных поясов Средиземноморья (см. Рис. 1 б) обращает на себя внимание важная особенность — пояса северо-восточных румбов по сравнению с северо-западными обычно шире и шаг между ними больше; их внутренняя структура менее линейна, они чаще разбиты на системы вторичных кулисных и зигзагообразных линеаментов. Геологически это выражается в том, что северо-западные пояса обычно слагаются линейно-складчатыми зонами, состоящими из пакетов сближенных узко-параллельных разломов и складчатых пластин (Восточные Карпаты, Кавказ, Загрос), тогда как для северо-восточных поясов, за редким исключением, более характерным является глыбовая тектоника, зигзагообразный рисунок разломов, сочетание горстов и грабенов, развитие амплитудных сбросов. Такие различия указывают на то, что северо-восточные пояса в динамическом отношении представляют собой зоны концентрирования сколов и сдвиговых деформаций с более выраженной компонентой растяжения, чем сжатия. И, наоборот, для северо-западных поясов явно доминирует компонента сжатия, чем растяже-

ния. Такая же особенность намечается и для однопорядковых линеаментов меньших рангов. Учитывая иерархичность тектонических структур и постоянное чередование доменов сжатия и растяжения на всех уровнях иерархии, эта особенность для Средиземноморья и Черноморского региона носит самый общий генерализованный характер.

Нетрудно убедиться из приведенных материалов, что Черноморский бассейн располагается в области пересечения трансконтинентальных суперлинеаментных поясов — Атласо-Черноморского, Балтийско-Иранского (Эльбско-Загросского), Кавказско-Копетдагского. Пересекаясь друг с другом, они образуют систему ромбовидных блоков, в которые органически вписываются как отдельные глубоководные впадины Черного моря, так и Черноморский бассейн в целом. Вытянутая по разным диагоналям форма впадин указывает на структурную подчиненность их разнонаправленным системам/зонам/поясам линеаментов. Западно-Черноморская впадина контролируется восток-северо-восточным Атласо-Черноморским тектонолинеаментным поясом (также как Эгейский трог, грабены Мраморного моря, Каркинитский грабен), а Восточно-Черноморская впадина — кулисно-субпараллельными северо-западными Кавказско-Копетдагским и Балтийско-Иранским (Эльбско-Загросским) тектонолинеаментными поясами.

Следует обратить внимание на субпараллельность и линейность основных морфоструктур и тектонолинеаментов региона. Линейность их часто недооценивается, в виду широкого развития пликативных дугообразных переходов в узлах пересечения разноранговых разломных зон. Сам факт приуроченности границ впадин к прямолинейным мегалинеаментам, выходящим далеко за пределы Черноморского региона и секущим разновозрастные геологические структуры, свидетельствует об отсутствии значительных поперечных (вкрест простирающихся мегалинеаментов) раздвиговых или наоборот смыкающихся коллизийных латеральных смещений при формировании черноморских впадин. Прямолинейность Левантийского мегалинеамента от Афура до Черного моря, говорит, в свою очередь, об отсутствии масштабных субширотных и диагональных смещений в пределах Малой Азии. В комплексе это указывает на относительную фиксированность формирования тектонолинеаментного каркаса и мало-сдвиговый (амплитуда сдвигов, вероятно, не превышает 1–2 % от масштаба разломных зон) характер его реализации. Отсутствие масштабных латеральных смещений в узлах пересечения разноориентированных систем супермегалинеаментов — характерная особенность структурного рисунка Причерноморья. Она представляет серьезный аргумент против реконструкций в духе ультрамобилизма, предполагающих горизонтальные перемещения на многие сотни километров.

Следующий вывод из анализа структурных рисунков Черноморского региона — это строгая пространственная организованность и упорядоченность линеаментных систем, которая выражается в развитии ограниченного числа стационарных максимумов на розах-диаграммах ориентировок разломов, которые хорошо согласуются с основными направлениями планетарной регматической сети. Нами построены (Занкевич, Покалюк, 2020) розы-диаграммы разноранговых линеаментов внутри акватории Черного моря на основании новейших батиметрических материалов, а также структурных карт (Туголесов и др., 1985; Nikishin et al., 2014) (Рис. 5).

На диаграммах вполне очевидна доминанта субдиагональных и диагональных направлений над субмеридиональными и субширотными. Полученные диаграммы принципиально сходны с более ранними диаграммами (Краснощек, 1976; Занкевич, Шафранская, 2009) и обнаруживают подобие не толь-

ко с ближним континентальным складчатым окружением Кавказа, Малой Азии, Балкан (Копп, Расцветаев, 1976), но также и с южной частью Восточно-Европейской платформы, включая Скифскую плиту и Украинский щит (Ломакин и др., 2016). Более того, они очень близко соответствуют розе-диаграмме разломов и мегалинеаментов всего Средиземноморского подвижного пояса (см. Рис. 1 в). Таким образом, подтверждается общее единство структурных планов акватории Черного моря и континентального окружения и их обусловленность глобальным планетарным полем напряжений в земной коре, связанным, по всей вероятности, с ротационным режимом оболочек Земли.

Установленные в Северном Причерноморье два региональные морфотипа структурных рисунков и роз-диаграмм мезотополлинеаментов (Ломакин и др., 2016) хорошо согласуются с зонами динамического влияния двух главных диагональных трансконтинентальных поясов — Атласо-Черноморского и Балтийско-Иранского (Эльбско-Загросского).

## Выводы

1. На основании анализа современных высокоточных глобальных цифровых 3-D моделей рельефа континентов и дна океанов (SRTM, GEBCO) выявлены некоторые над-региональные линейные структуры, не нашедшие отражения (либо отраженные частично) на ранее составленных геологических картах и схемах космодешифрирования. Среди них наибольший интерес представляют линеаменты протяженностью многие сотни и первые тысячи километров: Азово-Адриатический, Драва-Дунай-Камчинский, Бранданско-Ионический, Крит-Мурат-Арагатский.
2. Структурная позиция Черноморского бассейна в целом определяется расположением его в области пересечения (суперпозиции, интерференции) диагональных (субдиагональных) трансконтинентальных тектонолинеаментных поясов: северо-западных — Балтийско-Иранского (Эльбско-Загросского), Кавказско-Копетдагского, и северо-восточного — Атласо-Черноморского. Пересекаясь друг с другом, они образуют системы ромбовидных блоков, в которые органически вписываются как отдельные глубоководные впадины Черного моря, так и Черноморский бассейн в целом.
3. Вытянутая по двум диагоналям форма глубоководных впадин Черного моря указывает на структурную подчиненность их разноориентированным системам линеаментов. Западно-Черноморская впадина контролируется восток-северо-восточным Атласо-Черноморским тектонолинеаментным поясом (также, как Эгейский трог, грабены Мраморного моря, Каркинитский грабен), а Восточно-Черноморская впадина — кулисно-субпараллельными северо-западными Кавказско-Копетдагским и Балтийско-Иранским (Эльбско-Загросским) тектонолинеаментными поясами.
4. Отсутствие масштабных латеральных смещений в узлах пересечения разноориентированных систем супер-мегалинеаментов указывает на относительную фиксированность (стационарность и унаследованность) формирования тектонолинеаментного каркаса в течение всего мезокайнозоя и относительно малосдвиговый (амплитуда сдвигов, вероятно, не превышает 1–2% от масштаба разломных зон) характер его реализации. Такая особенность структурного рисунка Причерноморья существенно ограничивает (если не исключает) возможности использования неомобилистских геодинамических моделей для объяснения истории геологического развития региона.

