Геология

УДК 551.462

ГЕОМОРФОЛОГИЯ ВЕРХОВЬЯ ДУНАЙСКОГО КАНЬОНА (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ЧЕРНОГО МОРЯ)

Евсюков Ю. Д.[1]

GEOMORPHOLOGY OF THE DANUBE CANYON UPPER REACHES (THE NORTH-WESTERN BLACK SEA)

Evsyukov Yu. D.

The paper gives a brief summary of the data of geomorphologic research carried out during two expeditions in the upper part of the Danube Canyon. The canyon penetrates to the shelf at a distance slightly more than 30 km, but at the margin of the shelf it exceeds 400 km. A complex structure of this morphological body is shown, it can be explained by the interaction of a number of relief-forming factors that affect the formation and evolution of the Upper Danube canyon.

Введение

Выразительными элементами рельефа дна морей и океанов являются подводные каньоны. Они имеют широкое распространение и, как правило, играют существенную роль в формировании внешней части шельфа, материкового склона и его подножия.

Развитие каньонов зависит от общих геолого-географических особенностей района, в котором они располагаются и обусловлено:

1) соотношением площадей морского мелководья и прилегающих участков суши;

2) строением внешней зоны шельфа и его ширины;

3) геологическим строением и режимом тектонической активности региона в целом.

Эти особенности определяют сложность формирования каньонов и служат основой для их классификации. Вполне естественно, что это порождает не только сложность их исследований, но и перечень противоречий в вопросах их происхождения и развития [1–3].

Дунайский конус выноса располагается в западной части Черного моря и является крупнейшей, морфологически отчетливо выраженной морфоструктурой бассейна. В 8-м рейсе НИС «Витязь» здесь впервые была выполнена детальная эхолотная съемка, материалы которой позволили составить новые батиметрическую и геоморфологическую карты [4]. Подготовленные картографические документы в совокупности с геолого-геофизическими данными [5–7] показали подробное и чрезвычайно сложное строение Дунайского конуса выноса.

Поверхность конуса сложена многочисленными оползневыми телами, которые обуславливают образование множества уступов, ступеней. Эта поверхность изрезана большим числом долин и каньонов. Осевая часть конуса рассечена резко извилистым (меандрирующим) центральным (главным) руслом каньона. С обеих сторон он ограничен сложно построенными крупными грядами, высота которых относительно тальвега каньона составляет от 150–200 до 650 м.

Верховья каньонов. Сталкиваясь с противоречиями в вопросах происхождения и формирования каньонов, исследователи особое внимание уделяют их верховьям. Последние являются своеобразной узловой областью, в пределах которой существует реальная возможность:

1) определить роль каньонов в перехвате движущихся вдоль шельфа придонных осадочных материалов;

2) исследовать роль осадочного материала в процессе эрозии русел каньонов;

3) выяснить происхождение и развитие как всего каньона в целом, так и его верховья [8].

[1]Евсюков Юрий Дмитриевич, канд. геогр. наук, заведующий лабораторией внутренних морей и предокеана Южного отделения Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН.

Для решения вышеперечисленных задач в 12-м рейсе НИС «Рифт» в верховье Дунайского каньона на полигоне с размерами сторон 18×20 км выполнены исследования. Последние включали: эхолотный промер [9], отбор дночерпательных проб осадков и наблюдения с подводного обитаемого аппарата (ПОА) «Аргус» [8].

Эхолотная съемка в данном районе выполнена по системе взаимно пересекающихся галсов [9]. Длина поперечных к каньону профилей составила 7,5–15, а продольных — 20–23 км. Общая протяженность промера — 130 км (рис. 1, А). На сравнительно малых площадях в пределах подобных морфоструктур аналогичные работы выполнялись ранее [10, 11]. Обработка полученного первичного материала завершилась составлением батиметрической и геоморфологической карт (рис. 1, А). Приведены также обзорные профили рельефа дна исследованного района (рис. 1, Б).

