

КАРТОГРАФИЯ

УДК 528.9.08;551.24 (477.9)

Г. Г. ШЕВЧЕНКО

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ В КРЫМУ

Как известно, путем анализа топографических карт различных масштабов (картографический метод), а также на основе анализа результатов повторного нивелирования и триангуляции (геодезический метод) со значительной достоверностью могут быть выявлены современные тектонические движения [5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25]. Работы многих авторов (Н. И. Николаев, Ю. А. Мещеряков, К. И. Геренчук, А. И. Спиридонов, Г. Н. Чочиа, Л. Е. Сетунская, М. С. Кожурина, В. А. Матцкова, Ю. Е. Журенко, К. А. Салищев, Н. С. Подобедов, А. П. Рождественский и др.), прямо или косвенно использовавших картографические методы для изучения новейших и современных тектонических движений, убедительно показывают, что картографические методы многочисленны, разнообразны и могут представлять собой самостоятельный предмет исследования.

Картографический метод, заключающийся в анализе конфигурации гидрографической сети, может быть использован для выявления современных тектонических движений. Г. Н. Чочиа впервые применил этот анализ в 1950 г. [4].

Основное положение картографического метода выражается в том, что вертикальные движения, нарушая продольный профиль реки, вынуждают ее перестраивать свое русло и менять конфигурацию плана. При этом восходящие современные тектонические движения приводят к активизации глубинной эрозии и, как следствие этого, к упрощению меандр или спрямлению русел, а нисходящие тектонические движения неизбежно вызывают усиление меандрирования, увеличение длины реки, заболачивание поймы и пр.

Этот вопрос в различных аспектах рассматривался также в работах [5, 6, 7, 17, 18, 19, 20, 24, 25] и др. К важнейшим из причин, влияющих на способность рек отражать тектонику своего района, большинство исследователей относит следующие:

- 1) общеклиматический фактор, определяющий расход воды;
- 2) гидрогеологические условия русла реки.

Известно также, что тектонические структуры разных порядков неодинаково влияют на формирование продольных профилей рек и, следовательно, на изменение их планового очертания. При этом различают влияние отдельных локальных и крупных структур.

З. С. Чернышева [25] выделяет следующие три типа рек, которые в зависимости от их эродирующей способности по-разному реагируют на локальные тектонические движения:

1) крупные речные артерии с большой эродирующей способностью (такие, как р. Волга), в продольном профиле которых не отражаются даже довольно активные отдельные локальные структуры, так как поднятия срезаются размывающей деятельностью реки;

2) реки с постоянным стоком и средними расходами воды (10—50 м³/сек), которые отличаются умеренной эродирующей способностью и у которых интенсивность вреза отстает от темпа поднятий;

3) более мелкие речки, которые имеют хотя и постоянный, но очень слабый водоток и небольшие расходы воды, то есть имеют потоки, по которым очень трудно судить о тектонических движениях.