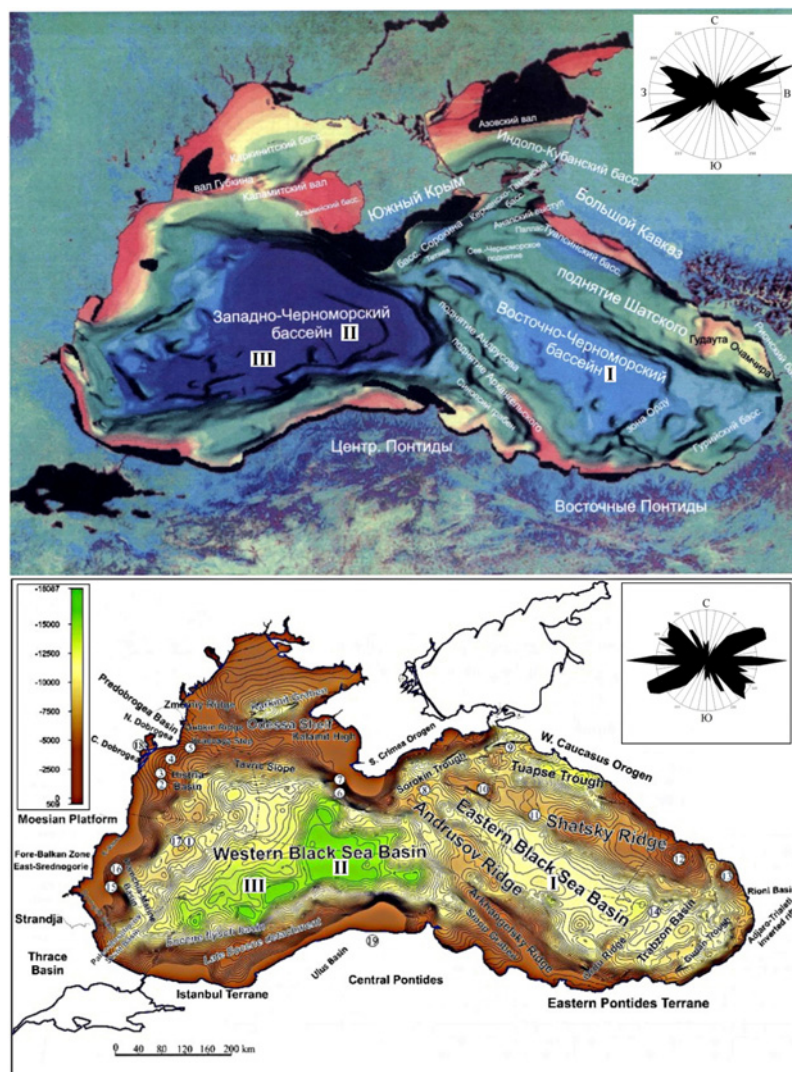


Рис. 5. Розы-диаграммы региональных линейментов и разломных зон в пределах акватории Черного моря (из работы (Занкевич, Покалюк, 2020), на основании материалов (Robinson, 1997; Nikishin et al., 2014))

5. Тектонолинеamentный каркас регионального и надрегионального ранга Черноморского региона и сопредельных территорий обладает явной упорядоченностью, структурной организованностью и согласованностью, что выражается: 1) в сквозном трансчерноморском характере главных супер- мегалинеamentов и непосредственным продолжением многих линейментов континента в акваторию; 2) общим подобием структурного плана тектонолинеamentного каркаса характеристикам общепланетарной регматической сети разломов — наличием вполне определенных направлений структур, закономерно ориентированных относительно современной оси вращения Земли и проявленных на розах-диаграммах в виде дискретных статистически значимых максимумов; 3) близким соответствием роз-диаграмм линейментов в пределах акватории Черного моря и континентального окружения и Средиземноморья в целом; 4) гомологичностью структурных рисунков и пространственной ориентации разломов на различных иерархических уровнях организации. Такая упорядоченность может быть обеспечена только глобальными факторами общепланетарного характера, связанными с влиянием ротационного режима Земли на распределение полей напряжений в литосфере.

## Литература

- Айзберг Р. Е., Гарецкий Р. Г., Синичка А. М. Сарматско-Туранский линеймент земной коры. Проблемы теоретической и региональной тектоники. Москва: Наука, 1971. С. 41–51.
- Афанасьева Н. С., Буш В. А., Кац Я. Г. и др. Особенности структуры Средиземноморского пояса по данным дешифрирования космических снимков. “Тектоника Средиземноморского пояса”. Москва: Наука, 1980. С. 123–132.
- Богданов Н. А., Короновский Н. В., Ломизе М. Г., Чехович В. Д., Юцис В. В. Тектоническая карта Средиземного моря, м-б 1: 5 000 000. Ред. Н. А. Богданов, В. Е. Хаин. Москва: Картография, 1994.
- Бончев Е. С. Проблемы на Българската геотектоника. София, 1971. 203 с.
- Буш В. А. Системы трансконтинентальных линейментов Евразии. Геотектоника, 1983 а. № 3. С. 15–31.
- Буш В. А. Трансконтинентальные линейменты и проблемы мобилизма. Геотектоника. 1983 б. № 4. С. 14–25.
- Буш В. А., Кац Я. Г. Тектоническое районирование Средиземноморского альпийского пояса по результатам дешифрирования космических снимков. Известия вузов. Геол. и разведка. 1978. № 10. С. 74–79.
- Верховцев В. Г. Новейшая тектоника Западного (Преддобружского)

