

---

**И.Э. Ломакин, В.Е. Иванов, В.В. Кочелаб**

Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины, Киев

## **ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ НОВЕЙШИХ ГЕДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА**

---

*Эрозионные формы рельефа Крыма наследуют древний структурный план и развиваются согласно ориентировке тектонолинеamentной сети региона в основном вдоль малосдвиговых дислокаций. Оползание верхнекоровых пластин северо-западного склона Крымского горноскладчатого сооружения существенно нарушает элементы залегания пластов только в зоне стыков отдельных блоков. На Южном берегу Крыма активизация субвертикальных разломов преимущественно диагонального простирания провоцирует масштабные оползни с резким изменением элементов залегания материнских пород. В пределах Гераклеийского плато, фактически молодой платформы, в кайнозой происходит многократное оживление как диагональных, так и ортогональных разломных систем.*

**Ключевая слова:** разломы, литосферные пластины, эрозионные формы, тектонолинеamentны.

### **Введение**

Облик поверхности Земли формируется главным образом под воздействием внутренних и внешних новейших геодинамических процессов. Сложное взаимодействие и взаимосвязь эндогенных и экзогенных явлений создают всё многообразие современных форм рельефа. В горных районах особую важную роль играют контрастные орогенические движения, создающие основу для развития интенсивных экзогенных процессов. Это хорошо видно на примерах образования и развития речной и овражно-балочной сети.

Закономерная ориентировка тектонолинеamentных систем и эрозионной сети Земли отмечалась многими исследователями. При этом реки и временные водотоки протекают далеко не всегда в энергетически выгодных направлениях, как правило, используя для формирования долин тектонически ослабленные зоны [10, 15, 19, 20, 26]. Форма долин в большой мере определяется конкретной геодинамической обстановкой [10]. Чисто экзогенный, «гидрологический» подход к формированию эрозионных форм рельефа

© И.Э. ЛОМАКИН, В.Е. ИВАНОВ, В.В. КОЧЕЛАБ, 2014

подверг критике еще А.Н. Ласточкин, указав на тектонические движения как на ведущий фактор рельефообразования, не сопоставимый по масштабам с водной эрозией [9].

Приуроченность долин к зонам тектонических нарушений в горном и предгорном Крыму не вызывает сомнений. Из всего спектра ориентировок эрозионных форм здесь наиболее широко проявлены параллельный и перистый типы ансамблей. Наиболее крупные водотоки заложены несогласно (дискордантно) по отношению к оси Крымского горноскладчатого сооружения и в основном под углом к генеральному уклону поверхности территории. Очевидно, что их заложение происходило по тектонически активным зонам — часто по сквозным, разделяющим мегантиклинорий на отдельные блоки. Даже небольшие овраги и балки имеют прямолинейную конфигурацию и, как правило, генетически связаны с разломами. Это достоверно подтверждается расчётным и фактическим материалом, в том числе — данными космической и детальной геодезической съемки.

Для Южного берега Крыма решающее рельефообразующее значение имеют катастрофические гравитационные смещения отдельных блоков (крупные оползни). Их геоморфологические особенности и позиции определяют пути потоков грунтовых и поверхностных вод.

Неотектонические реконструкции в пределах Гераклеяского плато — молодой эпигерцинской плиты — выражены прежде всего в многократном оновлении диагональных и ортогональных тектонолинеаментных систем древнего заложения, как канвы формирования эрозионной сети района. Существенные латеральные подвижки (в том числе верхнекоровые) для района не характерны и отмечаются лишь в зоне стыка с периклиналью Крымского горного сооружения.

Анализ новейших космических снимков и детальных топографических карт, ставших сегодня доступными, указывает на тектонический базис эрозионных форм рельефа и позволяет выявить основные закономерности ориентировки долин Юго-Западного Крыма.

## **Материалы и методика**

При обработке собранных материалов были применены методы геоморфологического, геодинамического, морфо-структурного и тектонолинеаментного анализа.

Основы тектонодинамического анализа разрывных нарушений были заложены Л.М. Расцветаевым и С.С. Стояновым [14, 17] и в дальнейшем были развиты и усовершенствованы для решения конкретных геологических задач [6, 24, 25]. Их суть сводится к расчёту и выявлению динамических напряжений, возникающих в процессе тектонических подвижек по зонам разломов, определению расчётных и реально проявленных опережающих нарушений. Теоретическое применение принципов от общего к частному и от частного к общему, дополненное практическими материалами детальных полевых наблюдений, позволяет определить реальную кинематику подвижек по зонам разломов.

Тектонолинеаментный анализ выявил характерные для каждого региона основные направления тектонических нарушений, способствовал выделению обособленных блоков земной коры, очень часто существенно отличающихся по

геологическому строению и истории развития. Основные закономерности ориентировки планетарной трещиноватости, в соответствии с которой заложены основные глубинные разломы Земли и оперяющие их дислокации, в целом определены [1, 8, 11, 13, 22]. Особо следует отметить, что в зависимости от ранга тектонического нарушения изменяется глубина его воздействия — от пронизывающих всю тектоносферу глубинных разломов [18] до мелких верхнекорových дислокаций. Важное значение имеет изучение новейших космических снимков, что позволяет существенно дополнить и расширить полученный материал и по-новому взглянуть на структурно-тектонические особенности Юго-Восточного Крыма. Сочетание указанных методов нашло широкое практическое применение при прогнозе опасных эндогенных процессов в Крыму и отражено в многочисленных научно-технических отчётах, подготовленных сотрудниками ОМГОР НАН Украины и институтом СИГИИНТИЗ.

