

Юдин В.В., Юровский Ю.Г. Неогеодинамика Крымско-Черноморского региона. В кн.: Строительство и техногенная безопасность. Сборник науч. трудов Междунар. конф. Геодинамика, сейсмическая опасность, сейсмостойкость сооружений (Алушта 15-22 мая 2011 г) Симферополь, НАПКС, 2011. С. 50-56.

УДК 551.2/3+551.243(477.7)

НЕОГЕОДИНАМИКА КРЫМСКО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА

*В.В. Юдин**, *Ю.Г. Юровский***

* - доктор геол.-мин. наук, профессор НАПКС yudin_v_v@mail.ru

** - доктор геол.-мин. наук, профессор НАПКС yurovsky_yury@mail.ru

Рассмотрены эндогенные и экзогенные процессы, определяющие неоген-четвертичную геодинамику региона. Главными структурами являются активные надвиги, меланжи, надводные и подводные олистостромы. Они определяют сейсмичность и другие опасные явления.

Endogenous and exogenous processes, qualificatory neogene-quarternary geodynamic of region, are considered. Main structures are active thrusts, melanges and olistostromes. They determine seismologic and other dangerous pheromones.

В современном понимании актуалистическая геодинамика – наука о процессах внутри и на поверхности Земли, изучающая перемещения вещества и энергии. Главной движущей силой этих процессов являются мантийные конвекционные токи, образованные вследствие гравитационной и тепловой дифференциации Земли. Конвекция приводит в движение литосферные плиты и определяют эндогенную геодинамику. К факторам эндогенной геодинамики относятся сейсмичность, структурообразование, вулканизм, тепловые потоки, динамометаморфизм, криповые смещения в разрывах, и др. Экзогенная геодинамика вторична и обусловлена гравитацией и солнечной активностью, воздействия которых приводят к уничтожению и перераспределению геологических объектов, созданных эндогенными процессами. В результате экзогенных факторов происходит образование оползневых комплексов (олистостром), абразия, эрозия, карст, осадконакопление и др.

Неогеодинамика рассматривает процессы и движения, действующие с неогена (или с олигоцена) до настоящего времени. Она разделяется на эндо- и экзонеогеодинамику [1]. Согласно принципу актуализма, в фанерозое действовали процессы, сходные с теми, которые происходят сейчас. Это позволило Л.П. Зоненшайну отдельно выделить палеогеодинамику, изучающую древнее положение литосферных плит и террейнов, типы их границ, проявления магматизма, образования структур и формаций.

Эндогенная неогеодинамика Крымско-Черноморского региона определяется глобальным сжатием Евразийской и Африканско-Аравийской мегаплит, что привело к поддвигу субокеанической коры Черного моря под Евразию и, в частности, под Крым (разрез на рис. 1). В результате конвергенции сформировались Крымско-Кавказская горно-складчато-надвиговая область с передовым Туапсинским и тыловым Индоло-Кубанским прогибами, которые заполнены мощными глинистыми толщами майкопской серии. Этот же процесс образовал активные высокоамплитудные надвиги, ретронадвиги, шарьяжи, меланжи и принадлежковые антиклиналяжи (рис. 1).