- сегмента Скифської плити і прилеглих територій. *Геофізический журнал*. 2010. № 3 (32). С. 29–42.
- Волож Ю. А., Антипов М. П., Леонов Ю. Г., Морозов А. Ф., Юров Ю. А. Стрoение кряжа Карпинского. *Геотектоника*. 1999. № 1. С. 28–43.
- Волож Ю. А., Дмитриевский А. Н., Леонов Ю. Г., Милетенко Н. В., Ровнин Л. И. О стратегии очередного этапа нефтепоисковых работ в Прикаспийской нефтегазоносной провинции. *Геология и геофизика*. 2009. № 4 (50). С. 341–362.
- Гончаров В. П., Непрочнов Ю. П., Непрочнова А. Ф. Рельеф дна и глубинное строение Черноморской впадины. Москва: Наука, 1972. 159 с.
- Горячев А. В. Глубинные разломы и структурные неоднородности земной коры. “Неоднородность тектоносферы и развитие земной коры”. Москва: Недра, 1986. С. 32–48.
- Добрев Т. Б., Шукин Ю. К. Глубинные разломы Западного Причерноморья и некоторые геофизические признаки их выявления. *Советская геология*. 1970. № 11. С. 76–89.
- Евсюков Ю. Д. Конус выноса Дуная: геоморфологическая характеристика; слоистость верхнечетвертичных осадков (по материалам эхолотного промера). *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2007. № 4. С. 109–116.
- Занкевич Б. А., Покалюк В. В. О структуре Черноморского бассейна как иерархической системе мегапулл-апартов. *Тектоника і стратиграфія*. 2020. Вип. 47. С. 5–29.
- Занкевич Б. А., Шафранская Н. В. Тектоническая позиция зоны газовых факелов северо-западной части Черного моря. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2009. № 3. С. 35–54.
- Иванов В. Е., Ломакин И. Э. Геологическая позиция и тектоника Ломоносовского палеовулканического массива и Форосского выступа. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2014. № 2. С. 35–51.
- Карта разрывных нарушений и основных зон линейментов юго-запада СССР (с использованием материалов космической съемки), масштаб 1: 1 000 000. Редактор Н. А. Крылов. Составители: М. Г. Распопова, И. Б. Вишняков, Л. С. Галецкий, Р. Г. Гарецкий, В. В. Глушко и др. Киев: Министерство геологии УССР, 1988.
- Кац Я. Г. Макарова Н. В., Козлов В. В., Трофимов Д. Н. Структурно-геоморфологический анализ Крыма по дешифрированию космоснимков. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 1981. № 3. С. 8–20.
- Кац Я. Г., Полетаев А. И. Линейментная тектоника Альпийского горно-складчатого обрамления Восточно-Европейской платформы. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 1983. № 3. С. 3–13.
- Кац Я. Г., Полетаев А. И., Румянцева Э. Ф. Основы линейментной тектоники. Москва: Недра, 1986. 140 с.
- Копп М. Л. Структуры латерального выжимания в Альпийско-Гималайском коллизийном поясе. “Тр. Геол. ин-та РАН. Вып. 506”. Москва: Научный мир, 1997. 313 с.
- Копп М. Л., Расцветаев Л. М. О линейментах, выявленных по космическим снимкам восточной части Альпийского пояса. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 1976. № 11. С. 26–35.
- Корнев О. С. Аномалии и структуры Азово-Черноморского региона. *Геотектоника*. 1982. № 3. С. 86–97.
- Корчуганова Н. И. Аэрокосмические методы в геологии. Москва: ГЕОС, 2006. 244 с.
- Космотектоническая карта европейских стран — членов СЭВ и СФРЮ. М-6 1: 1 000 000. Гл. ред. Н. В. Межеловский. СЭВ, 1987.
- Краснощек А. Я. Пространственные особенности активизации глубинных разломов в западной части Черного моря. *Геологический журнал*. 1989. № 1. С. 84–88.
- Краснощек А. Я. Системи розломів фундаменту і їх взаємозв’язок із структурами осадового чохла у межах Північного Причорномор’я. *Геологічний журнал*. 1976. № 5 (36). С. 10–17.
- Леонов Ю. Г., Волож Ю. А., Антипов М. П., Быкадоров В. А., Хераскова Т. Н. Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования. Труды Геологического института. Вып. 593. Отв. ред. Ю. Г. Леонов. Москва: ГЕОС, 2010. 64 с.
- Ломакин И. Э., Покалюк В. В., Кочелаб В. В. Линеймент Карпинского - структурный элемент древнего регматогенного тектоно-линейментного каркаса Евразии. Геохімія техногенезу (36. наук. праць ІГНС НАН України). 2019. Вип. 2 (30). С. 5–17.
- Ломакин И. Э., Покалюк В. В., Кочелаб В. В., Шафранская Н. В., Шураев И. Н. Закономерности пространственной ориентировки тополинейментных систем Северного Причерноморья. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2016. № 4. С. 86–102.
- Ломакин И. Э., Покалюк В. В., Кочелаб В. В., Шураев И. Н. Азово-Адриатический мегалинеймент — трансрегиональная зона сопряженных глубинных разломов юга Европы. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2018. № 2. С. 29–47.
- Ломакин И. Э., Покалюк В. В., Шураев С. Н., Шпырко С. Г. Тектонолинейментные зоны восток-северо-восточного простирания и некоторые вопросы тектоники Средиземноморья. *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. 2017. № 2. С. 68–76.
- Маловицкий Я. П., Углов Б. Д., Осипов Г. В. Геомагнитное поле Черноморской впадины. *Геофизический сборник*. 1969. Вып. 32. С. 28–38.
- Маринин А. В. Позднеальпийская структура Северо-Западного Кавказа и тектодинамические условия ее формирования. Автореф. канд. дисс. М.: Изд-во МГУ, 2003. 22 с.
- Международная тектоническая карта Европы. Третье издание. Масштаб: 1:5 000 000. Редакторы: Хаин В. Е., Леонов Ю. Г. Геологический институт РАН, Комиссия геологической карты мира, ФГУП “ВСЕГЕИ”, ЮНЕСКО, 1996.
- Международная тектоническая карта Мира м-ба 1:15 000 000. Гл. ред. В. Е. Хаин. АН СССР, 1981
- Михайлов А. Е., Корчуганова Н. И., Баранов Ю. Б. Дистанционные методы в геологии. Москва: Недра, 1993. 224 с.
- Моргунов Ю. Г., Калинин А. В., Калинин В. В., Куприн П. Н., Лимонов А. Ф., Пивоваров Б. Л., Щербаков Ф. А. Тектоника и история развития северо-западного шельфа Черного моря. Москва: Наука, 1981. 244 с.
- Панов Б. С. Геологические особенности и минералогия линеймента Карпинского. *Известия вузов. Серия геология и разведка*. 1988. № 9. С. 11–20.
- Патина И. С., Леонов Ю. Г., Волож Ю. А., Копп М. Л., Антипов М. П. Крымско-Копетдагская зона концентрированных орогенических деформаций как трансрегиональный позднеколлизийный правый сдвиг. *Геотектоника*. 2017. № 4. С. 17–30.
- Покалюк В. В., Ломакин И. Э., Шураев И. Н. Тектонолинейментные зоны восток-северо-восточного простирания как составной элемент регматогенного разломного каркаса Балкано-Черноморского региона. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2018. № 18. С. 40–52. URL: <http://ujrs.org.ua/ujrs/article/view/134/150>.
- Покалюк В. В., Ломакин И. Э., Верховцев В. Г. Балтійсько-Іранський суперлінеймент — довгоживучий трансєвразійський пояс дислокацій і планетарної мегатріщинуватості. *Космічна наука і технологія*. 2020. 26, № 5 (126). С. 48–72. <https://doi.org/10.15407/knit2020.05.000>.
- Расцветаев Л. М. Закономерный структурный рисунок земной поверхности и его динамическая интерпретация. “Проблемы глобальной корреляции геологических явлений”. Москва: Наука, 1980. С. 145–216.
- Расцветаев Л. М., Маринин А. В. Позднеальпийская структура и геодинамика Северо-Западного Кавказа и смежных областей. Материалы XVI Международной конференции “Структура, свой-