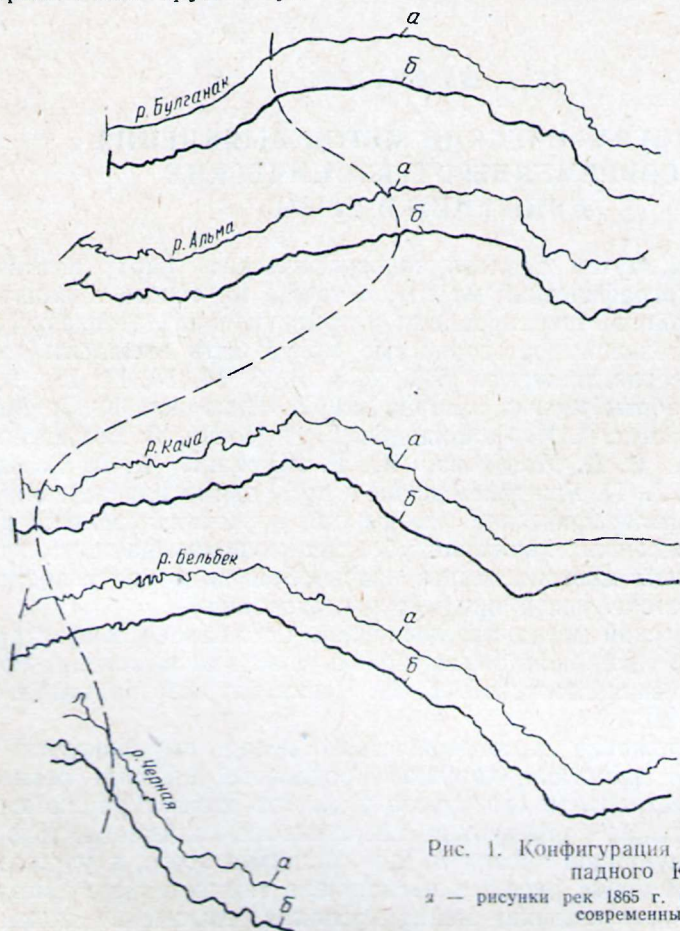


Рис. 1. Конфигурация речной сети юго-западного Крыма.

а — рисунки рек 1865 г. (съёмки); б — рисунки современных рек.

Анализируя в данной работе район рек, расположенных в юго-западной части Крыма (реки Черная, Бельбек, Кача, Альма и Булганак), отметим, что для этой площади характерны сложные геолого-геоморфологические условия. По тектонической схеме М. В. Муратова (рис. 2)¹ первые три реки берут свое начало на склонах синклинория юго-западного Крыма, р. Альма — на Качинском антиклинории. Далее эти четыре реки пересекают северное крыло и восточное погружение мегантиклинория, а затем (за исключением р. Черной) до самого впадения в море (почти половину своего пути) текут по Альминской впа-

¹ Схема составлена для Горной части М. В. Муратовым, И. В. Архиповым и Е. А. Успенской, а для степной части и Керченского полуострова — по данным А. Д. Архангельского, Т. Х. Динпенштейна, Т. А. Лыгачина и др. исследователей (приводится по М. В. Муратову, 1960).

дине. Река Булганак берет начало на северном крыле и восточном погружении мегантиклинория.

Гидрологические условия района, согласно работе [4], характеризуются следующими особенностями.

Река Черная берет свое начало в Байдарской долине у с. Родниковского. Верхняя часть ее бассейна находится на западных склонах главной горной гряды с резко расчлененным рельефом. Питание реки смешанное. Паводки наблюдаются зимой и весной, низкие уровни воды—

