

ной. Я думаю, что то же самое теперь можно и следует сказать и в отношении геоморфологии (структурной). Доклад проф. Ж. Обуэна не только содержит интересные научные идеи, но и служит сильным импульсом развития этого направления. Это и оправдывает появление данной заметки в нашем журнале.

TETHYS PROBLEM FROM THE VIEWPOINT OF THE LITHOSPHERIC PLATES' THEORY

I. P. GERASIMOV

Summary

Views of professor J. Obouin are discussed on the Mediterranean basins and adjacent mountains formation in terms of the new global plate tectonics.

УДК 551.4(575.4)

А. С. КЕСЬ

СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ САРЫКАМЫШСКОЙ ВПАДИНЫ

Сарыкамышская впадина — одна из крупнейших пустынных впадин Средней Азии — находится в 200 км к юго-юго-западу от Аральского моря и в 160—170 км к запад-юго-западу от низовьев Амударьи. Она расположена у юго-восточных чинков Устюрта, обрамляющих впадину с севера и запада. В структурном отношении впадина приурочена к Ассаке-Кауданско-Сарыкамышскому прогибу, имеющему субширотное простирание в районе впадины Ассаке-Каудан и центральной части Сарыкамышской впадины, а затем принимающему субмеридиональное направление и переходящему южнее в Сарыкамышско-Верхнеузбойскую синклиналь (Копаевич, 1956).

К востоку от впадины простирается равнина Присарыкамышской дельты Амударьи, постепенно сливающаяся со склонами впадины. Наиболее пологие южные склоны Сарыкамышса незаметно переходят в равнину Верхнеузбойского коридора. Верхняя граница впадины проходит по абс. отметкам 50—55 м. Над этим уровнем на севере и западе возвышаются обрывы Устюрта высотой до 80 м, их относить к собственным склонам впадины нельзя. Общая площадь Сарыкамышской впадины 8—10 тыс. км². Она вытянута в меридиональном направлении почти на 150 км и в широтном — до 90 км. Минимальные отметки ее днища составляют 40 м ниже ур. океана.

Будучи расположенной на пути миграций Амударьи, Сарыкамышская впадина неоднократно служила конечным бассейном этой реки и заполнялась то замкнутыми, то проточными озерами. В периоды, когда озера полностью высыхали, впадина быстро «опустынивалась», тогда здесь можно было встретить и массивы золотых песков, и солончаки, и такыры. Только россыпи раковин водных моллюсков, береговые песчано-галечные валы и специфические отложения свидетельствовали о том, что здесь было озеро. Последний раз такой пустынной впадина была на протяжении 350 лет, до 60-х годов нашего века. И только этим

можно объяснить почти полное отсутствие сведений об этой обширной впадине до последней трети XIX в., хотя об Амударье и Узбое историки и географы упоминали с древнейших времен. Первые сведения о них имеются в трудах Геродота, который пишет о впадении одного из протоков Амударьи в Каспий.

Мнение о непрерывности течения отдельных рукавов этой реки до Каспийского моря прочно господствовало в древней литературе. Лишь некоторые средневековые авторы указывают на существование крупного озера на месте Сарыкамыша (об этом подробнее см. Толстов и др., 1955). Но Сарыкамышская впадина не упоминается не только в древней литературе, но и в описаниях и на картах путешественников первой половины XIX в. (Н. Н. Муравлева, Я. В. Ханыкова, А. Вамбери и др.). Нет ее и на карте Лупандина, снимавшего в 1874 г. район от среднего течения Узбоя до низовьев Дарьялыка — самого крупного русла дельтового протока Амударьи, заканчивающегося в Сарыкамыше. На карте Лупандина русло Дарьялык непосредственно сливается с верховьями Узбоя.

О существовании Сарыкамышской впадины стало известно только в результате нивелировки, проведенной в 1876 г. под руководством Н. Г. Петрусевича. Этой нивелировкой было установлено, что русло Дарьялык заканчивается в котловине, которая на 38 м ниже ур. моря, и что вокруг простирается обширная впадина. Более точные сведения об этой впадине и о месте расположения верховьев Узбоя стало известно после работ экспедиции А. И. Глуховского (1893), начавшей исследования в 1879 г.