- ства, динамика и минерагения литосферы Восточно-Европейской платформы”. Ч. 2. Воронеж: Научная книга, 2010. С. 160–164.
- Расцветаев Л. М., Тверитинова Т. Ю. Вращение Земли и планетарные зоны скалывания, сжатия и растяжения. Материалы Четвертой Тектонофизической конференции. Раздел 5. Общие геотектонические вопросы тектонофизики и проблемы геодинамики. Москва: ИФЗ РАН, 2016. Том 2. С. 545–552.
- Расцветаев Л. М. Выявление парагенетических семейств тектонических дизъюнктивов как метод палеогеомеханического анализа полей напряжений и деформаций земной коры. “Поля напряжений и деформаций в земной коре”. Москва: Наука, 1987. С. 171–181.
- Седлорова О. В. Геологічна інтерпретація результатів інтеграції даних багатоспектрального космічного знімання і геолого-геофізичних даних для прогнозування нафтогазоперспективних зон на регіональному рівні (на прикладі Північно-Західного шельфу Чорного моря). *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2015. № 7. С. 47–57. URL: <http://ujrs.org.ua>.
- Скарятин В. Д., Атанасян С. В. Линейные и кольцевые структуры некоторых районов Евразии. *Известия вузов. Геология и разведка*. 1976. № 11. С. 135–148.
- Соллогуб В. Б., Чекунов А. В. Глубинное строение Центральной и Юго-Восточной частей Европейского континента и задачи комплексного изучения литосферы. “Тектоносфера Украины и других регионов СССР”. Киев: Наук. думка, 1980. С. 6–17.
- Старостенко В. И., Гинтов О. Б., Кутас Р. И. Геодинамическое развитие литосферы Украины и его роль в формировании и размещении полезных ископаемых. *Геофизический журнал*. 2011. № 3 (33). С. 3–22.
- Старостенко В. И., Макаренко И. Б., Русаков О. М., Пашкевич И. К., Кутас Р. И., Легостаева О. В. Геофизические неоднородности литосферы мегавпадины Черного моря. *Геофизический журнал*. 2010. № 5 (32). С. 3–21.
- Ступка О. С. Глубинные разломы Крымского полуострова. “Геология и нефтегазоносность Причерноморской впадины”. Киев: Наук. думка, 1967. С. 23–36.
- Тектонические структуры Центральной и Юго-Восточной Европы по материалам космических съемок. Объяснительная записка к Космотектонической карте европейских стран-членов СЭВ и СФРЮ масштаба 1:1000000. Главный редактор Н. В. Межеловский. Москва: 1987. 62 с.
- Трифонов В. Г., Додонов А. Е., Бачманов Д. М., Иванова Т. П., Караханян А. С. и др. Неотектоника, современная геодинамика и сейсмическая опасность Сирии. Труды Геологического института. Вып. 598. Отв. ред. В. Г. Трифонов, О. Аммар. Москва: ГЕОС, 2012. 216 с.
- Туголесов Д. А., Горшков А. С., Мейснер Л. Б. и др. Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины. Москва: Недра, 1985. 215 с.
- Хаин В. Е. Общая геотектоника. Москва: Недра, 1973. 512 с.
- Хаин В. Е. Региональная геотектоника. Альпийский Средиземноморский пояс. Москва: Недра, 1984. Т. 1. 334 с.
- Хаин В. Е. Тектоника континентов и океанов. Москва: Научный мир, 2001. 606 с.
- Хаин В. Е. Региональная геотектоника. Внеальпийская Европа и Западная Азия. М.: Недра, 1977. 359 с.
- Чебаненко И. И., Довгаль Ю. И., Знаменская Т. А. и др. Тектоника Северного Причерноморья. Отв. ред. И. И. Чебаненко. Киев: Наук. думка, 1988. 164 с.
- Чекунов А. В. Проблемы Черноморской впадины. *Геофизический журнал*. 1987. № 4 (9). С. 3–25.
- Чекунов А. В. Структура земной коры и тектоника юга Европейской части СССР. Киев: Наук. думка, 1972. 176 с.
- Barka A., Reilinger R. Active tectonics of the Eastern Mediterranean region deduced from GPS, neotectonic and seismicity data. *Annali Di Geofisica*. 1997. V. 40. P. 587–610.
- Biter M., Malita Zina, Diaconescu M., Radulescu F., Nacu V. Crustal movement and early earthquakes distribution in Dobruja and Black Sea. *Geo-Eco-Marina*. 1998. No. 3 P. 109–117.
- Boccaletti M., Dainelli P. Schema tettonico dell’area Mediterranea. Con i principali elementi strutturali neogenico-quadernari (campo regmatico dedotto dall’analisi delle immagini Landsat). Firenze, 1982.
- Burton P. W., Xu Y., Tselentis G., Sokos E., Aspinall W. Strong ground acceleration seismic hazard in Greece and neighboring regions. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. 2003. V. 23. P. 159–181.
- Esat K., Civgin B., Kayrak B., Isik V., Ecevitoglu B., Sevitoglu G. The 2005–2007 Bala (Ankara, central Turkey) earthquakes: a case study for strike-slip fault terminations. *Geologica Acta*. 2014. Vol. 12, N 1. P. 71–85.
- Fodor L., Jelen B., Márton E., Škaberne D., Čar J. & Vrabec M. Miocene-Pliocene tectonic evolution of the Slovenian Periadriatic fault: Implications for Alpine-Carpathian extrusion models. *Tectonics*. 1998. V. 17, Iss. 5. P. 690–709. URL: <https://doi.org/10.1029/98TC01605>.
- Georgiev G. Geology and Hydrocarbon Systems in the Western Black Sea. *Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)*. 2012. Vol. 21. P. 723–754.
- Gerdjikov I., Georgiev N. Maritsa fault system — a strike-slip zone along the northern margin of the Rhodopes. *Annual of the University of mining and geology “St. Ivan Rilski”*. 2006. V. 49. Part I. *Geology and Geophysics*. P. 33–39.
- Greclua P., Varga I. Main discontinuity belts on the inner side of the West Carpathians. *Miner Slov*. 1979. V. 14. P. 221–240 (Slovakian with English summary).
- Haas J., Mioč P., Pamič J., Tomljenović B., Árkai P., Bérczi-Makk A., Koroknai B., Kovács S. & Rálich-Felgenhauer E. Complex structural pattern of the Alpine-Dinaridic-Pannonian triple junction. *Int. J. Earth Sci., Abstr.* 2000. 89. P. 377–389.
- Haas J. (ed.) *Geology of Hungary*. Budapest: Eotvos University Press, 2001. 317 p.
- Kiliias A. A., Tranos M. D., Papadimitriou E. E. & Karakostas V. G. The recent crustal deformation of the Hellenic orogen in Central Greece; the Kremasta and Sperchios Fault Systems and their relationship with the adjacent large structural features. *Z. dt. Ges. Geowiss. Stuttgart*, 2008. 159/3. P. 533–547.
- Koukouvelas I. K. and Aydin A. Fault structure and related basins of the North Aegean Sea and its surroundings. *Tectonics*. 2002. V. 21, No. 5. P. 1–16. <https://doi.org/10.1029/2001TC901037>.
- Matev K. GPS constrains on current tectonics of southwest Bulgaria, northern Greece and Albania. Thesis. Doctor of university of Grenoble, 2011. 203 p.
- Meghraoui M., Pondrelli S. Active faulting and transpression tectonics along the plate boundary in North Africa. *Annals of Geophysics*. 2012. V. 55, No 5. P. 955–967. doi: 10.4401/ag-4970.
- Morosanu I. Tectonic setting of the Romanian offshore area at the pre-Albian level. “Oil and Gas in Thrustbelts and Basins, Alpidic Regions — Central and Eastern Europe”. *Geological Society of London, Special Publication*. No. 5. P. 315–323.
- Nikishin A. M., Okay A., Tuysuz O., Demirel A., Wannier M., et al. The Black Sea basins structure and history: New model based on new deep penetration regional seismic data. Part 2: *Tectonic history and paleogeography Marine and Petroleum Geology*. 2014. Vol. 30. P. 1–15.
- Pokalyuk V. V., Lomakin I. E., Verkhovtsev V. G. Baltic-Iranian Super Lineament — the global Trans-Eurasian belt of dislocations and planetary megafractures. XIV International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”. Kyiv. EAGE, 2020. Volume 2020. 5 p. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202056008>.
- Robinson A. G., Rudat J. H., Banks C. J., Wiles R. L. F. Petroleum geology