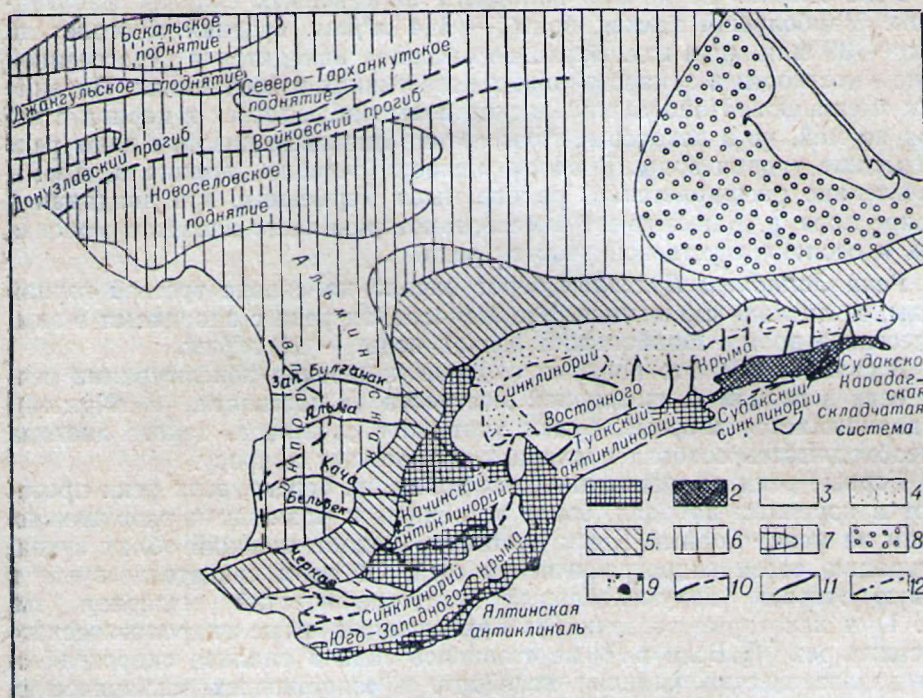


Рис. 2. Тектоническая схема Крымского полуострова.

Мегантиклинорий Горного Крыма: 1 — большие антиклинальные поднятия в ядре мегантиклинория, сложенные породами таврической серии и средней юры; 2 — восточное погружение Туапсинского антиклинория, сложенное породами Таврической серии, средней и верхней юры (Судакско-Карадагская складчатая система); 3 — крупные синклинали в ядре мегантиклинория, сложенные породами верхней юры; 4 — осевые части синклинириев, в строении которых принимают участие нижнемеловые отложения; 5 — северное крыло и восточное погружение мегантиклинория.

Платформенная часть Крымского полуострова: 6 — участки платформы с глубоким залеганием палеозойского складчатого основания; 7 — выступы палеозойского складчатого основания под чехлом мезозойских отложений; 8 — Инлаго-Кубанский краевой прогиб; 9 — среднеюрские интрузии; 10 — линии разрывных нарушений; 11 — оси антиклинальных структур; 12 — оси синклиналий структур.

преимущественно летом и осенью. Наибольший расход воды — 222 м^3 , средний многолетний сток — 63 млн. м^3 в год.

Река Бельбек берет начало на северо-западном склоне главной горной гряды у с. Счастливого. Она прорезает вторую горную грядку, где образует ущелье (Бельбекские ворота) и далее пересекает третью горную грядку. Наибольший расход воды в среднем течении — $218 \text{ м}^3/\text{сек}$, а средний многолетний сток составляет 88 млн. м^3 в год. Питание реки смешанное. Уровень воды поднимается зимой и весной, а межень — с августа по октябрь. Наибольший подъем воды бывает от интенсивных ливней. Бельбек — наиболее водообильная река Крымского полуострова. В некоторые годы большие ливни вызывали наводнения и река выходила из берегов.

Река Кача берет начало на северо-западном склоне Бабуган-Яйлы. Наибольший расход воды — $158 \text{ м}^3/\text{сек}$, средний многолетний — $1,85 \text{ м}^3/\text{сек}$. Средний многолетний сток — 58 млн. м^3 в год. Питание реки смешанное, но верховье питается в основном за счет карстовых вод. Река Кача пропилила вторую горную грядку и образовала ущелье (Качинские ворота), далее она пересекает третью горную грядку. Уровень воды в р. Кача повышается осенью и зимой. Русло реки неустойчивое, местами очень деформируется вследствие переотложения наносов. В некоторые годы были селевые выносы.

Река Альма. Ее начало находится на северных склонах Бабуган-Яйлы. Наибольший расход воды — $114 \text{ м}^3/\text{сек}$, средний многолетний сток — 38 млн. м^3 в год. Верховье бассейна находится в пересеченной горной местности в закарстованных известняках и песчаниках. Питание реки смешанное. Наибольший расход воды наблюдается в период с ноября по май, но в некоторые годы летние ливневые паводки дают реке наивысшие уровни воды. В своем нижнем течении долина р. Альмы значительно расширяется. В районе мыса Керменчик, при впадении в Черное море, р. Альма имеет отмель, в которую часто попадает морская вода и осолоняет устьевой участок реки.