После этого Сарыкамышская впадина привлекала внимание многих исследователей конца XIX — начала XX в. Сведения о ее рельефе, геологическом строении и истории развития встречаются в трудах К. К. Гедройца, А. М. Коншина, А. В. Каульбарса, Н. А. Димо, А. Д. Архангельского. Но более детальное специально геоморфологическое и палеогеографическое изу-

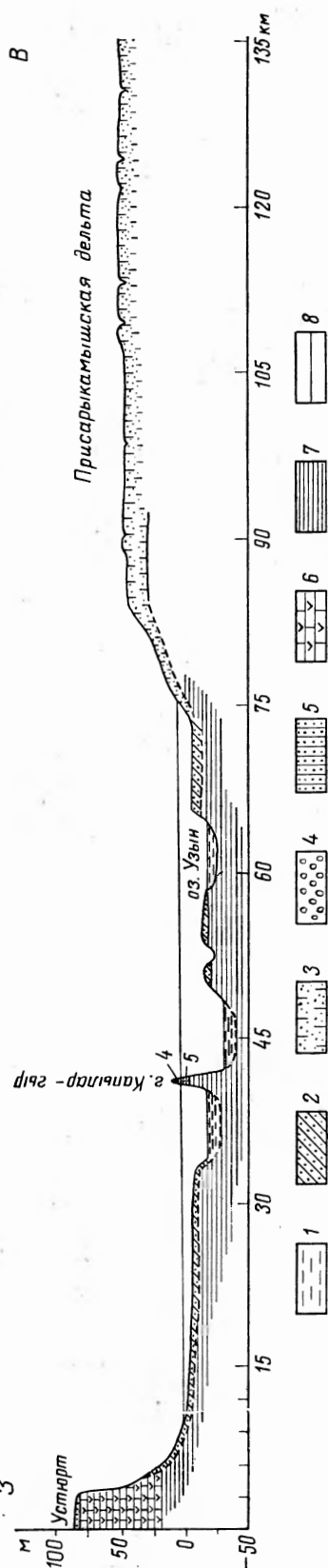


Рис. 1. Схематический широтный профиль через Сарыкамышскую впадину

1 — современные озерные отложения (соли, илы); 2 — озерный мергелистый сулгонк и песок; 3 — песчано-глинистые аллювиальные отложения; 4 — галечник; 5 — песчанник и конгломерат апшерона; 6 — известняк, гипс, мергель и глина олигоцен; 7 — глина олигоцен; 8 — уровень современного озера



Рис. 2. Грязе-солевые валики по трещинам на дне одной из Центрально-Сарыкамышских котловин

чение Сарыкамышской впадины проводилось лишь с 1929 г. (Федорович, 1930б; Герасимов, 1940) и затем с начала 1950-х годов (Ямнов, 1953; Кесь, 1954; Туголесов, 1955; Копаевич, 1956, и др.). В результате комплексных археолого-палеогеографических исследований Хорезмской экспедиции Института этнографии, проводившихся совместно с Ин-том географии АН СССР, была составлена первая геоморфологическая карта Сарыкамышской впадины и установлены периоды ее затоплений в голоцене (Низовья Аму-Дарья..., 1960). Эти и последующие исследования позволяют теперь получить морфометрические данные вновь образующегося, начиная с конца 1950-х — начала 1960-х гг., Сарыкамышского озера, занимающего в 1976 г. около четверти площади еще недавно сухой пустынной впадины.

Чтобы представить себе основные параметры современного Сарыкамышского озера, остановимся вкратце на характеристике геоморфологического строения впадины. Относительно пологие склоны Сарыкамыш-а на отметках 50—55 м (абс.) имеют слабовыраженный перегиб, по которому мы и проводим верхнюю границу впадины. Днище ее сравнительно плоское с абс. отметками, близкими к 0 м (рис. 1). В центре днища и местами по периферии располагаются котловины глубиной до 40 м. Центральную часть днища пересекает узкая и длинная гряда Капыларкыр, гребень которой имеет наивысшие (абс.) отметки 8 м. Гряда сложена глинами олигоцена, песчаниками и конгломератами апшерона. К ним прислоняются молодые озерные песчаные и глинистые осадки, а также береговые песчано-галечные валы. По обе стороны от гряды Капыларкыр располагаются так называемые Центрально-Сарыкамышские котловины, частично соединенные узкими протоками. Три из них лежат к северо-западу от гряды. Абс. отметки их днищ от —20 до —26 м. Общая протяженность котловин 30—35 км, а ширина от 4 до 8 км. Котловины, лежащие к юго-востоку от гряды, более глубокие: абс. отметки их днищ от —38 до —40,5 м. Южнее расположена низина

причудливой формы в плане с абс. отметками $-30 \div -10$ м, занимающая значительную площадь в южной части днища Сарыкамыша.