- of the Black Sea. *Marine and Petroleum Geology*. 1996. Vol. 13. Iss. 2. P. 195–223. [https://doi.org/10.1016/0264-8172\(95\)00042-9](https://doi.org/10.1016/0264-8172(95)00042-9).
- Robinson A. G. (Ed.). Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region. Memoir 68. American Association of Petroleum Geologists. 1997. 385 p.
- Sakellariou D., Rousakis G., Vougioukalakis G., Ioakim Ch., Panagiotopoulos I., Morfis I., Zimianitis E., Athanasoulis K., Tsampouraki-Kraounaki K., Mparadis D., and Karageorgis A. P. Deformation pattern in the Western North Aegean Trough: preliminary results. *Bulletin of the Geological Society of Greece*. 2016. Vol. L. P. 124–133. Proceedings of the 14th International Congress, Thessaloniki.
- Săndulescu M. Geotectonics of Romania. Bucharest: Technical Publishing House, 1984. 450 p. (in Romanian).
- Sengör A. M. C., Grall C., Imren C., Le Pichon X., Görür N., Henry P., Karabulut H., and Siyako M. The geometry of the North Anatolian transform fault in the Sea of Marmara and its temporal evolution: implications for the development of intracontinental transform faults. *Can. J. Earth Sci.* 2014. V. 51. P. 222–242. [dx.doi.org/10.1139/cjes-2013-0160](https://doi.org/10.1139/cjes-2013-0160).
- Sugan M., Wu J.E.L. and McClay K. 3d analogue modelling of transtensional pull-apart basins: comparison with the Cinarik basin, Sea of Marmara, Turkey. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*. 2014. Vol. 55, No. 4. P. 699–716.
- Tranos M. D. Faulting of Lemnos Island; a mirror of faulting of the North Aegean Trough (Northern Greece). *Tectonophysics*. 2009. Vol. 467. Iss. 1–4. P. 72–88. DOI: 10.1016/j.tecto.2008.12.018
- Vangelov D., Gerdjikov Y., Kounov A., Lazarova A. The Balkan Fold-Thrust Belt: an overview of the main features. *Geologica Balcanica*. 2013. 42. 1–3. P. 29–47. DOI: 10.5451/unibas-ep58792.
- Yaltirak C. Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings. *Marine Geology*. 2002. 190. P. 493–530. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(02\)00360-2](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(02)00360-2).
- Zagorchev I. Neotectonics of the central parts of Balkan Peninsula: basic features and concepts. *Geologische Rundschau*. 1992. 81 (3). P. 635–654.
- Zagorchev I. Geodetic measurements, neotectonics and recent tectonics in SW Bulgaria. *Geodesy (Висуа геодезия)*. 2006-a. 17. P. 3–14.
- Zagorchev I. Kraishtides (Kraistiden) 70 years later: Myth or Reality? *Geologica Balcanica*. 2006-b. 35. 3–4. P. 63–90.
- ## References
- Aizberg, R. E., Garetsky, R. G., Sinichka, A. M. (1971). Sarmatian-Turanian lineament of the earth's crust. *In Problems of theoretical and regional tectonics*. Moscow: Nauka, 41–51. (in Russian).
- Afanasyeva, N. S., Bush, V. A., Kats, Ya. G., Kiryukhin, L. G., Makhin, G. V., Ryabukhin, A. G., Sborshchikov, I. M., Trofimov, D. M., Faradzhev, V. A. (1980). Features of the structure of the Mediterranean belt according to the interpretation of satellite images. *In Tectonics of the Mediterranean Belt*. Moscow: Nauka, 123–132. (in Russian).
- Barka, A. and Reilinger, R. (1997). Active tectonics of the Eastern Mediterranean region deduced from GPS, neotectonic and seismicity data. *Annali Di Geofisica*, 40, 587–610.
- Biter, M., Malita, Zina, Diaconescu, M., Radulescu, F., Nacu, V. (1998). Crustal movement and early earthquakes distribution in Dobruja and Black Sea. *Geo-Eco-Marina*, 3, 109–117.
- Boccaletti, M., Dainelli, P. (1982). Schema tettonico dell'area Mediterranea. Con i principali elementi strutturali neogenico-quadernari (campo regmatico dedotto dall'analisi delle immagini Landsat). Firenze.
- Bogdanov, N. A., Koronovskiy, N. V., Lomize, M. G., Chekhovich, V. D., Yutsis, V. V. (1994). Tectonic map of the Mediterranean Sea. 1:5000000. Moscow: Cartographyia.
- Bonchev, E. S. (1971). Problems of Bulgarian geotectonics. Sofia. (in Bulgarian).
- Burton, P. W., Xu, Y., Tselentis, G., Sokos, E., Aspinall, W. (2003) Strong ground acceleration seismic hazard in Greece and neighboring regions. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 23, 159–181.
- Bush, V. A. (1983 a). Systems of transcontinental lineaments of Eurasia. *Geotektonika*, 3, 15–31. (in Russian).
- Bush, V. A. (1983 b). Transcontinental lineaments and problems of mobilism. *Geotektonika*, 4. 14–25. (in Russian).
- Bush, V.A., Kats, Ya. G. (1978). Tectonic regionalization of the Mediterranean alpine belt based on the results of interpretation of satellite images. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 10, 74–79. (in Russian).
- Chebanenko, I. I., Dovgal, Yu. I., Znamenskaya, T. A., Klochko, V. P., Kudryavtseva, M. N., Potapchuk, I. S., Radzivil, V. Ya., Slezak, O. I., Tokovenko, V. S., Tripolskaya, M. I., Verkhovtsev, V. G., Shatalov, N. N. (1988). Tectonics of the Northern Black Sea Region. Kiev: Naukova Dumka. (in Russian).
- Chekunov, A. V. (1972). The structure of the earth's crust and tectonics of the south of the European part of the USSR. Kiev: Naukova dumka. (in Russian).
- Chekunov, A. V. (1987). Problems of the Black Sea Basin. *Geofizicheskij zhurnal*, 4 (9), 3–25. (in Russian).
- Cosmotectonic map of the European countries — members of the CMEA and the SFRY. (1987). Sc. 1: 1 000 000. Ch. ed. N. V. Mezhelovskiy. CMEA.
- Dobrev, T. B., Shchukin, Yu. K. (1970). Deep faults of the Western Black Sea region and some geophysical signs of their identification. *Sovetskaya geologiya*, 11, 76–89. (in Russian).
- Esat, K., Civgin, B., Kayrak, B., Isik, V., Ecevitoglu, B., Sevitoglu, G. (2014). The 2005–2007 Bala (Ankara, central Turkey) earthquakes: a case study for strike-slip fault terminations. *Geologica Acta*, 12 (1), 71–85.
- Evsyukov, Y. D. (2007). Danube fan: geomorphological characteristics; bedding of Upper Quaternary sediments (based on echo sounding data). *Geologiya i poleznye iskopayemye mirovogo okeana*, 4, 109–116. (in Russian).
- Fodor, L., Jelen, B., Marton, E., Skaberne, D., Car, J. & Vrabc, M. (1998). Miocene-Pliocene tectonic evolution of the Slovenian Periadriatic fault: Implications for Alpine-Carpathian extrusion models. *Tectonics*. 17, 690–709. <https://doi.org/10.1029/98TC01605>.
- Georgiev, G. (2012). Geology and Hydrocarbon Systems in the Western Black Sea. *Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.)*, 21, 723–754.
- Gerdjikov, I., Georgiev, N. (2006). Maritsa fault system — a strike-slip zone along the northern margin of the Rhodopes. *Annual of the University of mining and geology St. Ivan Rilski*. 49. Part I. *Geology and Geophysics*, 33–39.
- Goncharov, V. P., Neprochnov, Yu. P., Neprochnova, A. F. (1972). Bottom relief and deep structure of the Black Sea basin. Moscow: Nauka. (in Russian).
- Goryachev, A. V. (1986). Deep faults and structural inhomogeneities of the earth's crust. *In Inhomogeneity of the tectonosphere and the development of the earth's crust*. Moscow: Nedra, 32–48. (in Russian).
- Grecula, P., Varga, I. (1979). Main discontinuity belts on the inner side of the West Carpathians. *Miner Slov*, 14, 221–240. (in Slovakian with English summary).
- Haas, J. (ed.). (2001). Geology of Hungary. Budapest: Eotvos University Press.
- Haas, J., Mioč, P., Pamič, J., Tomljenovič, B., Árkai, P., Bérczi-Makk, A., Koroknai, B., Kovács, S. & Rálich-Felgenhauer, E. (2000). Complex structural pattern of the Alpine-Dinaridic-Pannonian triple junction. *Int. J. Earth Sci. Abstr*, 89, 377–389.
- International tectonic map of Europe. Third edition. (1996). Scale:



- 1: 5,000,000. Editors: V. Ye. Khain, Yu. G. Leonov. Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Commission of the Geological Map of the World, UNESCO.
- International tectonic map of the World. (1981). Scale: 1:15 000 000. Ch. ed. V. E. Khain. USSR Academy of Sciences.
- Ivanov, V. E., Lomakin, I. E. (2014). Geological position and tectonics of the Lomonosov paleovolcanic massif and the Fors bulge. *Geologiya i poleznyye iskopayemye mirovogo okeana*, 2, 35–51. (in Russian).
- Kats, Ya. G., Makarova, N. V., Kozlov, V. V., Trofimov, D. N. (1981). Structural-geomorphological analysis of the Crimea on the interpretation of satellite images. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 3, 8–20. (in Russian).
- Kats, Ya. G., Poletaev, A. I. (1983). Lineamentous tectonics of the Alpine mountain-fold frame of the East European platform. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 3, 3–13. (in Russian).
- Kats, Ya. G., Poletaev, A. I., Rummyantseva, E. F. (1986). Fundamentals of lineament tectonics. Moscow: Nedra. (in Russian).
- Khain, V. E. (1973). General geotectonics. Moscow: Nedra. (in Russian).
- Khain, V. E. (1977). Regional geotectonics. Extra-Alpine Europe and Western Asia. Moscow: Nedra. (in Russian).
- Khain, V. E. (1984). Regional geotectonics. Alpine Mediterranean belt. Moscow: Nedra. V. 1. (in Russian).
- Khain, V. E. (2001). Tectonics of continents and oceans. Moscow: Nauchnyy mir. (in Russian).
- Kilias, A. A., Tranos, M. D., Papadimitriou, E. E. & Karakostas, V. G. (2008). The recent crustal deformation of the Hellenic orogen in Central Greece; the Kremasta and Sperchios Fault Systems and their relationship with the adjacent large structural features. *Z. dt. Ges. Geowiss*, 159 (3), 533–547.
- Kopp, M. L. (1997). Structures of lateral squeezing in the Alpine-Himalayan collision belt. *Trudy geologicheskogo instituta Rossiyskoy akademii nauk*. 506. Moscow: Scientific world. (in Russian).
- Kopp, M. L., Rastsvetaev, L. M. (1976). About the lineaments revealed from satellite images of the eastern part of the Alpine belt. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 11, 26–35. (in Russian).
- Korchuganova, N. I. (2006). Aerospace Methods in Geology. Moscow: GEOS. (in Russian).
- Kornev, O. S. (1982). Anomalies and structures of the Azov-Black Sea region. *Geotektonika*, 3, 86–97. (in Russian).
- Koukouvelas, I. K. and Aydin, A. (2002). Fault structure and related basins of the North Aegean Sea and its surroundings. *Tectonics*, 21 (5), 1–16. Doi:10.1029/2001TC901037.
- Krasnoshchek, A. Ya. (1989). Spatial features of activation of deep faults in the western part of the Black Sea. *Geologicheskii zhurnal*, 1, 84–88. (in Russian).
- Krasnoshchok, A. Ya. (1976). Systems of faults of the basement and their relationship with sedimentary cover structures within the Northern Black Sea region. *Geologichnyy zhurnal*, 5 (36), 10–17. (in Ukrainian).
- Leonov, Yu. G., Volozh, Yu. A., Antipov, M. P., Bykadorov, V. A., Kheraskova, T. N. (2010). Consolidated crust of the Caspian region: experience of regionalization. *Trudy geologicheskogo instituta Rossiyskoy akademii nauk*. 593. Moscow: GEOS. (in Russian).
- Lomakin, I. E., Pokalyuk, V. V., Kochelab, V. V. (2019). Karpinsky lineament — a structural element of the ancient reghmatogenic fault network of Eurasia. *Geokhimiya tekhnogeneza*, 2 (30), 5–17. (in Russian).
- Lomakin, I. E., Pokalyuk, V. V., Kochelab, V. V., Shafranskaya, N. V., Shuraev, I. N. (2016). Regularities of spatial orientation of topolineament systems of the Northern Black Sea region. *Geologiya i poleznyye iskopayemye mirovogo okeana*, 4, 86–102. (in Russian).
- Lomakin, I. E., Pokalyuk, V. V., Kochelab, V. V., Shuraev, I. N. (2018). Azov-Adriatic megalineament — a transregional zone of conjugate deep faults in southern Europe. *Geologiya i poleznyye iskopayemye mirovogo okeana*, 2, 29–47. (in Russian).
- Lomakin, I. E., Pokalyuk, V. V., Shuraev, S. N., Shpyrko, S. G. (2017). Tectonolineament zones of east-north-east trending and selected problems of mediterranean tectonics. *Geologiya i poleznyye iskopayemye mirovogo okeana*, 2, 68–76. (in Russian).
- Malovitskiy, Ya. P., Uglov, B. D., Osipov, G. V. (1969). Geomagnetic field of the Black Sea depression. *Geofizicheskiy sbornik*, 32, 28–38. (in Russian).
- Map of discontinuities and main zones of lineaments in the south-west of the USSR (using space survey materials), scale 1: 1,000,000. (1988). Editor N. A. Krylov. Kiev: Ministry of Geology of the Ukrainian SSR. (in Russian).
- Marinin, A. V. (2003). Late Alpine structure of the North-West Caucasus and tectodynamic conditions of its formation. Author's abstract. Cand. diss. Publishing house of Moscow State University. (in Russian).
- Matev, K. (2011). GPS constrains on current tectonics of southwest Bulgaria, northern Greece and Albania. Thesis, Doctor of university of Grenoble.
- Meghraoui, M., Pondrelli, S. (2012). Active faulting and transpression tectonics along the plate boundary in North Africa. *Annals of Geophysics*, 55. 5, 955–967. Doi: 10.4401/ag-4970.
- Mikhailov, A. E., Korchuganova, N. I., Baranov, Yu. B. (1993). Remote sensing methods in geology. Moscow: Nedra. (in Russian).
- Morgunov, Yu. G., Kalinin, A. V., Kalinin, V. V., Kuprin, P. N., Limonov, A. F., Pivovarov, B. L., Shcherbakov, F. A. (1981). Tectonics and history of the development of the northwestern shelf of the Black Sea. Moscow: Nauka. (in Russian).
- Morosanu, I. (1996). Tectonic setting of the Romanian offshore area at the pre-Albian level. *In Oil and Gas in Alpidic Thrustbelts and Basins of Central and Eastern Europe. EAGE Special Publication*, 5, 315–323.
- Nikishin, A. M., Okay, A., Tüysüz, O., Demirer, A., Wannier, M., Amelin, N., Petrov, E. (2014). The Black Sea basins structure and history: New model based on new deep penetration regional seismic data. Part 2: Tectonic history and paleogeography. *Marine and Petroleum Geology*, 30, 1–15.
- Panov, B. S. (1988). Geological features and minerageny of the Karpinsky lineament. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 9, 11–20. (in Russian).
- Patina, I. S., Leonov, Yu. G., Volozh, Yu. A., Kopp, M. L., Antipov, M. P. (2017). The Crimean-Kopetdag zone of concentrated orogenic deformations as a transregional late collisional right-hand strike-slip fault. *Geotektonika*, 4, 17–30. (in Russian).
- Pokalyuk, V. V., Lomakin, I. E., Verkhovtsev, V. G. (2020). Baltic-Iranian Super Lineament — the global Trans-Eurasian belt of dislocations and planetary megafractures. XIV International Scientific Conference: Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. Kyiv. EAGE. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202056008>.
- Pokalyuk, V. V., Lomakin, I. E., Shuraev, I. N. (2018). Tectonolineament zones of east-north-east trending as constituent element of rheimatogenic fault network of the Balkan-Black sea region. *Ukrainskyj zhurnal dystancijnogho zonduvannja Zemli*, 18, 40–52. DOI: 10.36023/ujrs.2018.18.134. (in Russian).
- Pokalyuk, V. V., Lomakin, I. E., Verkhovtsev, V. G. (2020). Baltic-Iranian super lineament — a long-lived Trans-Eurasian belt of dislocations and planetary megafractures. *Kosmichna nauka i tekhnolohiya*, 26, 5 (126), 48–72. <https://doi.org/10.15407/knit2020.05.000>. (in Ukrainian).
- Rastsvetaev, L. M. (1980). Natural structural pattern of the earth's surface and its dynamic interpretation. *In Problems of the global correlation of geological phenomena*. Moscow: Nauka, 145–216. (in Russian).
- Rastsvetaev, L. M. (1987). Identification of paragenetic families of tectonic disjunctives as a method of paleogeomechanical analysis of stress and deformation fields of the earth's crust. *In Stress and strain fields in the earth's crust*. Moscow: Nauka, 171–181. (in Russian).
- Rastsvetaev, L. M., Marinin, A. V. (2010). Late Alpine structure and