Река Западный Булганак берет начало на склоне третьей горной грядки, ее питание смешанное. Это маловодная река с паводками в зимне-весеннее время. Наибольший расход воды — $10 \text{ м}^3/\text{сек}$.

В связи с тем, что попытка анализа изменения конфигурации речной сети в горной и предгорной местности (в частности, в Крыму), предпринимается впервые, будем учитывать сложность такого анализа и необходимость особого подхода к изучаемому вопросу.

Горные реки не имеют широких долин, их берега, если реки протекают в коренных породах, более устойчивы к размыву и разрушению. И тем не менее Горный Крым постоянно меняет внешний облик и конфигурацию своей гидрографической сети. Об этом свидетельствует в первую очередь документальный картографический материал (см. рис. 1) и некоторые сведения из приведенного выше гидрологического описания рек [4]. Если в [4] не ставилась задача анализа гидрографии для доказательства наличия новейших и современных тектонических движений, то мы постараемся уделить внимание главным образом тому, что может послужить дополнительным основанием именно для такого утверждения и в частности отметим следующее:

1. Реки своей работой расчленили главную горную грядку, а дальше на своем пути прорезали вторую горную грядку, где р. Бельбек образовала Бельбекские ворота, р. Кача — Качинские ворота и пр.

2. Расход воды в реках колеблется от незначительных (менее $2 \text{ м}^3/\text{сек}$ — р. Кача) до больших объемов (р. Черная — $222 \text{ м}^3/\text{сек}$, р. Бельбек — 218, р. Кача — 153, р. Альма — $114 \text{ м}^3/\text{сек}$).

Данные о том, что мутность в бассейне р. Бельбек составляет $500\text{--}1000 \text{ г}/\text{м}^3$, а в верховьях р. Качи превышает $1000 \text{ г}/\text{м}^3$ [4], могут свидетельствовать о больших объемах эпизодически выносимого материала как перемещением по дну обломков камней, так и передвижением материала во взвешенном состоянии.

3. Русло р. Качи неустойчивое, местами оно очень деформируется вследствие переотложения наносов. В некоторые годы имели место селевые выносы, как отмечается в [4, стр. 50].

4. При впадении в Черное море, в районе мыса Керменчик, р. Альма имеет отмель, в которую часто попадает морская вода.

Все приведенные выше данные с очевидностью свидетельствуют о движении как об объективном явлении природы.

Соленая вода попадает в устье р. Альмы не только в связи с при-

ливно-отливными и сгонно-нагонными явлениями или штормами и тем более не столько вследствие эвстатического подъема уровня Мирового океана, сколько в связи с тектоническим опусканием долины р. Альмы. Русло р. Качи неустойчивое, оно деформируется и переотлагает свои наносы только по причине происходящих и в наше время тектонических движений, причем, весьма возможно, дифференцированных движений, что касается их скорости, а не только направленности. Формирование Крымского горного сооружения и прилегающей к нему территории суши и морских глубин интенсивно продолжается и в настоящее время.

Тектонические движения постоянно вынуждают менять внешний облик и конфигурацию гидрографической сети. В работе [1] показано, что в среднем плиocene в Горном Крыму был развит выровненный рельеф и в этот период на северном склоне Главной гряды были заложены ложбины стока, соответствующие основным речным долинам. В условиях интенсивного эрозионного процесса на северном склоне Главной гряды происходило расчленение рельефа, хотя и в меньшей мере, чем на крутом южном склоне. В [1] отмечается, что в течение среднечетвертичного, верхнечетвертичного и голоценового этапов формировались основные особенности современной гидрографической сети.

Поскольку нас интересует вопрос о разрушающей силе экзогенного процесса в горном районе Крыма, то, чтобы убедиться в правоте избранного метода анализа изменения конфигурации речной сети во времени, можно привести следующее. «Известняковый обрыв нагорий сформирован процессами размыва верховьями горных рек, обваливанием и оползанием отдельных массивов известняков, отколовшихся от обрывов по трещинам. Представление о существовании сброса здесь вызвано внушительными стенками верхнеюрских известняков, создающими впечатление гигантского разлома. Однако легко убедиться, что никакие разломы здесь не входят в подстилающие верхнюю юру породы, а формирование обрывов Яйлы легко объясняется денудационными и эрозионными процессами» [11, стр. 112].