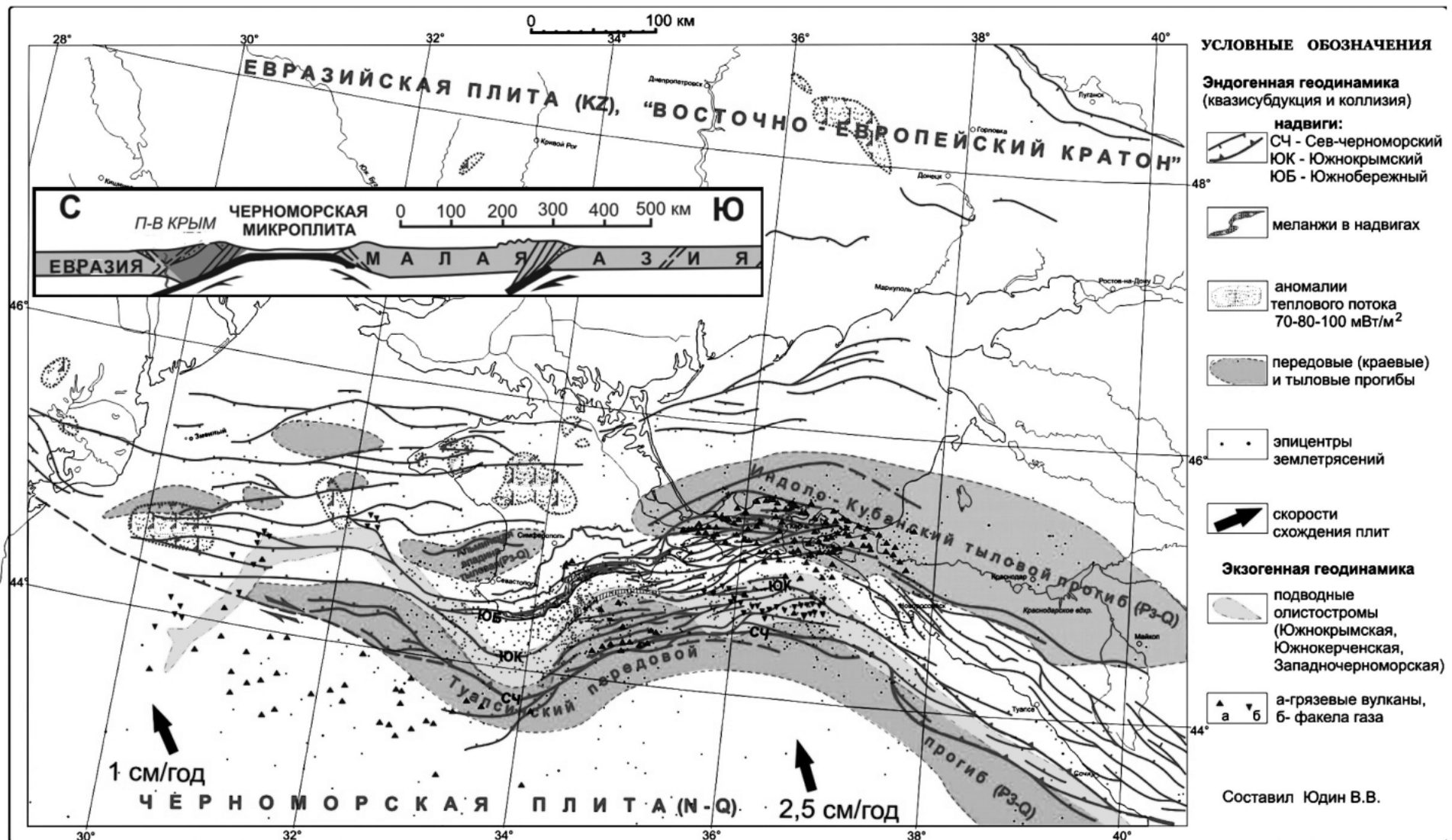


Рис. 1. Неогеодиника Крымско-Черноморского региона

С миоцена в Горном Крыму и Прикрымской структурной зоне Черного моря активно формируются молодые складчато-надвиговые дислокации. В основном они имеют южную вергентность, отвечающую северному наклону главной образуются встречные надвиги южного падения, которые образуют структуры поп-ап трех порядков [2].

Настоящая зона субдукции южнее Крыма отсутствует. Здесь нет глубоководного желоба, тылового и междугового бассейна и других ее признаков. Однако присутствуют аккреционный клин дислоцированных осадков, залегающих на субокеанической коре, а также отрицательные аномалии силы тяжести и значительная, мелкофокусная сейсмичность. Такой тип конвергенции называется псевдосубдукцией или квазисубдукцией.