### **Тектонолинеаментная сеть, верхнекоровые процессы, рельеф**

Полевые исследования, выполненные в 2005—2013 гг. ОМГОР НАНУ и СИГИИНТИЗ, подтвердили, что основные простирания элементов речной и овражно-балочной сети сгруппированы в узких диапазонах направлений согласно ортогональной и диагональной тектонолинеаментной сети региона. Резкие повороты долин имеют не гидрологическую, а тектоническую природу и связаны с наследованием эрозионными формами отрезков разломной сети региона.

Типичная для прогибов стволисто-ветвистая форма речной сети не характерна даже для Альминской впадины, где мощность пластичных майкопских отложений превышает 200 м. Здесь доминирует перистый тип: по главному разлому заложена речная долина, а по оперяющим разломам — её притоки. Влияние разломной сети явно проявляется даже в крупных прогибах.

В горном и равнинном Крыму наиболее проявлены в рельефе и подчёркнуты эрозионной сетью разломы диагонального (СЗ 320—330°, СВ 40—50°, реже — СВ 60—70°) и ортогонального простираний, часто осложненные оперяющими тектоническими нарушениями. Латеральные смещения по унаследованной долгоживущей (вплоть до неозотапа) тектонолинеаментной сети имеют преимущественно малосдвиговую кинематику и комбинированные типы смещений — сбросо- и взбросо-сдвиги. Тектонические нарушения субширотного и субмеридионального простираний [2, 3] менее распространены и генетически различны. Субмеридиональные тектонолинеаменты в большинстве своём представляют собой глубинные разломы — «сквозные структуры» [11, 18]. Они хорошо изучены в пределах Украинского щита и его структурного обрамления [22, 23, 24, 25]. Это Одесский, Криворожско-Николаевский, Кировоградско-Скадовско-Евпаторийский, Центральнокрымский, Орехово-Павлоградский и др. Существуют данные об их продолжении через северную континентальную окраину Чёрного моря до берегов Турции и далее на юг, вплоть до Африканского континента [18, 27]. Все они, начиная с докембрия, играли роль важнейших геологических границ, разделяя различные по геологическому строению блоки тектоносферы.

Иной генезис имеют субширотные разломы. В пределах юга Украины (а также практически на всех континентах) [21, 22, 23] это в основном структурные

швы, заложенные в докембрии и разделяющие области разновре­менной складчатости, начиная от байкальской и заканчивая альпийской. Субширотные нарушения структурного обрамления Чёрного моря, активизированные в неозтапе, развивались часто как правосторонние сдвиги. Вопрос об амплитуде новейших смещений по ним дискусионен. В качестве типичного, хрестоматийного примера можно привести Североанатолийский разлом [12, 27], с активизацией которого были связаны катастрофические землетрясения последних лет.

В Севастопольском регионе крупнейшими субширотными дислокациями являются система балаклавских сдвигов и разлом Севастопольской бухты. Это разные по генезису и глубине заложения структуры [11]. Разлом Севастопольской бухты имеет глубокое заложение и является границей между молодой Герак­лейской плитой и одной из крупнейших синклиналих структур эпигерцинской Скифской плиты — Альминской впадиной. Малоамплитудные балаклавские сдвиги, скорее всего, имеют верхнекоровое заложение и связаны с дифференцированными тектоническими движениями на западной периклинали Крымского горноскладчатого сооружения в австрийскую фазу орогенеза и в неозтапе [7]. Здесь необходимо еще раз подчеркнуть, что в целом ориентировка дизъюнктивных систем западного Крыма соответствует пространственному положению глобальных тектонолинеаментных сетей Планеты в целом [11, 21].

Основные закономерности ориентировок овражно-балочной сети Герак­лейского плато были досконально проанализированы Л.С. Борисенко и др. [3]. Авторы пришли к выводу о преимущественной ориентировке балок в северном и северо-западном направлениях. При математической обработке данных территория Герак­лейского полуострова разделена по субмеридиональной и субширотной линиям на четыре части, а исходные данные измерений — на четыре группы. Результаты указанных исследований показали, что среднее значение азимутов осей балок южной части Герак­лейского п-ова ( $310\text{—}320^\circ$ ) несколько отличаются от азимутов осей северной части ( $340\text{—}350^\circ$ ), а значения погрешностей ( $30\text{—}50^\circ$ ) указанных азимутов иногда превосходят их различие. Расчётные характеристики простираций эрозионных форм были приняты в общем, без отдельного расчёта направлений главных и оперяющих структур, морфологически проявленных как балки и их притоки. Очевидно, именно с этим связаны высокие значения погрешностей, что констатировали и авторы указанной публикации. Эта во многом основополагающая работа, к сожалению, не получила дальнейшего развития. Её методы и доскональность анализа геоморфологической информации не были применены в отношении территории, расположенной севернее, и не дополнены данными линеаментного и тектонодинамического анализов.