При необходимости можно было бы привести еще ряд подтверждений о разрушающей и созидательной силе экзогенного процесса, о единстве и противоречии двух противоположно направленных сил, называемых в общем эндогенными и экзогенными, проявляющихся одновременно и создающих рельеф. Но и приведенного уже достаточно для убеждения в том, что не только на равнинах и предгорьях, но и в горных районах и всюду, где только имеют место сколько-нибудь значительные тектонические движения, в тех местах неизбежно идет перестройка рельефа и конфигурации гидрографической сети.

Мы располагаем топографическими картами 1865 г. издания и новыми крупномасштабными картами. Промежуток времени между изданием первых и вторых карт составляет больше столетия и вполне удовлетворяет поставленной задаче сравнения.

Работа выполнена нами в следующем порядке. Для более удобного сравнения изменения конфигурации рек во времени сначала сделана копия рек из новых карт. Затем выполнена копия соответствующих рисунков из карт 1865 года издания и фотомеханическим способом приведена к первому и более удобному для картометрических измерений масштабу. Для удобства корреляции изменений планового очертания рек и дальнейшего нанесения результатов на прилагаемые схемы (см. рис. 2 и 3) очертания «старых» и «молодых» (или современных) рек приведены рядом с некоторым смещением в плане. Конфигурация рек 1865 г. обозначена буквой *а*, а современная конфигурация этих рек — буквой *б*.

При сравнении этих рисунков визуально проведена линия раздела

разных знаков современных тектонических движений (см. рис. 1). Наглядно заметно, что западнее от линии раздела современные реки (см. реки Альма и Булганак), удлинились, усилилось меандрирование, а восточная часть названных двух рек и рек Кача, Бельбек и Черная почти на всем своем протяжении заметно выпрямилась.

Из рис. 1 и 3 видно, что проведенная линия раздела разных знаков современных тектонических движений в южной части исследуемо-