Аномальное проявление геодинамических процессов по периферии Черного моря позволяет выделить неоген-четвертичную Черноморскую микроплиту с субокеаническим и субконтинентальными типами коры. На востоке, с севера и с юга микроплита ограничена активными надвиговыми сутурами. В западной ее части северное и южное ограничение проходит по зонам разнонаправленной квазисубдукции с аналогичным процессом конвергенции [3]. На пассивной окраине Черноморской микроплиты продолжает формироваться Туапсинский передовой (краевой) прогиб, а на активной окраине Евразии - Индоло-Кубанский тыловой прогиб с Альминской впадиной (рис. 1).

В плиоцен-четвертичное время квазисубдукция субокеанической коры Черного моря под Крым сформировала крупные надвиги (шарьяжи) в которых развиты очень мощные зоны дезинтегрированных пород. Они выделены как Южнобережный, Подгорный и Южнокрымский и другие меланжи [4]. Их молодой возраст следует из деформаций неоген-четвертичных отложений по простиранию на Керченском полуострове, из положения на крыльях растущих складок зон выклинивания в дне Черного моря и из значительной сейсмической активности Главной сейсмогенной зоны Крыма.

Эндогенные неотектонические движения суммированы в линейности Главной гряды Крымских гор, береговой линии, а также в положении гемишельфа и батиаля. Вертикальная составляющая всех надвигов выражена в 3,6- километровом перепаде современного рельефа от высшей точки Крыма г. Роман-Кош (1545м) до дна моря на глубине 2100 м. С учетом мощности неоген-четвертичных осадков в Черном море, вертикальный перепад неотектонического рельефа достигает 10 и более километров. Поднятие и асимметрия Крымских гор объясняется односторонним поддвиганием под них аккреционного клина дуплексированных мезозойско-кайнозойских толщ (рис. 1).

Молодые принадлежностные структуры четко выявляются на профилях морской сейсморазведки (рис. 2, разрезы). Еще более явно они представлены в обнажениях Южного Крыма и Керченского полуострова в виде интенсивных, иногда дважды опрокинутых изоклинальных шарьяжных складках. Формы складок свидетельствуют о мощном (в 2-4 раза) тангенциальном сжатии толщ при сдирании осадочного чехла с основания. Структурная палинспастическая реконструкция позволяет оценить минимальное кайнозойское сокращение зоны древнего осадконакопления более чем на 60-100 км, а с учетом геодинамической реконструкции – на 250 км.

Западнее Горного Крыма субширотные структуры формируются при преобладании в надвигах продольной правосдвиговой составляющей [3]. Поэтому горный рельеф здесь отсутствует, а надвиги и принадлежностные складки в материалах морской сейсморазведки менее выражены, хотя амплитуды неогеновых движений по балансу перемещений в единой зоне не исчезают (рис. 1). Продольным сдвигом объясняется уменьшение здесь сейсмичности, которая резко усиливается в зоне Вранча, где граница Черноморской плиты под углом входит в Карпатский коллизионный ороген. В Горном же Крыму и прилегающей акватории, эндогенные процессы, формировали в основном структуры сжатия в виде надвигов и принадлежностных складок [3].

Признаки будущего активно-окраинного магматизма в тылу зоны конвергенции выявлены в Равнинном Крыму и северо-западной акватории Черного моря. К ним мы относим локальные тепловые аномалии, расположенные в 50-150 км по падению зоны квазисубдукции.