От Севастопольской бухты до г. Саки на геологических картах и схемах отчётливо прослеживается крупная антиклинальная структура — Альминская впадина, унаследованно развивавшаяся от палеогена до настоящего времени (стратоизогипсы по поверхности верхнего мела превышают  $-1000$  м). [5]. Это единственный район в Юго-Западном Крыму, где широко развиты майкопские отложения, образование которых связано с формированием глубоких прогибов к северу, западу и востоку от Крымского горноскладчатого сооружения. В крупнейших из них — Индоло-Кубанском и Сорокина — мощность майкопских глин достигает несколько тысяч метров. В Альминской впадине их мощность меньше — сотни метров.

Важно отметить, что нижнее течение рек Бельбек, Кача, Альма, Западный Булганак проходит именно по Альминской впадине. Формирование майкопских прогибов и воздымание Крымского горноскладчатого сооружения в олигоцене и раннем миоцене отражают этап коренной тектонической перестройки Черноморской впадины и её структурного обрамления. Колоссальная мощность майкопских глин сопоставима с мощностью пород таврической серии, также отлагавшихся в глубоких линейных прогибах. Следствием коренной структурной перестройки Паратетиса на границе эоцена и олигоцене явилась резкая смена седиментологических и геохимических обстановок бассейнов, что неизбежно привело к изменению особенностей рудообразования. Поэтому нижняя часть разреза майкопа (рюпельский ярус нижнего олигоцене) часто характеризуется наличием обильных марганцевых конкреций.

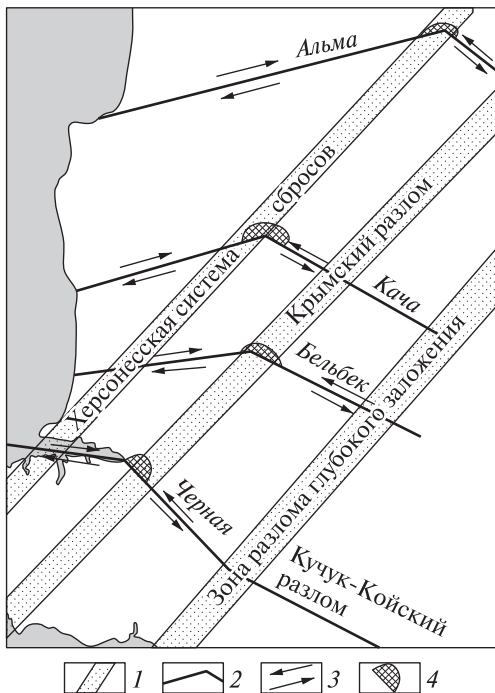
Несмотря на значительную мощность осадочного чехла в пределах Альминской впадины, долины постоянных и временных водотоков ориентированы в узком диапазоне направлений, согласно ориентировке древней разломной сети, унаследованно и многократно оживлённой в результате неотектонических процессов. Важно отметить, что и в прогибах унаследованное развитие характерно не только для крупных разломов глубокого заложения, но и оперяющих их структур. Четкая параллельность речных долин характерна также для равнинной части как Западного, так и Восточного Крыма.

Долины речной системы Крыма состоят в большинстве своем из протяженных прямолинейных участков, сочленяемых резкими перегибами русла. Постоянные и временные водотоки протекают здесь практически всегда не в строго энергетически выгодных направлениях, а используют тектонически ослабленные зоны. Интересно, что при этом ранг водного потока соответствует рангу тектонического нарушения. По наиболее крупным разломам заложены долины рек, по мелким, часто являющимся оперяющими структурами, — впадающие в них овраги и балки.

В верхнем течении реки Чёрная, Бельбек, Кача и Альма имеют северо-западное простирание. Начинаясь на северных склонах Главной гряды Крымских гор, они прорезают вторую и третью гряды и ориентированы дискордантно по отношению к генеральному простиранию Крымского горноскладчатого сооружения. В среднем течении направление речных долин резко меняется на субширотное и восток-северо-восточное (СВ 75—80°). Повороты рек происходят резко, на протяжении, незначительном по сравнению с общей длиной долин.

При проведении комплексных инженерно-геологических изысканий на повороте р. Бельбек восточнее пос. Верхнесадовое была обнаружена протяжённая зона неотектонических дислокаций. Целенаправленно проведённые исследования на поворотах рек Чёрная, Кача и Альма также выявили зоны тектонического смятия либо дробления горных пород (рис. 1), что убедило авторов в закономерности возникновения и проявления новейших процессов, происходивших в этих зонах.

На повороте р. Альма в районе с. Плодовое широко развиты активные оползни, что свидетельствует о нестабильной современной геодинамической обстановке. Следует учитывать, что большинство оползней Крыма связано с зонами тектонических нарушений. Поворот р. Альма как раз и является тектоническим узлом, в районе которого предопределено развитие опасных экзогенных



**Рис. 1.** Обобщенная тектоническая схема геодинамических напряжений на поворотах крымских рек. 1 — зоны разломов глубокого заложения; 2 — разломы с неустановленной глубиной заложения; 3 — направление неотектонических смещений; 4 — тектонические дислокации в зонах сжатия

**Элементы залегания миоценовых отложений в коллизионных зонах на поворотах рек Бельбек и Кача**

Район	Азимут падения	Угол падения
Поворот р. Кача в р-не с. Фурмановка	СЗ 310°	30°
	СЗ 320°	38°
	С 0—5°	25°
	СЗ 330°	28°
Поворот р. Бельбек восточнее пос. Верхнесадовое	СЗ 355°	30°
	С 350°	31°
	С 350°	32°
	З 290°	10°
	СЗ 330°	15°
	ЮЗ 230°	60°
	СЗ 320°	12°
СЗ 322°	18°	
З 270°	20°	
З 270°	9°	

геологических процессов. В среднем течении р. Альма существует еще несколько крутых изменений направления русла. Так, в районе с. Почтовое р. Альма фактически наследует направление её притока — р. Бодрак (СЗ 310—320°), само же русло восточнее слияния рек имеет простирание СВ 60°.