До современного затопления впадины днища котловин и низины периодически покрывались водой лишь после дождей и таяния снега, а летом здесь оставался слой соли, окруженный солончаком. В наиболее глубоких котловинах слой соли был разбит трещинами на крупные полигональные отдельности поперечником до 2—3 м (рис. 2). Только в самой северной из Центрально-Сарыкамышских котловин тонкий слой воды сохранялся постоянно. Источником ее был родник Гурлюксу («Гремящий родник») с горько-соленой водой, содержащей до 40 г/л солей.

Кроме котловин в центре впадины существует еще ряд котловин по ее периферии: вблизи восточного склона, так называемое оз. Узун с абс. отметками дна $-21 \div -22$ м. Эта котловина повторяет изгиб склона Сарыкамышской впадины: в северной части она вытянута на 9 км в широтном направлении, а в южной настолько же — в субмеридиональном. Под чинками Устюрта в северо-восточной части Сарыкамыша имеется котловина длиной 15 км и шириной от 1 до 6 км с абс. отметками дна до -10 м. Аналогичная котловина, но больших размеров (25×2 км) с отметками дна -13 м, находится на западе средней части впадины. Теперь все эти котловины и низины затоплены озером, наибольшая глубина которого здесь 30—40 м. В северной и западной частях Сарыкамыша озеро имеет глубину в пределах немногих метров; лишь на месте упомянутых предчинковых котловин она достигает 10—15 м. Помимо этих котловин по окраине Сарыкамышской впадины располагается на более высоких отметках (30—40 м) еще несколько котловин, отличающихся по своему строению и генезису от выработанных в днище впадины. Это котловина Карасазаклы с абс. отметкой дна 16 м в юго-западной части Сарыкамыша на абс. отметках 30—40 м. Аналогичная котловина Тюнюкю — на восточном склоне, а на северном — котловины Северная и Малая Северная. Последние вдаются в плато Устюрт глубокими заливами и с трех сторон окружены чинками. К этой же категории нужно отнести ряд котловин, воронок, колодцев, находящихся вне Сарыкамыша на поверхности Устюрта вблизи чинка и на его останцах к юго-востоку от Сарыкамыша. Для них характерны вертикальные обрывистые склоны, сложенные известняками и мергелями миоцена.

К такому же типу форм относится обширная, но неглубокая впадина Ассак-Каудан, соединенная с Сарыкамышем узким понижением. Эта впадина вытянута в широтном направлении почти на 90 и в меридиональном — на 20—40 км. Ее обрамляют чинки и откосы Устюрта высотой 8—10 м. У их подножия прослеживаются береговые озерные песчано-галечные валы. Днище впадины неровное, сложено известняками и мергелями. На нем встречаются многочисленные низкие останцы и несколько плоскодонных котловин на абс. отметках 25—30 м.

Все эти котловины на первых стадиях формировались, очевидно, карстовыми процессами и наиболее интенсивно в период затопления этих пространств акчагыльским и апшеронским бассейнами. Но чисто карстовыми теперь можно считать лишь мелкие котловины, воронки, колодцы (аны) на Устюрте. Крупные же котловины и впадины, в том числе Ассак-Каудан, имеют более сложное карстово-дефляционное происхождение. Дефляционные процессы, естественно, развивались здесь лишь в пустынную фазу их существования. Те же из котловин, которые успели соединиться с Сарыкамышской впадиной, периодически затоплявшейся, подвергались дополнительно переработке процессами озерной абразии и аккумуляции.

Существование вблизи Сарыкамыша разнообразных котловин подтверждает ранее высказанное Н. П. Лупповым (1948) положение о роли карстовых процессов в происхождении Сарыкамышской впадины на

первых этапах ее формирования. Здесь отмечаются разные стадии развития отдельных котловин, последовательно причленявшихся к Сарыкамышской впадине, что приводило к постепенному ее расширению за счет Устюрта. Так, котловина Карасазаклы почти полностью вошла в границы Сарыкамышской впадины и была заливом древних озер, пока их уровень не упал ниже абс. отметок 35—40 м. Котловина Северная была заливом разновременных Сарыкамышских озер, пока они были на уровне выше 45—50 м, а позднее до уровня на отметках 35—40 м она затоплялась самостоятельным озером, питавшимся из Сарыкамыша по руслу, выработанному в склоне впадины. Впадина Ассак-Каудан заполнялась озером, соединявшимся с Сарыкамышем по узкому проливу на отметках более 52—53 м, а при более низком стоянии Сарыкамышского озера, на уровне 45—50 м, вода вливалась в нее также через выработанное русло.