1. Геоморфология верховья Дунайского каньона

К юго-западу от каньона шельф почти ровный, а перегиб к склону (бровка шельфа) сравнительно плавный и отмечен глубинами 90–115 м. К северо-востоку от него поверхность шельфа холмиста. Неровности рельефа здесь составляют 10–15 м, перегиб дна к склону каньона резкий. На этом участке, как правило, поверхность шельфа и его бровка располагаются на 10–15 м глубже, чем на юго-западе. Такая особенность строения шельфа подчеркивается также плановым положением изобаты 100 м: на северо-восточном фланге (по сравнению с юго-западным) относительно оси каньона эта изобата смещена к северо-западу на 8–12 км. Такие же величины характерны и для батиметрического положения бровки шельфа [4, 9]. По-видимому, это может быть обусловлено интенсивным размывом дна придонными течениями на участке к северо-востоку от каньона. Не исключается также воздействие неотектонического «проседания», что подтверждается исследованиями на существенно большей площади этой акватории [4–6].

Морфология верховья рассматриваемого каньона является уникальной, что отличает его от других подобных морфоструктур Черного моря. Это подчеркивается, как минимум, двумя морфометрическими показателями:

1) в пределы шельфа каньон проникает на расстояние свыше 30 км;

2) во внешней зоне материковой отмели глубина его вреза превышает 400 м. По всей вероятности, это указывает на активное развитие каньона в настоящее время.

По простиранию морфология склонов является сложной. Так, поперечный профиль юго-западного склона изменяется (вдоль простирания с СЗ на ЮВ) от выпуклого до вогнутого. Средние углы наклона здесь составляют 14–16°, а на отдельных участках — 18–22°. Продольный профиль (рис. 1,Б, проф. 8а, 8б) показывает множество боковых «притоков», глубина вреза которых от 10–15 до 40 м. Южная часть этого склона представлена сложно построенной депрессией (максимальная глубина 378 м) и сравнительно крупным выступом высотою около 250 м. Плоская вершинная поверхность последнего (ширина около 2 км) наклонена к северо-западу; наклон, вероятно, обусловлен процессами неотектоники. В северо-западной своей части этот склон осложнен одной-двумя ложбинами, сопряженными с грядами, амплитуда которых не превышает 10–15 м (рис. 1,Б, проф. 2,3). Глубже 200 м на этом склоне встречаются морфологически различно выраженные ступени (рис. 1,Б, проф. 3–6), шириною от 0,5 до 2,0 км. Их поверхности наклонены как в сторону тальвега каньона, так и к склону. Исключением является вогнутая ступень на проф. 5.

Северо-восточный склон каньона крутой: средние углы наклона профиля здесь составляют 16–19°. Отдельные уступы высотою до 90–100 м обладают углами наклона до 25–27°. Склон сложен несколькими ступенями, которые располагаются на различных батиметрических уровнях. Их насчитывается от 1–2 (рис. 1,Б, проф. 3, 4) до 4 (проф. 6). Их ширина — от нескольких сотен метров до 1,2–1,7 км. Как правило, широкие ступени располагаются на глубинах свыше 200 м. Ступени имеют субгоризонтальные поверхности (рис. 1,Б, проф. 4–6), а некоторые из них вогнуты (проф. 3) или наклонены в сторону тальвега (проф. 4).

Отмечена определенная корреляция ступеней на обоих склонах. Однако сходные ступени имеют не только различия в ширине, но отличаются также положением глубин, т. е. поверхности ступеней юго-западного склона располагаются на 15–20 м глубже, чем на северо-восточном. К тому же на северо-западном склоне ступени, как правило, существенно шире.