Иная картина характерна для поворотов рек, расположенных южнее. Широкое распространение здесь скальных известняков тортонского и сарматского ярусов миоцена, обладающих высокой компетентностью (авторы полагают, что этот устаревший термин здесь уместен), является благоприятным базисом для развития в них именно дизъюнктивных нарушений и даёт возможность применить тектонодинамический и линейментный анализы в полной мере. Полевые наблюдения на поворотах рек Бельбек и Кача показали, что здесь широко развиты зоны неодислокаций. Средне- и верхнемиоценовые известняки имеют аномально высокие углы падения, а подстилающие их мергели сильно дислоцированы (рис. 2, а, б).

Замеры элементов залегания слоёв известняков в нескольких точках наблюдения приведены в таблице.

Указанные значения, а также особенности залегания подстилающих миоценовые образования толщ палеогена указывают на наличие здесь зоны локального сжатия. Дислоцированные породы миоцена подстилаются сильно перемятыми, вплоть до потери первичной структуры, эоценовыми мергелями. Фактически подстилающие породы представляют собой меланж, а дислоцированные миоценовые известняки — олистрому, состоящую из отдельных олистолитов. По данным разведочного бурения, мощность олистромы в районе пос. Верхнесадовое превышает 8 м.



Рис. 2. Аномально крутые углы падения известняков в зоне стыков литосферных пластин на повороте рек Кача (а) и Бельбек (б)

Подошва миоценовых отложений в холмах, сформированных в зоне дислокаций, находится на несколько десятков метров ниже, чем на сопредельных склонах долины р. Бельбек.

Наличие меланджа и олистостром на поворотах рек Бельбек, Кача и Альма указывает на активные дислокации сжатия в зоне стыка оползающих верхнекорковых пластин.

Существование и активное малоамплитудное перемещение таких пластин подтверждается выделением Л.С. Борисенко системы односторонних субширотных нарушений, по которым заложены долины рек Западного Крыма в их нижнем течении. Как правило, это правосторонние сдвиги. По структурно-геоморфологическим данным — взаимному расположению оперяющих разломов, рельефу прибрежных участков Чёрного моря, простираанию нарушений Инкерманского тектонического узла — очевидно, что и субширотный разлом, по которому заложена Севастопольская бухта, является правым сдвигом. Севастопольская бухта — это затопленная палеодолина р. Чёрная. Поворот реки, расположенный на стыке двух крупных тектонических нарушений субширотного и северо-западного простирааний, находится в районе г. Инкерман.

Инкерманский тектонический узел представляет собой зону сочленения многочисленных тектонических нарушений. Эти разломы неоднократно оживлялись с верхнего мела до плейстоцена, по некоторым из них проходят тектонические контакты разновозрастных пород. Л. Борисенко описаны сейсмодислокации в четвертичных отложениях между балками Мартыновская и Цыганская [3]. При землетрясении 1927 г. сильно пострадал тоннель, проходящий под водоразделом между этими балками.

Важнейшая особенность Инкерманского тектонического узла — отсутствие меланджа и олистостром, характерных для поворотов рек Бельбек и Кача. Но здесь в изобилии проявлены многочисленные разрывные нарушения. Вероятно, это связано с меньшей амплитудой сдвиговых дислокаций, приводящих к образованию зон сжатия на их флангах.

Наличие дислокаций сжатия на поворотах рек Юго-Западного Крыма отмечалось и ранее геологами разных геотектонических школ, в том числе — и ультрамобилистского направления (В.В. Юдин по В.Е. Хаину) [21]. При этом

анализ литературных материалов и данных полевых наблюдений указывает в том числе и на постсарматскую неотектоническую активизацию разломов малосдвиговой кинематики ортогонального и диагонального простираний.

Формирование системы правосторонних сдвигов обусловлено неотектоническим прогибанием Альминской впадины, а левосторонних — воздыманием Крымского горноскладчатого сооружения. Такая кинематика сдвигов напрямую, непосредственно связана именно с вертикальными тектоническими движениями и является производной от неё. При этом данные дислокации имеют явно верхнекоровое заложение, что подтверждается отсутствием в местах поворотов рек крупных аномалий, вызванных нарушением геоизостази (материалы любезно предоставлены В.П. Коболевым). Положение зон дислокаций на поворотах рек показано на рис. 1.

Фактически по обновленной тектонолинеаментной сети древнего заложения была сформирована система верхнекоровых пластин, медленно и малоамплитудно гравитационно сползающих по юго-западному склону растущего Крымского горного сооружения.