Таким образом, когда тектонический прогиб на месте Сарыкамыша затоплялся водой, здесь шло выщелачивание известковых пород и образование котловины или, возможно, нескольких котловин, которые, постепенно расширяясь, объединились в единую впадину. Карстовые процессы развивались до тех пор, пока днище впадины не достигло поверхности олигоценовых глин. После этого основную роль в формировании впадины играли эолово-солончаковые процессы, которые и образовали все котловины в глиняном днище Сарыкамыша (Федорович, 1930а).

Сарыкамышская впадина возникла после миоцена. На это указывают следы ее затопления ачкагыльским и апшеронским морями. Последнее покрывало обширные пространства Устюрта, прилегающие к Сарыкамышу и Ассак-Каудану, до абс. отметок 75—80 м. В ранне- и среднеплейстоценовое время Сарыкамышская впадина была, по-видимому, сухой, и в ней господствовали субаэральные процессы; среди них определяющую роль играли эоловые процессы и прежде всего дефляция. Очевидно, именно тогда были сформированы котловины, приуроченные к чинкам Устюрта и к гряде Капыларкыр. Вертикальные чинки и крутые склоны гряды вызывали завихрения воздушных струй, что и обуславливало возникновение дефляции в этих местах.

Второе длительное затопление всей Сарыкамышской впадины, уже водами Амударьи, произошло в позднем плейстоцене и голоцене, когда уровень озера достиг абс. отметки 58 м. О размерах этого озера позволяет судить распространение характерных озерных отложений с раковинами пресноводных моллюсков *Dreissena polymorpha* Pall., *Theodoxus pallasi* Lindh., *Limnaea* sp., *Planorbis* sp. и галечные береговые валы с той же фауной. Валы тянутся у подножий чинков Устюрта и крупных останцовых возвышенностей к востоку от впадины.

При высоких уровнях (более 52—53 м абс.) вода из Сарыкамышского озера переливалась на юге в долину Узбой и текла в Каспий. Это обстоятельство важно отметить, потому что оно позволяет уточнить время существования в Сарыкамыше озера высокого уровня. Теперь уже достаточно определенно установлено, что Узбой функционировал как река в период глубокой регрессии Каспия, так как на восточном склоне Каспийской впадины обнаружено русло, продолжающее Узбой. Наиболее низкий уровень Каспия был во время Мангышлакской регрессии, предшествовавшей новокаспийской трансгрессии (8—9 тыс. лет назад, по Г. И. Рычагову, 1977). Следовательно, можно считать, что если Узбой в это время впадал в Каспий, то, значит, и Сарыкамышское озеро существовало на абс. отметках, превышавших 52—53 м.

Дальнейшая история Сарыкамыша восстанавливается при помощи археологических материалов (Низовья Амударьи, Сарыкамыш..., 1960). Последние указывают, что постоянное течение по Узбою было в IV—III тыс. до н. э., непостоянное — во II тыс. до н. э., а в I тыс. до н. э. оно прекратилось. Возобновился этот сток в IV—VI вв. и затем на весьма

короткое время — в конце XIV — начале XV вв. Более низкое стояние Сарыкамышского озера было в XIII в., когда его уровень не превышал отметки 50 м и течения по Узбою не было. В последующее время происходили прорывы вод Амударьи в Сарыкамыш лишь в периоды относительно редких, особенно многоводных паводков. Тогда покрывались водой частично или полностью Центральные Сарыкамышские котловины, которые быстро высыхали. Последние такие прорывы были в 1878 г., когда, по данным Х. В. Гельмана (1879), вода поднялась в этих котловинах на 8 м. В 1881 г. их исследовала экспедиция А. И. Глуховского (1893), который указывает, что площадь озер была около 130 кв. верст (148 км²), а глубина от 5,3 до 6,4 м. После высыхания этих озер почти все котловины были в основном сухими. Кратковременный прорыв отмечался также в 1930-х годах.

Современное Сарыкамышское озеро питается в основном сбросовыми и дренажными водами с левобережных полей Хорезмского оазиса. Этим оно отличается от прежних затоплений Сарыкамышской впадины, происходивших вследствие впадения в нее части, а периодически и всего стока Амударьи. Площадь этого озера достигала в 1976 г. 2 тыс. км², а максимальная глубина — не менее 40 м. Вода в нем слабосоленоватая у восточного берега, куда поступает сток, и наиболее соленая в центре. Степень засоления, возможно, обусловлена не только удаленностью от источников поступления в озеро относительно опресненной воды и испарением, но и примесью в центре озера горько-соленой воды из родника Гурлюксу.