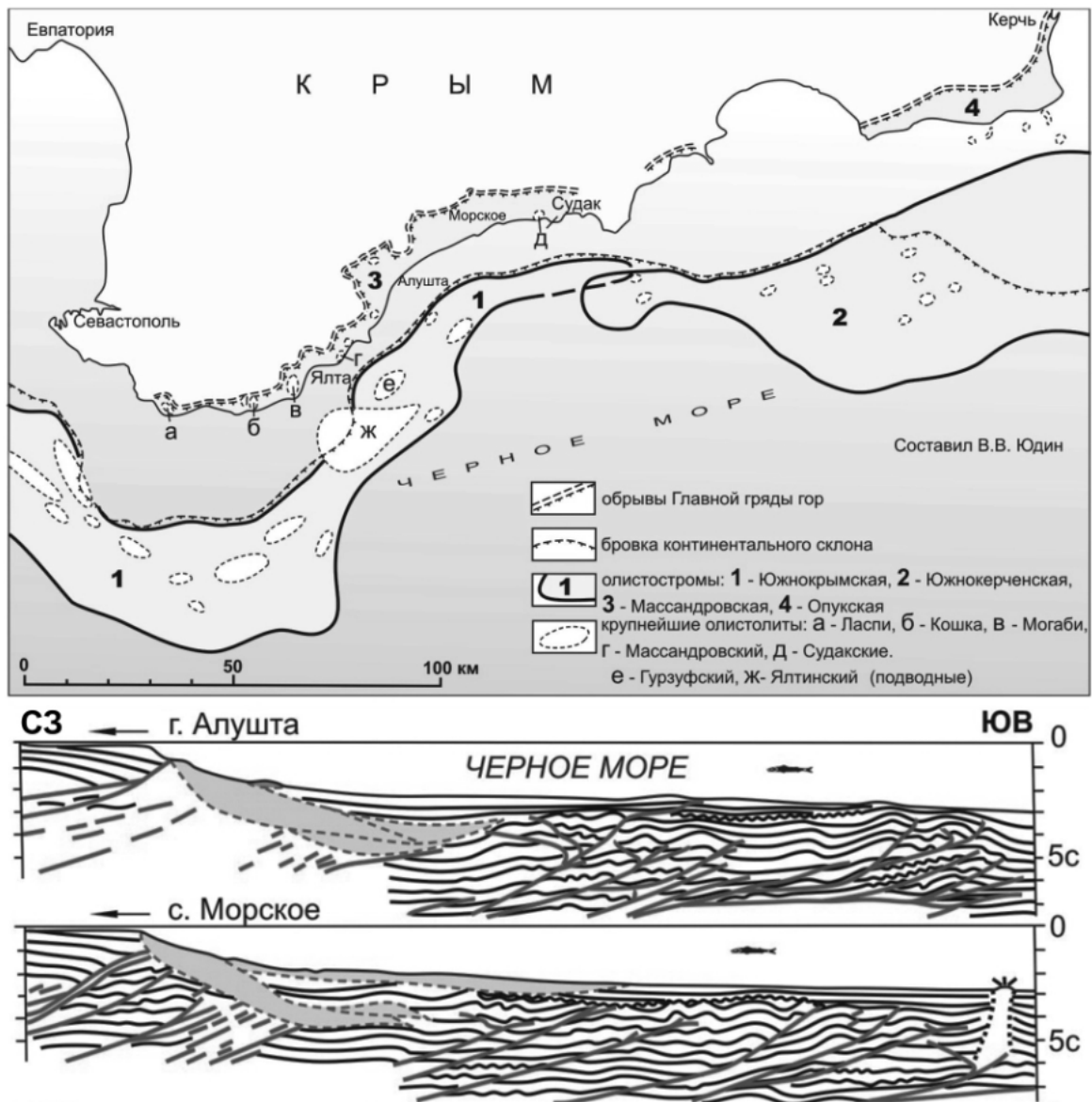


Рис. 2. Кайнозойские олистостромы Крыма и Черного моря в плане и на разрезах

Они показаны на рисунке 1. В отдаленном геологическом будущем, схождение Крыма и Малой Азии может привести к образованию на месте этих аномалий активно-окраинных вулканов или интрузивных тел, как это уже произошло восточнее по простиранию. Например, на Кавказе и Предкавказье, миоцен-четвертичный активно-окраинный магматизм известен в районах Кисловодска, Пятигорска, Нальчика, Минвод, вулканы. Эльбрус, Казбек и др. [5].

Современные горизонтальные скорости сближения Крыма и Малой Азии по результатам космогеодезических наблюдений составляют около 2,5 см/год, что подтверждается многочисленными публикациями, обобщенными в монографии [3]. Западнее, из-за существенной правосдвиговой составляющей в надвигах, сближение уменьшается до 1-1,5 см/год (рис. 1). Нетрудно подсчитать, что при такой скорости субокеаническая кора Черноморской плиты будет поглощена через 20-30 млн. лет и на месте моря при столкновении Крыма с Малой Азией возникнет коллизионный ороген, аналогичный Тянь-Шаню и Гималаям [3]. Черное море, увы, исчезнет, как исчезали многие моря и океаны далекого геологического прошлого.