На южном берегу Крыма масштабные гравитационные смещения отдельных блоков проявлены совершенно по-другому. Определяющим фактором здесь являлась высокая амплитуда вертикальных тектонических движений в наиболее неотектонически активной части Крымских гор, расположенной на Алупка-Алуштинском участке на склонах самых высоких яйл Крыма: Никитской, Гурзуфской и Бабуган. Абсолютная высота Главной гряды в районе Гурзуфа составляет 1400—1500 м. Южнобережный склон и сегодня находится в стадии современной трансформации. Определяющими факторами рельефообразования являются именно активные оползневые процессы. Они полностью зависят от изменения крутизны склона и активности дифференцированных тектонических движений — подъёма в осевой части Главной гряды Крымских гор.

В Гурзуфском макроблоке сосредоточено большинство эпицентров землетрясений, в том числе высокой магнитуды, закономерно приуроченных к тектоническим узлам — зонам пересечения крупных тектонических нарушений.

Юго-западная часть Ялтинско-Алуштинского участка Крымского горноскладчатого сооружения характеризуется наличием специфических сейсмогравитационных образований, известных как отложения массандровской свиты. В основном они развиты на участке южнобережного склона между Никитской яйлой и г. Кошка (р-н Симеиза). Отложения массандровской свиты представляют собой крупные олистостромы, состоящие из отдельных олистолитов. Характерным их литологическим признаком является наличие глинисто-карбонатного цемента, что отличает их от более поздних литофациальных аналогов. Важно, что отложения массандровской свиты локализованы на относительно незначительном участке южнобережного склона, на юго-западном фланге наиболее возвышенной части Главной гряды Крымских гор (за исключением проблематичных сейсмогравитационных образований р-на г. Балаклава). Их возраст дискусионен (плиоцен-эоплейстоцен?), но очевидно, что это наиболее древние сейсмогравитационные отложения ЮБК. Их образование связано с плиоцен-эоплейстоценовой тектонической активизацией участка Крымских гор между Алупкой и Гурзуфом.

Позднее, в плейстоцене и голоцене, неотектоническая активизация охватила всё Крымское горноскладчатое сооружение. Обвальные процессы и грави-



тационные смещения происходили катастрофически, в несколько этапов, сформировав мощные толщи обломочных отложений практически по всему ЮБК. Многократная тектоническая перестройка региона способствовала развитию оползневых процессов и изменению конфигурации овражно-балочной сети.

В пределах Гераклеийского плато гравитационные верхнекоровые смещения были проявлены гораздо слабее. Однако и здесь произошло неотектоническое оживление разломной сети, что закономерно проявилось в ориентировке и конфигурации современной эрозионной сети полуострова. Параллельно сбросам береговой черты на участке м. Фиолент — м. Херсонес ориентирована долина Юхариной балки, крупнейшей эрозионной формы юго-запада Гераклеи. И для береговых сбросов, и для этой балки характерны простирания СЗ 310—320°.

В северо-западной части Гераклеийского плато от балки Казачья до балки Южная абсолютно доминируют субмеридиональные долины балок, являющихся естественным продолжением севастопольских. Они заложены по тектоническим нарушениям, параллельным глубинному Криворожско-Скадовско-Евпаторийскому разлому и, очевидно, связаны с его влиянием. Наиболее крупными субмеридиональными балками являются Стрелецкая, Карантинная и Делаягардова.

Важнейшей структурной границей в пределах Гераклеийского плато является система балок Южная — Делаягардова — Сарандинакина (разлом б. Южная). Они заложены по крупному субмеридиональному тектоническому нарушению, которое трассируется через Севастопольскую бухту и продолжается далее на север. Изучение разрезов скважин показало, что правый (восточный) борт поднят относительно левого (западного).

Восточнее разлома б. Южная простирание овражно-балочной сети резко меняется. Здесь абсолютно доминируют овраги и балки северо-западного простирания. Это б. Хомутова, верховья б. Делаягардова, Доковый овраг и Киленбалка. Их истоки находятся на западной границе Гераклеийского плато, на высотах Карагач.

Интересно, что разломная сеть северо-восточного простирания (Херсонесская система сбросов, Севастопольский взбросо-сдвиг, Фиолентовский взброс и др.) в рельефе практически не проявлена. Это вызвано с одной стороны их слабой неотектонической активностью, с другой — естественным уклоном поверхности Гераклеийского плато, определившим направление стока поверхностных вод.

Таким образом, очевидно, что Гераклеийское плато состоит из трёх блоков, закономерно отличающихся по направлению неотектонически активных разломов, являющихся базисом для заложения эрозионных форм.

## **Обсуждение результатов**

Анализ крупномасштабных топографических карт, аэро- и космических снимков позволяет определить не только генеральное простирание основных тектонических нарушений, по которым заложены долины рек Юго-Западного Крыма, но и определить простирание и основные геоморфологические характеристики впадающих в них более мелких эрозионных форм. Последние, как правило, заложены по зонам опережающих главный разлом тектонических нарушений. Следует оговориться, что реальная, природная картина гораздо