Сток воды в оз. Сарыкамыш идет по так называемому Дарьялыкскому обводнительному каналу, для которого было использовано наиболее крупное и молодое русло Дарьялык. Это русло было сформировано в период образования древней Присарыкамышской дельты Амударьи. По нему происходил сток амударьинских вод и в средние века, и во время более поздних прорывов паводковых вод Амударьи. Теперь в него вливаются с юга, восточнее возвышенности Бутентау, также воды озерного коллектора «Дружба», собирающего дренажные воды более южных районов левобережного оазиса (Хорезмской и Ташаузской областей Туркменской ССР). Этот коллектор проложен по древнему руслу Присарыкамышской дельты — Даудану, соединенному теперь с Дарьялыком, а ранее самостоятельно впадавшему в Сарыкамыш.

В период формирования Присарыкамышской дельты, когда в Сарыкамыш впадала вся или почти вся Амударья, одновременно функционировало много дельтовых протоков, расходившихся от района г. Ташауза. По мере того как Амударья отдавала все больше воды в Аральское море, ее протоки на Присарыкамышской дельте отмирали. При этом раньше прекратилось течение по южным протокам, о чем наглядно свидетельствуют как расположение, так и различные гипсометрические уровни локальных небольших дельт отдельных протоков. Последние по мере движения к северу заканчивались на все более низких отметках восточного склона Сарыкамышской впадины. Так, дельта самого южного протока — Кангадарьи — расположена на абс. отметках 45—50 м, более северного — Даудана — на отметках 0÷—10, а Дарьялыка — 20÷—30 м. Таким образом, течение по Дарьялыку продолжалось еще и тогда, когда высыхающее Сарыкамышское озеро превращалось в остаточный водоем, заполнявший лишь отдельные, наиболее глубокие из Центрально-Сарыкамышских котловин. Этим объясняется то, что Дарьялык прорезал в толще аллювиально-дельтовых отложений Присарыкамышской дельты каньон глубиной до 60 м и шириной в прошлом 90—100 м. На склоне Сарыкамышской впадины глубина постепенно уменьшается; вблизи устья идет сейчас образование новой дельты. При этом подводная часть дельты увеличивается за счет подъема уровня озера.

Теперь сток по Дарьялыку заметно изменил морфологию его долины. Русло врезалось и расширилось. Подмыв берегов привел к тому, что склоны, сложенные рыхлыми песчано-глинистыми породами, обрушиваются крупными глыбами. Благодаря этому берега быстро раздвигаются, плоское дно долины уже расширилось местами до многих сотен метров. Вблизи чинка Устюрта у мыса Декча образовался водопад, ниже которого русло врезается в олигоценовые глины. Вблизи Дарьялыка на плоской поверхности древней дельтовой равнины активизировались суффозионно-просадочные процессы, так же как и подземная эрозия, что привело к образованию новых крупных воронок, слепых оврагов и других форм.

Объем стока, поступающего по Дарьялыку в Сарыкамыш, колеблется, но в общем он составляет около 4—4,5 км³/год. Такое количество воды превышает объем испарения с водной поверхности озера, и поэтому уровень его пока последовательно повышается, и озеро затопляет все новые площади Сарыкамышской впадины.

Образование такого обширного озера среди пустыни — явление само по себе как будто бы положительное. Но вместе с тем наполняющая Сарыкамыш вода могла бы обводнить современную, почти полностью высохшую дельту Амударьи, а также хоть в какой-то степени поддержать или замедлить резко понижающийся уровень Аральского моря. Поэтому направление сбрасываемого сейчас в Сарыкамыш дренажного стока в сторону Аральского моря было бы с точки зрения решения как экономических, так и экологических задач более правильным.