Вертикальный рост Крымских гор по геодезическим данным происходит со скоростями на порядок меньшими - от 2 до 6 мм/год. Оценить скорость прогибания дна Черного моря, в автохтоне зоны конвергенции, пока не представляется возможным из-за активных олистостром, лавинной седиментации и изменений уровня Черного моря.

Изучение активных надвиговых меланжей (Подгорного, Южнобережного, Карадагского и Щебетовского) показало их закономерную связь с аномальными проявлениями оползней, обвалов и крипа [6]. Недоучет микститов в условиях крутого рельефа, повышенной сейсмичности и увлаженности может привести к опасным последствиям. Межмеланжевые полосы сложно дислоцированных, но сохранивших структуру толщ таврической серии регионально менее подвержены опасным геодинамическим процессами, более устойчивы и предпочтительны для застройки, несмотря на некоторую удаленность от берега моря. Зоны меланжей рациональнее и безопаснее использовать как парки без проектирования на них крупных капитальных сооружений. Такое разделение обязательно следует учитывать при оценке стоимости земли [7].

Эндогенная сейсмичность. С геодинамических позиций вдоль зон современно активных надвигов выделены четыре сейсмогенные зоны: Северокрымская (ретронадвиговая), Предгорнокрымская, и Южнокрымская, по которым происходят преимущественно горизонтальные смещения [8]. Это позволяет изменить основу сейсмического районирования и прогноз опасной сейсмичности Предгорной зоны. Например, субпослойный Подкуэстовый надвиг, прослеженный в основании всей Второй гряды Крымских гор, имеет современные смещениями по пластичным глинам нижнего мела [9].

Отдельную и значительную опасность представляет собой Предгорная сутура мезозойского возраста [3, 9]. Приуроченность сильных землетрясений к древним мезозойским швам современных активных окраин плит известна во многих складчатых областях. Такие коллизионные сутуры представляют собой ослабленные зоны по всей толщине земной коры до мантии. При современных напряжениях они участвуют в сейсмогенезе редкими, но очень сильными подвижками. Примерами тому – Спитакское землетрясение, приуроченное к зоне офиолитового шва Малого Кавказа и не менее катастрофическое Нефтегорское землетрясение на Сахалине. О том же свидетельствует сейсмичность субширотных Интрапонтийской, Измир-Анкарской и других мезозойских сутур Турции. Такие примеры позволяют прогнозировать сейсмические события в зоне Предгорной сутуры Крыма. Напомним, что вблизи и непосредственно на ней расположены города Севастополь, Бахчисарай, Симферополь, Белогорск, Старый Крым, Феодосия, Керчь и многочисленные поселки.

Эпицентры землетрясений Предгорной сейсмогенной зоны располагаются полосой вдоль мезозойской сутуры. В основном они группируются западнее Севастополя и в восточных районах Крыма, образуя от Бахчисарая до Старого Крыма малоинтенсивную и редко-очаговую область. Однако в ней гряда Крымских гор имеет более контрастный рельеф, свидетельствующий о значительной неотектонической активности. Такое несоответствие может быть связано либо с криповыми смещениями по разрыву, либо с накоплением тектонической энергии, которая может высвободиться через очень значительный промежуток времени в виде сильного землетрясения, как в Нефтегорске.

Изучение разрушений древних исторических построек Крыма подтверждает значительную подвижность Предгорной зоны. Такие объекты как Херсонес, крепость Каламита, Мангуп-Кале, Сурб-Хач и другие несут следы значительных высокоамплитудных подвижек, разрушивших преимущественно стены субширотного простирания и вызвавшие расширяющиеся вверх трещины раскачивания в субмеридиональных постройках [9].