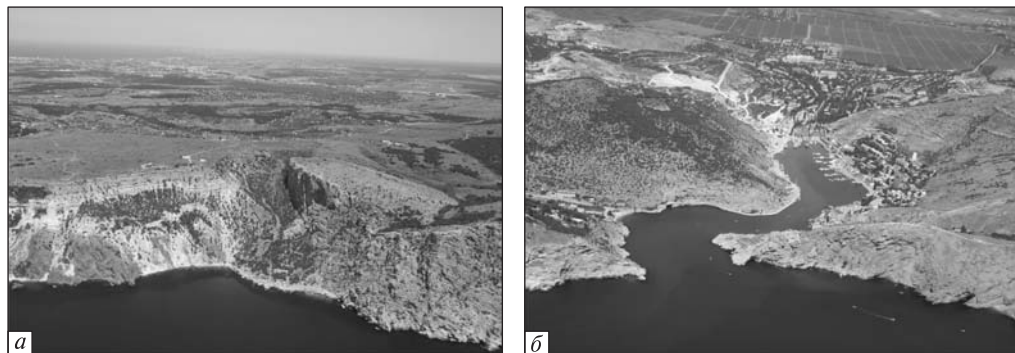
сложнее расчётной. Оперяющие нарушения не возникают в однородной геологической среде. Они развиваются по тектонически ослабленным зонам, предопределённым предшествующей геологической историей, в горных породах различного возраста, обладающих разными прочностными и деформационными характеристиками. Региональная геологическая ситуация (например, выходы майкопских глин в районе поворота р. Альма) часто делает невозможным чёткое картирование дизъюнктивных нарушений. Как правило, здесь доминируют пликативные дислокации, которые, учитывая высокую задернованность территории, трудно выявить методом полевых наблюдениями.

Дифференцированные вертикальные и горизонтальные тектонические движения в пределах ЮБК, северо-западного склона Крымских гор, Гераклеи и Альминской впадины, в целом подчиняясь единому для всей территории структурному плану, имеют различную амплитуду. С этим связано и коренное геоморфологическое различие этих районов.

Отдельные части растущего Крымского горного сооружения испытывали существенно различные по амплитуде и активности вертикальные блоковые движения. На ЮБК естественно возникали массовые сейсмо-гравитационные процессы обвального типа. Они интенсивно происходят на ЮБК начиная с плиоцена, несколько затушёвывают морфологическое проявление разломной сети. На границе молодого орогена и Черноморской впадины оползание и обрушение отдельных блоков приобрели максимальную амплитуду. Но даже здесь разломы глубокого заложения продолжают играть роль межблоковых границ, и, как правило, отчётливо проявлены в рельефе. На северо-западном склоне малоамплитудные поднятия вызвали повсеместное оживление древней закономерно ориентированной тектонолинеаментной сети и заложение по ней системы плотно соприкасающихся блоков. Литологические различия в вертикальных разрезах на фоне постоянного роста гравитационных нагрузок вызвали оползание систем пластин-чешуй — верхнекоровых блоков. Масштабы этих латеральных смещений весьма незначительны, но, тем не менее, находят свое отражение в зонах стыков отдельных пластин в виде резкого изменения углов падения пород, появления меланжа, коробления пластов.

В пределах Гераклейского плато (молодой платформы-плиты) амплитуда и вертикальных, и латеральных смещений существенно ниже. Его восточная граница взброшена в зоне Крымского глубинного разлома, что подтверждается обилием дислокаций сжатия в районе высот Карагач [7]. Это самая возвышенная часть Гераклеи. Юго-западная граница подвержена воздействию дифференцированных тектонических движений в результате активизации структурного обрамления вала Андрусова. Здесь сформирован линейный абразионный берег поднятия, параллельно которому развивается одна из крупнейших эрозионных форм района — Юхарина балка. Западная часть плато подвержена воздействию структур, параллельных Криворожско-Скадовско-Евпаторийскому разлому.

Для Гераклейского плато, сформированного к кайнозою как уже достаточно жесткая плита, неотектоническая активизация была в основном характерна для структур субмеридионального и северо-западного направлений, реже — для субширотного. Сбросы и локальные сдвиги по нарушениям ортогонального и диагонального простирания проявлены вплоть до голоцена. Вдоль разломов на



**Рис. 3.** Тектонические коллизии в зоне контакта сарматских и титонских известняков в районе Мраморной балки (а) и явное влияние разломов на формирование контуров Балаклавской бухты (б)

стыках блоков отмечается резкое изменение углов падения пластов (например, зона контакта сарматских и титонских известняков в районе Мраморной балки) и расположены контуры бухт (рис. 3, а, б). Смещения по разломам северо-восточного направления в неозтапе часто вообще не были проявлены. Гераклеийское плато неоднородно и подразделяется на три блока, отличающихся по простирацию овражно-балочной сети, контролируемой неотектонически активными нарушениями — производными от структурного обрамления вала Андрусова и Криворожско-Скадовско-Евпаторийского разлома. Поэтому в пределах юго-западной и северо-восточной частей Гераклеи неотектонически активны разломы северо-западного, а в центральной и северо-западной части — субмеридионального простираания.

Закономерная ориентировка эрозионной (речной и овражно-балочной) сети характерна для всего Юго-Западного Крыма. Она предопределена предшествующей геологической историей, а именно — унаследованным развитием крупных тектонических нарушений и развитием оперяющих их структур. Для ЮБК, Гераклеийского плато и Альминской впадины существуют специфические черты развития — следствие различной геологической позиции этих регионов.