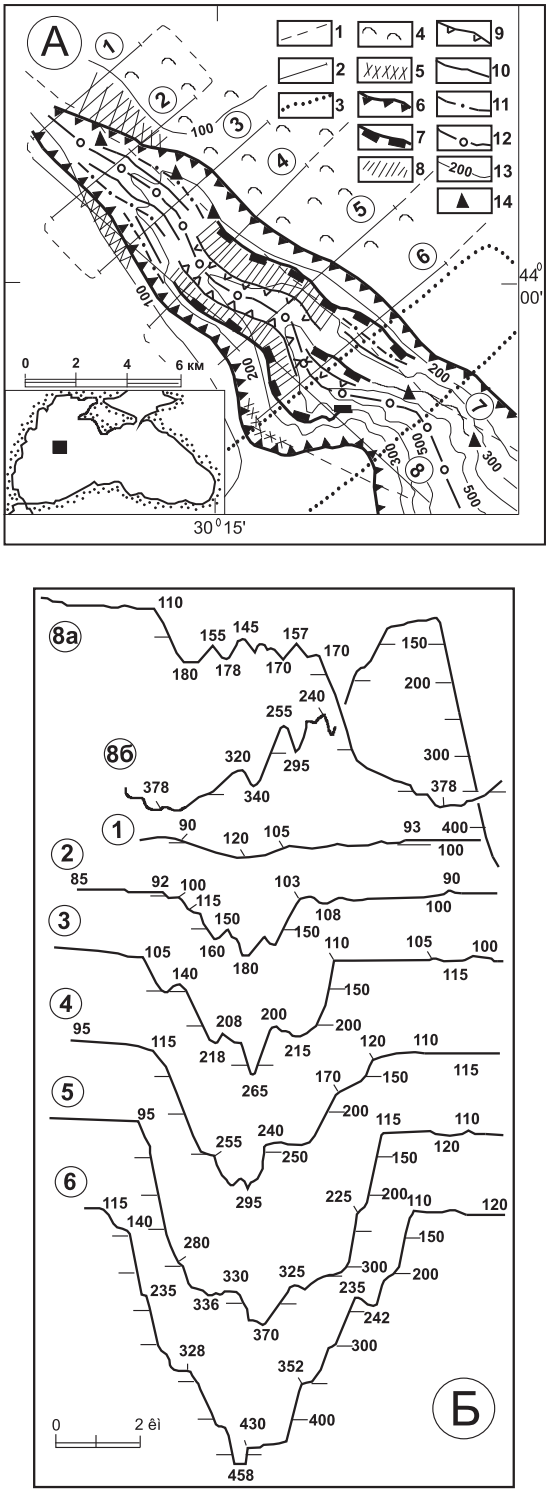

Рис. 1. А — Геоморфологическая карта верховья Дунайского каньона: *1* — профили эхолотного промера НИС «Рифт»; *2* — иллюстрируемые профили рельефа дна; *3* — профили эхолотного промера НИС «Витязь»; *4* — холмы; *5* — абразионные террасы; *6* — бровка Дунайского каньона; *7* — подножия уступов; *8* — террасовидные поверхности; *9* — бровки террас; *10* — гряды; *11* — ложбины; *12* — тальвег Дунайского каньона; *13* — изобаты; *14* — точки отбора проб донных осадков дночерпателем. В левом нижнем углу — положение района исследований.
Б — Обзорные профили рельефа дна на полигоне

Такое разнообразие морфологии ступеней, как и других элементов рельефа, дает основание предположить сложное сочетание рельефообразующих процессов, способствовавших формированию склонов в верховье Дунайского каньона.

Поперечный профиль глубоководной части каньона (тальвега) имеет V или U формы. Анализ распределения глубин в тальвеге каньона показывает, что главное русло обладает изменяющейся крутизной. Так, между профилями 1–3 углы наклона составляют 2–3°, между профилями 3–4 — менее 30′ (отмечая тем самым своеобразную ступень), а между профилями 4–6 они составляют 4–5°.

2. Перенос осадочного материала в верховье Дунайского каньона

В Дунайский каньон с шельфа попадает огромное количество осадочного материала, который скапливается в основном в тальвеге каньона. По режиму осадконакопления верхние участки каньонов отличаются между собой. Наибольшие скорости накопления осадков отмечены в верхней части северо-восточного склона, что свидетельствует о направлении потока твердого вещества с севера и северо-востока.

Морфологическое разнообразие днища основного каньона (тальвега), отмеченное выше, свидетельствует о большой изменчивости динамических режимов по тальвегу. Очевидно, движение осадочного материала здесь по направлению к конусу выноса происходит неравномерно.

При подводном (с ПОА «Аргус») обследовании верховьев каньона до глубины 600 м по тальвегу отмечаются следующие типы гравитационной транспортировки осадочного материала: обвалы, оползни, гравитационный поток обломков, грязевый, вязкий снос илистых агрегатов («пороши») в форме верхнего слоя (несколько сантиметров). Преобладает гравитационное смещение крупных обломков в виде обвалов и оползней. По тальвегу каньона происходит медленное течение илистых масс осадочного материала. В верховье каньона с малыми углами наклона на бортах возникают асимметричные мезоформы рельефа, указывающие на возникновение вдоль склоновых течений в этом районе.