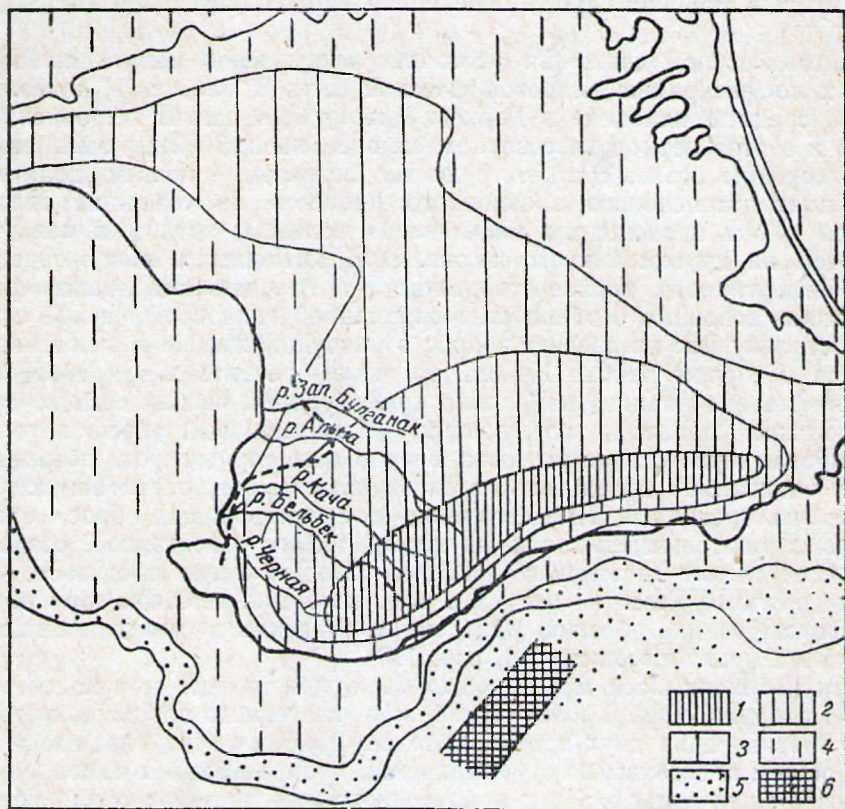


Рис. 3. Схематическая карта молодых движений земной коры в Крыму и прилегающей части Черного моря (приводится по М. В. Муратову, 1951).

1 — область наиболее сильных поднятий четвертичного времени, продолжающихся и сейчас; 2 — область преобладания значительных поднятий четвертичного времени; 3 — область преобладания слабых поднятий над слабыми опусканиями; 4 — область преобладания слабых опусканий над слабыми поднятиями (по крайней мере для последней эпохи четвертичного времени); 5 — область интенсивного опускания материкового склона и Ялтинско-Карадагского заливообразного углубления; 6 — область выходов на дно моря зоны очагов крымских землетрясений (по Г. П. Горшкову).

го участка полностью или почти совпадает с линией М. В. Муратова [9], разделяющей область преобладания слабых поднятий над опускающимися 3 с областью, в которой слабые опускания преобладают над слабыми поднятиями 4 для современной и близкой к нам эпохи.

В северной части участка, в районе Альминской впадины (см. рис. 2 и 3), линия раздела уже не совпадает с линией М. В. Муратова, а поворачивает на восток или точнее на северо-восток, как бы изображая залив от Черного моря. Естественно также, что граница раздела разных знаков тектонических движений не может фиксировать собой в плане в точности направления зон разломов или границы двигающихся блоков. Не исключена возможность, что при тщательном поле-

вом исследовании района удастся получить некоторые подтверждающие эти явления результаты. В данном случае можно ориентироваться на ряд картометрических данных анализируемых рек для некоторой количественной характеристики исследуемого процесса; можно измерить длины прежних и современных рек, проследить их изменения и принять попытку найти объяснения этим изменениям.

Понятие об извилистости кривых линий в общем основано на их сравнении с прямыми. Извилистость какого-либо отрезка кривой линии характеризуется коэффициентом извилистости. Этот коэффициент (K) представляет собой отношение длины извилистой линии к длине прямой, соединяющей конечные точки. Так оценивают извилистость рек, очертаний береговых линий морей, озер, водохранилищ, дорог и прочих контуров в картографии и некоторых других науках.

В данной работе измерение длин отрезков рек необходимо для оценки изменения коэффициента их извилистости или просто для сравнения изменившихся во времени длин рек как результата их реакции на современные тектонические движения.

Измерения длин рек выполнены методом Ю. М. Шокальского и велись раздельно в области отрицательных (запад) и положительных (восток) тектонических движений (см. рис. 1).

Изменения конфигурации и длины речной сети юго-западного Крыма

Реки или их отрезки	Длина рек или их отрезков (км) по картам		Разности в длинах рек	Коэффициент изменения извилистости рек	Изменения извилистости на 1 км реки, м
	1865 г. издания	современным			
Черная	21,0	18,6	+2,4	0,88	114,3
Бельбек	54,0	46,2	+7,8	0,85	144,4
Кача	51,9	44,4	+7,5	0,85	144,5
Альма (западная часть)	22,0	29,4	-2,4	1,11	109,1
Альма (восточная часть)	20,0	18,0	+2,0	0,90	100,0
Булганак (западная часть)	10,6	12,0	-1,4	1,13	132,1
Булганак (восточная часть)	28,2	25,2	+3,0	0,89	106,3

Как видно из приведенной таблицы, коэффициент изменения извилистости рек исследуемого участка колеблется в пределах 0,85—1,13, что свидетельствует о движении соседних площадей с разными знаками. Можно также предполагать, что современные тектонические движения в районах обоих знаков являются к тому же еще и дифференцированными. Но для обнаружения этого процесса нужны были бы карты более крупных масштабов, аэрофотоснимки различных лет съемки с интервалом времени, достаточным для поставленной цели, или производство повторного высокоточного нивелирования по сохранившимся старым реперам.