- geodynamics of the North-West Caucasus and adjacent regions. Materials of the XVI International Conference: Structure, Properties, Dynamics and Mineralogy of the Lithosphere of the East European Platform. Part 2. Voronezh: Nauchnaya kniga, 160–164. (in Russian).
- Rastsvetaev, L. M., Tveritina, T. Yu. (2016). Rotation of the Earth and planetary zones of cleavage, compression and extension. Materials of the Fourth Tectonophysical Conference. Section 5. General theoretical questions of tectonophysics and problems of geodynamics. Moscow: IPE RAS, Volume 2, 545–552. (in Russian).
- Robinson, A. G. (Ed.). (1997). Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region. Memoir 68. American Association of Petroleum Geologists.
- Robinson, A. G., Rudat, J. H., Banks, C. J., Wiles, R. L. F. Petroleum geology of the Black Sea. *Marine and Petroleum Geology*, 13 (2), 195–223. [https://doi.org/10.1016/0264-8172\(95\)00042-9](https://doi.org/10.1016/0264-8172(95)00042-9).
- Sakellariou, D., Rousakis, G., Vougioukalakis, G., Ioakim, Ch., Panagiotopoulos, I., Morfi, I., Zimianitis, E., Athanasoulis, K., Tsampouraki-Kraounaki, K., Mparadis, D., and Karageorgis, A. P. (2016). Deformation pattern in the Western North Aegean Trough: preliminary results. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, L, 124–133. Proceedings of the 14th International Congress. Thessaloniki.
- Săndulescu, M. (1984). Geotectonics of Romania. Bucharest. Technical Publishing House. (in Romanian).
- Sedlerova, O. V. (2015). Geological interpretation of the data integration multispectral satellite imagery and geological and geophysical data for predict oil and gas zones at the regional level (in the example of the north west shelf of the Black Sea). *Ukrainskyj zhurnal dystancijnogho zonduvannja Zemli*, 7, 47–57. <http://ujrs.org.ua>. (in Russian).
- Sengör, A. M. C., Grall, C., Imren, C., Le Pichon, X., Görür, N., Henry, P., Karabulut, H., and Siyako, M. (2014). The geometry of the North Anatolian transform fault in the Sea of Marmara and its temporal evolution: implications for the development of intracontinental transform faults. *Can. J. Earth Sci.*, 51, 222–242. [dx.doi.org/10.1139/cjes-2013-0160](https://doi.org/10.1139/cjes-2013-0160).
- Skaryatin, V. D., Atanasyan, S. V. (1976). Linear and ring structures of some regions of Eurasia. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 11, 135–148. (in Russian).
- Sollogub, V. B., Chekunov, A. V. (1980). Deep structure of the Central and Southeastern parts of the European continent and the problems of complex study of the lithosphere. In *Tectonosphere of Ukraine and other regions of the USSR*. Kiev: Naukova Dumka, 6–17. (in Russian).
- Starostenko, V. I., Gintov, O. B., Kutas, R. I. (2011). Geodynamic development of the lithosphere of Ukraine and its role in the formation and distribution of minerals. *Geofizicheskij zhurnal*, 3 (33), 3–22. (in Russian).
- Starostenko, V. I., Makarenko, I. B., Rusakov, O. M., Pashkevich, I. K., Kutas, R. I., Legostaeva, O. V. (2010). Geophysical heterogeneities of the lithosphere of the Black Sea megadepression. *Geofizicheskij zhurnal*, 5 (32), 3–21. (in Russian).
- Stupka, O. S. (1967). Deep faults of the Crimean Peninsula. In *Geology and oil and gas potential of the Black Sea depression*. Kiev: Naukova Dumka, 23–36. (in Russian).
- Sugan, M., Wu, J. E. L. and McClay, K. (2014). 3d analogue modelling of transtensional pull-apart basins: comparison with the Cinarik basin, Sea of Marmara, Turkey. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 55, 4. 699–716.
- Tectonic structures of Central and Southeastern Europe based on space survey materials. Explanatory note to the Cosmotectonic map of the European CMEA member countries and the SFRY on a scale of 1: 1,000,000. Chief Editor N. V. Mezhelovsky. Moscow: 1987. (in Russian).
- Tranos, M. D. (2009). Faulting of Lemnos Island; a mirror of faulting of the North Aegean Trough (Northern Greece). *Tectonophysics*, 467, 1–4, 72–88. DOI: 10.1016/j.tecto.2008.12.018.
- Trifonov, V. G., Dodonov, A. E., Bachmanov, D. M., Ivanova, T. P., Karakhanyan...Yusef, A. (2012). Neotectonics, modern geodynamics and seismic hazard in Syria. *Trudy geologicheskogo instituta Rossiyskoy akademii nauk*. 598. Moscow: GEOS. (in Russian).
- Tugolesov, D. A., Gorshkov, A. S., Meisner, L. B., Soloviev, V. V., Khakhalev, E. M. (1985). Tectonics of Meso-Cenozoic deposits of the Black Sea basin. Moscow: Nedra. (in Russian).
- Vangelov, D., Gerdjikov, Y., Kounov, A., Lazarova, A. (2013). The Balkan Fold-Thrust Belt: an overview of the main features. *Geologica Balcanica*, 42, 1–3. 29–47. DOI: 10.5451/unibas-ep58792.
- Verkhovtsev, V. G. (2010). The newest tectonics of the Western (Predobruzhsky) segment of the Scythian plate and adjacent territories. *Geofizicheskij zhurnal*, 3 (32), 29–42. (in Russian).
- Volozh, Yu. A., Antipov, M. P., Leonov, Yu. G., Morozov, A. F., Yurov, Yu. A. (1999). The structure of the Karpinsky ridge. *Geotektonika*, 1, 28–43 (in Russian)
- Volozh, Yu. A., Dmitrievsky, A. N., Leonov, Yu. G., Miletchenko, N. V., Rovnin, L. I. (2009). On the strategy of the next stage of oil exploration in the Caspian oil and gas province. *Geologiya i geofizika*, 4 (50), 341–362. (in Russian).
- Yaltirak, C. (2002). Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings. *Marine Geology*, 190, 493–530. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(02\)00360-2](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(02)00360-2).
- Zagorchev, I. (1992). Neotectonics of the central parts of Balkan Peninsula: basic features and concepts. *Geologische Rundschau*, 81 (3), 635–654.
- Zagorchev, I. (2006 a). Geodetic measurements, neotectonics and recent tectonics in SW Bulgaria. *Geodesy (Висуа геодезія)*, 17, 3–14.
- Zagorchev, I. (2006 в). Kraistides (Kraistiden) 70 years later: Myth or Reality? *Geologica Balcanica*, 35, 3–4, 63–90.
- Zankevich, B. A., Pokalyuk, V. V. (2020). About the structure of the Black Sea basin as a hierarchical system of megapull-apart. *Tektonika i stratigrafiya*, 47, 5–29. (in Russian).
- Zankevich, B. A., Shafranskaya, N. V. (2009). Tectonic position of the gas torch zone in the northwestern part of the Black Sea. *Geologiya i poleznye iskopayemye mirovogo okeana*, 3, 35–54. (in Russian).