ЛИТЕРАТУРА

- Гельман Х. В. Исследование прорывов реки Аму-Дарьи, образовавшихся во время ее разлива летом в 1878 году. «Зап. Кавк. отд. РГО», т. X, вып. 3. Приложение. 1879.
- Герасимов И. П. Физико-географический очерк Сарыкамыша. «Тр. Ин-та геогр. АН СССР», вып. 35, 1940.
- Глуховский А. И. Пропуск вод реки Аму-Дарьи по старому руслу в Каспийское море. СПб., 1893.
- Кесь А. С. Развитие рельефа Сарыкамышской впадины. «Тр. Ин-та географии АН СССР», вып. 62, 1954.
- Конаевич Л. П. О тектонике и происхождении Сарыкамышской впадины. «Тр. Всес. Аэрогеол. треста Мин. геол. и охр. недр СССР», вып. 2, 1956.
- Луппов Н. П. О генезисе Сарыкамышской впадины. «Изв. РГО», т. 80, вып. 2, 1948.
- Низовья Амударьи, Сарыкамыш, Узбой. История формирования и заселения. Материалы Хорезмской экспедиции, вып. 3. Изд-во АН СССР, М., 1960.
- Рычагов Г. И. Плейстоценовая история Каспийского моря. Автореферат докт. дис. МГУ, 1977.
- Толстов С. П., Кесь А. С., Жданко Т. А. История средневекового Сарыкамышского озера. В сб. «Вопросы геоморфологии и палеогеографии Азии». М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Туголесов Д. А. Геологический очерк Сарыкамышской впадины. В кн. «Вопросы геологии Азии», т. II. М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Федорович Б. А. Материалы по морфологии Каракумов. В сб. «Каракумы», Матер. Комис. экспедицион. исслед., вып. 20, 1930 а.
- Федорович Б. А. К геологии западных Каракумов. В сб. «Каракумы», Матер. Комис. экспед. исслед., вып. 29, 1930б.
- Ямнов А. А. О признаках обводнения Сарыкамышской котловины в средние века и в возрасте сарыкамышских отложений с *Cardium edule* L. «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», № 4, 1953.

A. S. KES

Summary

The Sarykamysh is one of largest desert depressions of the Middle Asia, which was filled with the Amu-Darya water more than once throughout the Pliocene — Holocene. During Early and Middle Pleistocene as well as during last 350 years it was dry and modelled by arid processes. Since late 1950th a disposal (mostly of waste waters) began from fields of the left-bank Khoresm oasis. At present a lake has been created within the Sarykamysh depression of about 2000 sq. km area and up to 40 meters depth, the water being brackish. The inflow of water still exceeds the loss through evaporation, therefore the lake area is gradually increasing.

УДК 551.435.126(282.243.7)

В. И. КРАВЦОВА, Л. А. УШАКОВА, Т. И. ЧЕКАЛИНА

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Космические снимки благодаря большой обзорности, единовременности охвата съемкой значительных территорий и возможности регулярного повторения съемок представляют ценный материал для изучения динамики многих природных объектов, в том числе дельтовых областей. Примером успешного использования космических снимков в этих целях может служить изучение динамики ландшафтов западного Прибалхашья и дельты р. Или (Николаев и др., 1976). В настоящей работе для изучения динамики дельты Дуная — одной из крупнейших дельтовых областей мира, подвергающейся интенсивному сельскохозяйственному освоению, — использованы снимки с американского ресурсного спутника «Ландсат-1» (ЕРТС) м-ба 1:1000 000, сделанные 4 сентября 1972 г. в четырех спектральных диапазонах: 0,5—0,6; 0,6—0,7; 0,7—0,8; 0,8—1,1 мкм (рис. 1).

На снимках хорошо видны три главных рукава Дуная, называемые «гирлами» — северное, Килийское гирло, по которому осуществляется сейчас основной транзит твердого и жидкого стока Дуная; средний, Сулинский рукав, спрямленный для судоходства в 1867—1895 гг., углубленный и обвалованный; южное, Георгиевское гирло. Все три рукава четко выделяются черным фототонном на снимках в инфракрасных зонах (0,7—0,8 и 0,8—1,1 мкм) и имеют на снимках в видимом спектральном диапазоне (0,5—0,6 и 0,6—0,7 мкм) светлый тон изображения, что связано с очень большой мутностью воды. По измерениям на момент съемки, выполненным Измаильской обсерваторией, она составляла в Очаковском рукаве Килийского гирла более 280 г/л.

По снимкам четко разделяются две крупные части дельты: древняя и более молодая, границей между которыми служит полоса береговых валов, сложенных песком с ракушкой (Самойлов, 1952; Р. Cotet, 1973). Светлая четкая линия бывших береговых валов-баров и серии кулисообразно расположенных баров, фиксирующих постепенное отступление береговой линии, особенно хорошо выделяются на снимке в зоне 0,6—0,7 мкм, где светлый тон изображения песков достаточно резко контра-