Основные разрушения от землетрясений в Крыму связаны не только общеизвестными продольными, поперечными и поверхностными волнами из очага. Существенную роль также играет геодинамический фактор, связанный с высокоамплитудным, до первых метров, смещением крыльев сейсмогенных надвигов и с инерцией возвышающихся над землей массивных объектов при резком смещении Крымского аллохтона [9]. Опрокидывание, раскачка и деформация строений происходят, в основном, в субмеридиональном и ССЗ направлении. По аналогии с сейсмогенными смещениями на Кавказе, Анатолии и Южном Крыму, амплитуды разовых импульсных тектонических смещений по надвигам в Крыму могут достигать 2-5 метров.

Из этого следует простая рекомендация для антисейсмического строительства. При проектировании высокоэтажных зданий, необходимо располагать их удлинениями на север-северо-запад, а не в широтном направлении во избежание опрокидывания и большего разрушения при тектоническом раскачивании. Особенно это касается Южного берега Крыма, где высотные здания обычно ориентированы параллельно склону гор, а сейсмичность наиболее значительна. Строительство вблизи Подкуэстового надвига на толщах нижнего мела, проявляющего себя аномальным оползнеобразованием и дислокациями – представляется опасным. То же касается сооружения вблизи надвига высокоэтажных и неантисейсмичных зданий. При проектировании застройки в этой полосе необходимо учитывать вероятность высокоамплитудного сейсмогенного толчка с амплитудой до 3 м в направлении ССЗ.

Поскольку простирания Предгорной сутуры и сейсмогенных надвигов Южнокрымской зоны совпадают, рекомендации по ориентировке зданий для меньшего разрушения Южного Крыма аналогичные. Проектируемые строения следует располагать перпендикулярно ожидаемому смещению удлинением на ССЗ или усиливать конструкции с учетом возможной аномальной нагрузки горизонтального толчка и субмеридионального сейсмогенного раскачивания.

Экзогенная неогеодинамика. Контрастный рельеф, сформированный при конвергенции в неоген-четвертичное время, привел к формированию крупных наземных оползневых комплексов - Массандровской, Опускской и Северокерченской олистостром (рис. 2, карта). Одновременно на дне Черного моря образовались подводные Южнокрымская, Западночерноморская и Южнокерченская олистостромы (рис. 2). К гравигенным и, по сути, экзогенным процессам мы относим также грязевой вулканизм и диапиризм, широко развитый на Керченском полуострове и в черноморской акватории (рис. 1). Эти явления инициированы эндогенными движениями в надвиговых структурах миоцен-четвертичного возраста и закономерно расположены вдоль зоны конвергенции.

Оползания крупных известняковых массивов Массандровской олистостромы (рис. 2) в условиях высокой сейсмичности, контрастного рельефа и плотной застройки южного берега Крыма представляют значительную опасность. Она заключается в медленных смещениях, которые могут быть и очень быстрыми при землетрясениях и повышенной увлажненности подстилающих глинистых толщ. Как видно на разрезах рисунка 2, в строении подводной Южнокрымской олистостромы на профилях выявляются как минимум три катастрофических события. Амфитеатры на южном склоне Крымских гор в нашей интерпретации образованы в результате сползания крупных единичных или групп массивов, ныне расположенных в акватории Черного моря. Геодинамический режим продолжающейся конвергенции не дает никаких оснований считать, что эти катастрофы не повторятся и не вызовут огромные волны при оползании. Поэтому необходимо моделирование и мониторинг с повторными геодезическими наблюдениями потенциально опасных смещений олистолитов в наиболее заселенных и перспективных под застройку участках.

Все выше перечисленные риски от эндогенной и экзогенной геодинамики следует учитывать при оценке стоимости земли [7, 10]. Кроме того, выделение подводных олистостром ставит проблему учета значительной опасности подводных оползней как при прокладке коммуникаций на шельфе и батиаля Черного моря, так и риска добычи нефти и газа в акватории [11].

Отметим, что структуры мощного тангенциального сжатия, сформированные при кайнозойской конвергенции в Крымско-Черноморском регионе, многими отечественными исследователями до сих пор отрицаются. В качестве альтернативы выделяются структуры растяжения в виде эндогенного «Циркумчерноморского сброса» [12 и др.] или клавишного опускания блоков Крыма по крутым листрическим сбросам и флексурам в Черное море [13]. С такими представлениями, нельзя согласиться.