Кроме коэффициента извилистости, определялись изменения извилистости рек на 1 км их длины (последняя графа в таблице), что дает некоторые представления об относительной скорости современных движений на смежных участках.

Из таблицы также видно, что район рек Бельбек и Качи поднимается с наибольшей скоростью. Здесь изменение извилистости достигает 145 м на 1 км. В районе положительных движений у реки Черной изменение извилистости также большое и составляет 114 м на 1 км. Следует, однако, сразу же оговориться, что эта разница не может быть отнесена за счет меньшей скорости движений, а вероятнее она объясня-

ется различными литологическими условиями долин сравниваемых рек и несколько отличающимися их гидрологическими особенностями.

В общем район рек Черной, Бельбек и Качи почти на всем своем протяжении в настоящее время поднимается (см. рис. 1 и 3). Граница разных знаков современных тектонических движений совпадает с направлением молодых движений только в южной части исследуемого участка, где она хорошо согласуется со схемой М. В. Муратова, полученной на основе геолого-геоморфологического анализа.

Рассматривая южную часть исследуемого участка (реки Черная, Бельбек и Кача), коэффициент изменения извилистости рек, изменения извилистости на 1 км реки в сопоставлении с данными схематической карты молодых движений земной коры в Крыму по М. В. Муратову [10], можно отметить следующее.

Область наиболее сильных поднятий Крымских гор переместилась или расширилась на север. Это перемещение происходит параллельно направлению всего горного сооружения. В современных поднятиях участвуют все три горные гряды — от главной до внешней. В общем поднятию участвует северное крыло мегантиклинория и прилегающая к нему восточная часть Альминской впадины. Альминская впадина уменьшилась по площади и своей формой напоминает залив Черного моря (см. рис. 2). Эта часть впадины в настоящее время опускается, но со скоростью, несколько меньшей по сравнению с поднятием горной системы. Это приводит к предположению, что отрицательные компенсационные движения, способные возместить поднятия горной системы, происходят также и в глубинах моря, как на западе, так и на юге.

В районе реки Булганак или в северной части исследуемого участка (см. рис. 2) видно, что линия раздела разных знаков современных движений и в этом месте повторяет конфигурацию северного крыла мегантиклинория на большом удалении от него, в пределах Альминской впадины. Все изложенное выше приводит нас к следующим выводам относительно современных тектонических движений в западной части Горного Крыма и прилегающих к нему районах Черного моря.

1. Формирование горного сооружения Крыма продолжается и в настоящее время. Крымские горы поднимаются, поднятие компенсируется впадинами (см. рис. 1, 2 и 3).

2. Ось наибольших поднятий Крымских гор переместилась на север или же расширилась на север параллельно всему горному сооружению. Это подтверждает линия раздела разных знаков современных тектонических движений на тектонической схеме М. В. Муратова (см. рис. 2 и 3).

3. Поскольку происходит компенсация локального значения (Альминская впадина), совершенно незначительная по площади, то это компенсация неглубокого заложения и наблюдается в верхних этажах. Это в свою очередь может вести к предположению о многоярусности пачек скольжения, о наличии в них (горная часть участка) постоянных гравитационных напряжений (сползание под силой тяжести). Эти напряжения разрешаются периодически сейсмическими толчками.

4. Небольшая площадь отрицательных движений на суше (см. рис. 1, 2 и 3) не в состоянии компенсировать поднятий всей горной системы, и поэтому можно предполагать, что район отрицательных движений расположен в основном в глубинах моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабак В. И. Очерк неотектоники Крыма. «Бюллетень Московского общества испытателей природы», том XIV, вып. 4. Изд. Московского ун-та, 1959.