Вертикальная зональность, распространение и характер мезоформ являются отражением режима гравитационных потоков на склонах (питание, транзит, аккумуляция). В зоне питания (глубина 120–140 м) отмечены следы подводного выветривания, разрушения бровки каньона. Ниже по склону в зоне транзита (глубина 140–170 м) в плотных илах распространены сглаженные желоба стока U-образной формы. В интервале глубин на участке 170–600 м (зона аккумуляции) желоба стока пропадают, осадки более рыхлые [8].

Выводы

Представленный материал позволяют сделать некоторые выводы.

1. На сравнительно небольшом простирании (около 25 км) выявлено сложное строение верховья Дунайского каньона, которое подчеркивается морфологической выразительностью склонов и элементами рельефа, которыми они сложены: уступы, ступени, гряды, ложбины.

2. Разнообразие морфоэлементов исследованной площади обусловлено, по-видимому, причастностью к их формированию и развитию нескольких рельефообразующих факторов, среди которых важная роль принадлежит денудации, гравитационному перемещению осадков и оползней в виде крупных блоков.

3. Заложение и дальнейшее развитие верховья каньона в значительной степени контролировались процессами новейшей тектоники (вертикальные и горизонтальные движения разного знака). Это подтверждается некоторыми морфологическими признаками:

а) осевая часть каньона маркирует положение активно развивающегося разлома, существование которого прослежено в пределах Дунайского конуса [4]; оперяющие главный разлом мелкие трещины могли спровоцировать образование крутых уступов и ступеней на склонах каньона;

б) не исключается причастность поперечных разломов; один из последних мог способствовать образованию широкой депрессии и крупного выступа на юго-западном склоне. Поперечные разломы, возможно, обусловили извилистость тальвега каньона.

Литература

1. *Леонтьев О. К., Сафьянов Г. А.* Каньоны под морем. М.: Мысль, 1973. 261 с.
2. *Мельник В. И.* Классификация подводных долин и каньонов Черного моря // Геология морей и океанов: Тез. докл. 13-й Междунар. школы геол. 1999. Т. 3. С. 360–361.

3. *Шепард Ф. П.* Морская геология. Л.: Недра, 1976. 488с.
4. *Евсюков Ю. Д., Кара В. И.* Рельеф центральной части Дунайского конуса выноса // Геоморфология. 1990. № 2. С. 71–75.
5. *Евсюков Ю. Д., Кара В. И., Шимкус К. М.* Особенности залегания и накопления донных отложений на отдельных участках материковой окраины Черного моря (по данным изучения эхолотных записей слоистости) / 1988. 27 с. Деп. в ВИНИТИ 26.12.88, № 8965-В.
6. *Москаленко В. Н.* Трансгрессивные и регрессивные сейсмофации Дунайского палеоконуса выноса // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2001. Т. 9. № 2. С. 105–112.
7. *Шимкус К. М., Комаров А. В., Евсюков Ю. Д.* Лито-фациальная изменчивость донных отложений на Анатолийском и Дунайском полигонах во взаимосвязи с рельефом дна и особенностями терригенного осадконакопления // Литология и геохимия осадкообразования в приустьевых районах Западной части Черного моря: Сб. трудов. М.: 1987. С. 15–20.
8. *Айбулатов Н. А., Евсюков Ю. Д.* Современные процессы переноса осадочного материала в верховьях Дунайского каньона. Геология морей и океанов: Тез. докл. 10-й Междунар. школы мор. геол. 1992. Т. 3. С. 166–167.
9. *Евсюков Ю. Д., Пронин А. А., Шахов М. Н.* Исследование рельефа дна на полигонах и региональных профилях в 12-м рейсе НИС «Рифт» (Средиземное и Черное моря) / 1988. 47 с. Деп. в ВИНИТИ 01.07.88, № 5328-В.
10. *Евсюков Ю. Д.* Основные черты рельефа дна внешнего шельфа и материкового склона Черного моря (полигонные исследования 61-А рейса НИС «Витязь») / 1985. 13 с. Деп. в ВИНИТИ 22.07.85, № 5293-85.
11. *Евсюков Ю. Д., Волокитина Л. П.* Основные результаты геоморфологических исследований в районе Наваринского каньона (Северо-западная часть Берингова моря). Океанология. 1985. Т. 25. № 2. С. 254–257.

Статья поступила 2 февраля 2006 г.
Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, г. Геленджик
© Евсюков Ю. Д., 2006