Синтез геологических, геофизических и палеомагнитных данных позволяет сделать вывод о сложном и длительном неогеодинамическом развитии региона. Оно связано со значительными латеральными перемещениями фрагментов земной коры и выражено в

специфических структурах тангенциального сжатия. Вся геодинамическая эволюция Крымско-Черноморского региона хорошо интерпретируется с позиции теории актуалистической геодинамики. Крымско-Черноморский регион представляет собой коллаж палеозойских и мезозойских террейнов, ремобилизованных негеодинамическими процессами. Современный Равнинный Крым является стабильным фрагментом активной окраины Евразийской плиты, называемой Восточноевропейским кратоном. На юге он граничит с Крымско-Кавказской складчато-надвиговой областью, с передовым и тыловым прогибами, а далее через зону конвергенции - с Черноморской микроплитой. Все эти зоны сейсмичны и сопровождаются аномальным проявлением опасных экзогенных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юдин В.В. О понятиях геодинамика и экогеодинамика. Журнал // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2005. Т.1, вып.1. КНЦ НАНУ, ТНУ. Симферополь. С. 21-24.
2. Юдин В.В. Структуры поп-ап в тектонике мира и юга Украины. В кн.: Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа. Сборник докладов VIII международной конференции «Крым-2009». Симферополь, 2010. С. 51-67.
3. Юдин В.В. Геодинамика Черноморско-Каспийского региона (монография). Киев, УкрГГРИ, 2008. 117 с.
4. Юдин В.В. Микститы Горного Крыма // Доклады АН. Москва, 1998, т. 363, № 5. С. 666-669.
5. Хаин В.Е., Попков В.И.,... Юдин В.В. Тектоника южного обрамления Восточно-Европейской платформы (Объяснительная записка к тектонической карте Черноморско-Каспийского региона. Масштаб 1:2500000) / Под ред. В.Е.Хаина, В.И. Попкова Краснодар: РАН ГИН, Кубанский. гос. ун-т, 2009. 213 с.
6. Юдин В.В. Меланжи Южного Крыма и опасные геологические процессы. / Проблеми техноприродних аварій і катастроф у зв'язку з розвитком небезпечних геологічних процесів (Прогноз, керований контроль, моніторинг, інженерний захист процесонебезпечних територій). Мат-ли науково-техн. конф. Київ, 1997. ч. 1. С. 25-26.
7. Юровский Ю.Г., Юдин В.В. Геологические аспекты оценки стоимости земли. В сб.: «Земельна реформа в Україні». Сучасний стан та перспективи подальшого удосконалення земельних відносинь. (материали наук.-практ. конф). Київ, Товариство «Знання» України, 2001. С. 51-53.
8. Юдин В.В., Герасимов М.Е. Новейшая геодинамика и сейсмогенные зоны Крыма // Известия Крымской Академии наук. Симферополь, 1998, № 6, специальный выпуск. С. 10-12.
9. Юдин В.В. Геодинамика Крыма и последствия землетрясений. В сб.: «Геодинамические исследования в Украине». Изд. АНУ. Киев. 1995. С. 36-44.
10. Юровский Ю.Г., Юдин В.В. Проблемы сейсмобезопасности Крыма.// Будівельні конструкції. Міжвід. Науково-техн. збірник «Будівництво в сейсмічних районах України» вип.60. Київ. НДІБК. 2004. С. 110-113.
11. Юдин В.В., Герасимов М.Е., Бондарчук Г.К. Южнокрымская олистострома. // Доклады РАН, 2000, № 3, т. 371, С. 358-361.
12. Оровецкий Ю.П., Коболев В.П. Горячие пояса Земли. Киев, Наукова думка, 2006. 311 с.
13. Милеев В. С., Барабошкин Е. Ю., Розанов С. Б., Рогов М. А. Тектоника и геодинамическая эволюция Горного Крыма//Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. геол. 2009. т. 84, вып. 3. С. 3–22.

Yudin V.V., Yurovsky Y.G.

NEOGEODYNAMIC OF THE CRIMEA-BLACK SEA REGION