Повороты рек Альминской впадины приурочены к тектоническим узлам — зонам пересечения разломов различной ориентировки. Эти разломы неотектонически развивались как правые и левые малоамплитудные сдвиги. Причина сдвиговой кинематики — воздымание Крымского горноскладчатого сооружения и прогибание Альминской впадины. Сдвиговые дислокации здесь имеют верхнекоровое заложение. Тектонические узлы, к которым приурочены повороты рек, не связаны с геоизостатическими аномалиями, что подчеркивает их верхнекоровое заложение. В зонах поворотов рек осадочные отложения палеогена и неогена сильно дислоцированы (следствие взаимного воздействия разломов право- и левосдвиговой кинематики).

Отличаясь в частности, неотектонически активные нарушения Альминской впадины и Гераклеийского плато подчиняются общей для всего Крыма и Причерноморья ориентировке тектонолинеаментной сети. Классическая, расчётная схема формирования оперяющих главный разлом нарушений [14, 17] не всегда соответствует реальной картине. Это связано с унаследованным развитием

уже сформированных тектонически ослабленных зон (в упрощённом виде — эффект разбитой тарелки, которую уже нельзя склеить). При активизации главного разлома оживают и находящиеся в зоне его влияния структуры, развивающиеся по структурной канве, строго предопределённой предшествующим геологическим развитием.

Опыт структурного, геоморфологического и тектонолинеamentного анализов позволяет провести ранжирование дизъюнктивных нарушений Крыма. В первую большую группу объединяются крупные дислокации, напрямую связанные с деятельностью глубинных разломов. Они несут в себе сульфидную и золоторудную минерализацию, могут быть путями транспорта и локализации глубинных углеводородов. С ними связаны проявления и очаги вулканизма. Примером таких структур могут быть Крымский и Криворожско-Скадовско-Евпаторийский разломы. Ко второй группе относятся коровые и верхнекоровые разрывные нарушения, связанные с процессами гравитационного оползания разноразмерных блоков на фоне неотектонического дифференцированного воздымания Крымского горноскладчатого сооружения, прогибания Черноморской и более мелких (в т.ч. и Альминской) впадин. В зонах сочленения этих блоков (олистостром, и даже отдельных олистолитов) формируются локальные тектонические коллизии, по которым, как правило, развиваются опасные геологические процессы, прежде всего — оползни и активная эрозия.

Эрозионные долины закономерно развиваются по исторически сформированной разломной сети. Это характерно для всей территории — как для главной, внешней и внутренней гряд горного сооружения, так и для равнинной части Крыма.

Ранжирование систем разломов, выявление их взаимосвязи (главное нарушение и связанные с ним оперяющие структуры), определение времени их последней активизации являются первоочередными задачами для прогноза сейсмической активности и поиска месторождений полезных ископаемых.

В заключение необходимо отметить, что Крым и особенно его горная, хорошо обнаженная часть является идеальным модельным полигоном изучения дизъюнктивных ансамблей всего северного Причерноморья. Ставшие доступными данные аэрокосмических исследований на фоне возросших возможностей и развития новых методик полевой геологии поставляют большие объемы новых данных. Тектонолинеamentные системы и отдельные разломы продолжают далеко на шельф, континентальный склон и впадину Черного моря. Их положение и ориентировка определяют перспективные зоны поиска проявлений рудного и углеводородного сырья не только на суше, но и прилегающих акваториях.

## **Выводы**

1. Неотектонические процессы, а именно — вертикальные дифференцированные тектонические движения земной коры и этапное воздымание Крымских гор — формируют различные типы новейших геодинамических обстановок в регионе. На северо-западном крыле горного сооружения это система полого залегающих, медленно сползающих по склону верхнекоровых пластин, в точках стыка которых создаются зоны локальных тектонических коллизий. Облик Южного Берега Крыма формируют масштабные высокоамп-

литудные оползни. В пределах Гераклеийского плато, молодой плиты, под давлением периклинали растущего антиклинория отмечается многократное оживление ортогональных и диагональных разломных систем древнего заложения.

2. В кайнозой подавляющее большинство дислокаций в регионе имеет малосдвиговый характер. Высокоамплитудные горизонтальные подвижки, приводящие к образованию шарьяжей, не установлены и не подтверждены. Малосдвиговые дислокации на границах блоков создают тектонически ослабленные зоны, по которым закладывается и развивается речная и овражно-балочная система полуострова.

3. Ориентировка тектонолинеamentных сетей региона наследует общий структурный план всего северного Причерноморья и юга Украины. Влияние разломов на заложение речных долин проявлено повсеместно, даже на участках развития пластичных пород (майкопских глин).