#### ТЕКТОНОЛІНЕАМЕНТНИЙ КАРКАС ПРИЧОРНОМОРЬСЬКОГО РЕГІОНУ І СУМІЖНИХ ТЕРИТОРІЙ

В. В. Покалюк, І. Е. Ломакін, В. Г. Верховцев, В. В. Кочелаб

ДУ “Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України”, пр-т. Паладіна 34-А, Київ 03142, Україна

ДНУ “Центр проблем морської геології, геокології та осадового рудоутворення НАН України”, вул. Олеся Гончара 55-Б, Київ 01054, Україна

Сучасні високоточні глобальні цифрові 3-D моделі рельєфу континентів і дна океанів (SRTM, GEBCO) є тією об’єктивною основою, яка дозволяє уточнити будову і особливості організації планетарної мережі розломів Чорноморського регіону і суміжних територій Середземноморського рухомого поясу і оточуючих платформних областей, з’ясувати розташування тут головних трансрегіональних супер-мегалінементів, що утворюють глибинний структурно-тектонічний каркас території. Встановлюється повна узгодженість структурного плану розломів і розломних зон в межах морських акваторій та континентального оточення. Структурна позиція Чорноморського басейну в цілому визначається розташуванням його в області перетину (суперпозиції, інтерференції) діагональних (субдіагональних) трансконтинентальних тектонолінеamentних поясів: північно-західних — Балтійсько-Іранського (Ельбсько-Загросського), Кавказсько-Копетдагського, і північно-східного — Атлас-Чорноморського. Відсутність масштабних латеральних зсувів в вузлах перетину різноорієнтованих систем супер- мегалінеamentів вказує на відносну стаціонарність і успадкованість тектонолінеamentного каркасу протягом

як мінімум всього мезокайнозою і відносно малозсувний характер його реалізації. Така особливість структурного малюнка Причорномор'я істотно обмежує використання неомобілістських геодинамічних моделей для реконструкції історії геологічного розвитку регіону. Сувору узгодженість і впорядкованість тектонолінеamentного каркасу може бути забезпечена тільки глобальними чинниками загальнопланетарного характеру, пов'язаними з ротаційним режимом Землі і його впливом на розподіл напружень в літосфері.

**Ключові слова:** Середземноморський рухомий пояс, Чорноморський басейн, тектонолінеamenti, SRTM, GEBCO, планетарна розломна мережу, структурний каркас, розломно-блокова тектоніка

#### TECTONOLINEAMENT FRAMEWORK OF THE BLACK SEA REGION AND SURROUNDING AREAS

V. V. Pokalyuk, I. E. Lomakin, V. G. Verkhovtsev, V. V. Kochelab

State Institution "The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine", Academician Palladin Avenue, 34-a, Kyiv 03142, Ukraine

State Scientific Institution "Center for Problems of Marine Geology, Geocology and Sedimentary Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine", Oles Honchar str., 55-B, Kyiv 01054, Ukraine

Modern high-precision global digital 3-D models of the relief of the continents and the ocean floor (SRTM, GEBCO) are the objective basis to clarify the structure and features of the organization of the planetary fault network of the Black Sea region and adjacent areas of the Mediterranean mobile belt and surrounding platform areas, to find out the location of the main transregional supermegalineaments forming the deep structural-tectonic framework of the territory. A complete consistency of the structural plan of faults and fault zones within the sea areas and continental surroundings is established. The structural position of the Black Sea basin as a whole is determined by its location at the intersection area (superposition, interference) of the diagonal (subdiagonal) transcontinental tectonolite belts: the north-west — Baltic-Iranian (Elba-Zagros), Caucasus-Kopetdag, and the north-east — Atlas-Black Sea. The absence of large-scale lateral displacements at the intersection nodes of differently oriented supermegalineament systems indicates the relative autonomous stationarity and inheritance of the formation of the lineament framework during the entire Mesozoic-Cenozoic and relatively low-shear nature of its realization. This feature of the Black Sea region structural pattern significantly limits the possibility of using neomobilistic geodynamic models to explain the history of the geological development of the region. The strict consistency and orderliness of the lineament framework can be ensured only by global planetary factors associated with the influence of the rotational regime of the Earth's shells on the stress distribution in the lithosphere.

**Keywords:** Mediterranean mobile belt, Black Sea basin, tectonic lineaments, SRTM, GEBCO, planetary fault network, structural framework, fault-block tectonics

*Рукопис статті отримано 28.01.2021*