2. Геренчук К. И. К вопросу о роли тектонического фактора в развитии орографии Русской равнины. Географический сборник X. Геоморфология и палеогеография. М.—Л., 1958.

3. Геренчук К. И. Опыт геоморфологического анализа тектоники Прикарпатья. «Известия Всесоюзного географического общества», том XXXVIII, № 1, 1956.

4. Гольдин Б. М. Поверхностные воды Крыма и их народнохозяйственное значение. «Известия Крымского отдела географического общества Союза ССР», вып. 7, 1961.

5. Журенко Ю. Е. К методике построения карты уклонов русел рек в целях изучения современных тектонических движений. «Вопросы геоморфологии и геологии Башкирии», сб. 2, 1959.

6. Козловский Г. А. Руслловые процессы и современные вертикальные движения земной коры. «Проблемы физической географии», XVI, 1951.

7. Кожурина М. С. Опыт исследования продольных профилей некоторых рек Прикарпатья для целей тектонического анализа. «Известия Всесоюзного географического общества», том XXXVIII, 1956.

8. Матцкова В. А. Проверка карты скорости современных вертикальных движений земной коры на территории западной половины Европейской части СССР. «Современные тектонические движения земной коры и методы их изучения». Изд-во АН СССР, М., 1961.

9. Мещеряков Ю. А. и Филькин В. А. Опыт составления карты падений рек и ее тектонической интерпретации. В сб. «Вопросы применения картографических методов при географических исследованиях». Изд-во АН СССР, М., 1960.

10. Муратов М. В. Новейшие тектонические движения земной коры в Горном Крыму и прилегающей части Черного моря. «Памяти академика А. Д. Архангельского». Вопросы литологии и стратиграфии СССР, М., 1951.

11. Муратов М. В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М., 1960.

12. Муратов М. В. Основы стратиграфии четвертичных отложений Горного Крыма. «Материалы Всесоюзного совещания по изучению четвертичного периода», том 2. Четвертичные отложения Европейской части СССР. М., 1961.

13. Подобедов Н. С. Некоторые вопросы использования топографических карт для физико-географического изучения территории СССР. Использование топографических карт при географических исследованиях. Изд-во АН СССР, М., 1958.

14. Рождественский А. П., Зинякина И. К. Количественное изучение современных движений земной коры с помощью некоторых картографических методов. В сб. «Вопросы геоморфологии и геологии Башкирии», вып. 2, Уфа, 1959, стр. 58—62.

15. Рождественский А. П. [и др.] О некоторых картографических методах изучения новейшей тектоники. Саратов, 1963.

16. Салищев К. А. О картографическом методе исследования. Вестник Московского университета, № 10, 1955.

17. Сетунская Л. Е. Об исследовании карт для изучения динамики явлений. Вопросы применения картографических методов при географических исследованиях. Изд-во АН СССР, М., 1960.

18. Сетунская Л. Е. Использование серии специальных карт для анализа природных явлений в их взаимосвязи. Автореферат кандидатской диссертации. М., 1955.

19. Труды Центрального научно-исследовательского Института геодезии, аэро съемки и картографии. вып. 123. Современные вертикальные движения земной коры. Геодезиздат, М., 1958.

20. Трескинский С. А. О принципах изучения рек в целях тектонического анализа. «Разведка недр», № 1, 1950.

21. Тяпкин К. Ф. [и др.] О тектонике Украинского щита по геолого-геофизическим данным. «Геотектоника», № 2, 1966.

22. Шевченко Г. Г. Использование картографического метода исследования при выявлении тектонических явлений Южного берега Крыма. В сб. «Инженерная геодезия», вып. 3, К., 1966.

23. Чернышева З. С. Типы продольных профилей рек и новейшие тектонические движения (на примере Среднего Заволжья). Известия Академии наук СССР, серия географическая, № 3, М., 1960.

Работа поступила
23 мая 1967 г.