4. Эрозионная сеть Юго-Западного Крыма может служить индикатором выявления основных неотектонически активных разломов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин В.М. Особенности строения планетарной линеamentной сети: Автореф. дис. докт. геогр. наук: 25.00.25. — Санкт-Петербург, 2011. — 33 с.
2. Борисенко Л.С. Разрывные нарушения горного Крыма. // Геол. журнал. — 1983. — № 2. — С. 126—129.
3. Борисенко Л.С., Бугаевский Г.Н., Кармазин П.С. и др. Анализ тектонической активности территории Южного берега Крыма в связи с прогнозом землетрясений в Крымской сейсмогенной зоне // Геол. журнал. — 1980. — Т. 40. — № 4. — С. 49—56.
4. Вольфман Ю.М., Гинтов А.М., Останин А.М. и др. О роли структурно-кинематической идентификации тектонических разрывных нарушений в формировании представлений о структуре и геодинамике Крымского региона // Геофиз. журнал. — 2008. — № 1. — С. 49—61.
5. Геология СССР — т. VIII, часть 1 — М.: Недра, 1969. — 576 с.
6. Занкевич Б.А., Шафранская Н.В. Закономерности латеральной диспозиции разломных зон Украинского щита: анализ картографических данных // Тектоника и стратиграфия. — 2012. — Вып. 39. — С. 9—20.
7. Иванов В.Е., Ломакин И.Э., Тополюк А.С. и др. Особенности тектоники юго-западного Крыма // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2009. — № 4. — С. 27—39.
8. Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцова Э.Ф. Основы линеamentной тектоники. — М.: Недра, 1988. — 144 с.
9. Ласточкин А.Н. Основы теории геосистем. — СПб.: Изд-во «Лемма», 2011. — 980 с.
10. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М., Высшая школа, 1979. — 287 с.
11. Ломакин И.Э., Иванов В.Е., Кочелаб В.В. Линеamentы дна океанов и сквозные структуры. // Геология и полезные ископаемые Мирового океана — 2011. — № 4. — С. 30—46.
12. Марков В.В. Блоковая динамика на территории Восточной Анатолии, Кавказа, Ирана и Загроса по данным GPS. Бакалаврская работа. М.: Моск. ун-т, геол. факультет, 2006. — 58 с.
13. Полетаев А.И. Линеamentная делимость земной коры. — М.: Геоинформмарк, 1994. — 44 с.
14. Расцветаев Л.М. Парагенетический метод структурного анализа дизъюнктивных тектонических нарушений. / Л.М. Расцветаев // Проблемы структурной геологии и физики тектонических процессов. Часть II. — М.: Изд-во ГИН АН СССР, 1987. — С. 173—235.
15. Рычагов Г.И. Общая геоморфология. — М.: Наука, 2006. — 416 с.
16. Сологуб В.Б., Чекунов А.В., Пустильников М.Р. и др. Геология шельфа УССР. Тектоника. Наукова думка. — 152 с.
17. Стоянов С.С. Механизм формирования разрывных зон. — М.: Недра, 1977. — 144 с.
18. Ступка О.С. Глубинные разломы Крымского полуострова. / О.С. Ступка // Геология и нефтегазоносность Причерноморской впадины. — К.: Наукова думка, 1967. — С. 23—36.

19. Райс Р.Дж. Основы геоморфологии. — М.: Наука, 1978. — 256 с.
20. Фёдоров Б.Г. Земная поверхность и проблемы планетарной геодинамики. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 1989. — 216 с.
21. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов.. — М.: Научный Мир, 2000. — 606 с.
22. Чебаненко И.И. Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры. — Киев: Наук. думка, 1977. — 83 с.
23. Чебаненко И.И. Про планетарні розломи (лінеаменти) літосфери. // Доп. АН УССР. — 1962. — № 9. — С. 1227—1230
24. Шафранская Н.В. Методы построения и использования диаграмм в структурно-парагенетическом анализе (На примере вала Андрусова Черноморской впадины) / Н.В. Шафранская // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2008. — № 2. — С. 140—50.
25. Шафранская Н.В. Структурно парагенетичний аналіз тектонічних структур в середовищі ГІС / Н.В.Шафранская // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики: Зб. наук. праць. — 2009. — С. 299—306.
26. Шукін І.С. Общая геоморфология. — Изд-во Моск. ун-та, 1960. — 614 с.
27. Gonioglu, M. *Geol.* Introduction to geology of Turkey: geodynamic evolution of the pre-alpine and alpine terranes. ODTU. — Ankara, 2010. — 69 p.

Статья поступила 30.04.2014

І.Е. Ломакін, В.Є. Іванов, В.В. Кочелаб

#### ТЕКТОНІЧНІ ФАКТОРИ РОЗВИТКУ НАЙНОВІШИХ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОГО КРИМУ

Ерозійні форми рельєфу Криму наслідують древній структурний план і розвиваються згідно з орієнтуванням тектонолінеаментної мережі регіону в основному уздовж малоздвигових дислокацій. Сповзання верхньокорових пластин північно-західного схилу Кримської гірськоскладчастої споруди істотно порушує елементи залягання пластів тільки в зоні стиків окремих блоків. На Південному березі Криму активізація субвертикальних розломів переважно діагонального простягання провокує масштабні зсуви з різкою зміною елементів залягання материнських порід. В межах Гераклеїського плато, фактично молоді платформи, в кайнозой відбувається багатократне пошкваллення як діагональних, так і ортогональних розломних систем.

**Ключові слова:** розломи, літосферні пластини, ерозійні форми, тектонолінеаменти.

I.E. Lomakin, V.Ye. Ivanov, V.V. Kochelab

#### TECTONIC FACTORS FOR DEVELOPMENT OF RECENT GEODYNAMIC PROCESSES IN THE SOUTH-WEST CRIMEA

Slipping of sial plates in NW slope of the Crimean mountains breaks a bedding of layers only in zone of junction between separate blocks. Activation of tectonic linea network in the South bank of the Crimea provokes forming powerful landslides with the sharp change of elements of bedding of maternal rocks. The diagonal and ortogonal faults systems in Geraklean plateau are permanently renovate without visible blocks movements in Cainozoic.

**Key words:** fault, erosion forms, lithosphere plates, tectonoline.