

- Блискавка А. Г., Иванчук П. П., Одаев К. Е., Рубан В. И., Хуснутдинов З. Б.* Древняя гидрографическая сеть Каракумской платформы, связанная с многократными прорывами мезозойских вод. «Изв. АН СССР. Сер. геол.», № 8, 1966.
- Журавлев В. С., Соловьев В. А.* Основные черты доакчагыльского рельефа Северо-Востока Прикаспийской низменности. «Сов. геол.», № 12, 1968.
- Луппов Н. П.* О среднеплиоценовом этапе в геологической истории Закаспия. «Тр. ВСЕГЕИ», т. 109. Л., Гостоптехиздат, 1963.
- Милановский Е. Е.* К палеогеографии Каспийского бассейна в среднем и начале позднего плиоцена (балаханский и акчагыльский века). «Бюл. МОИП. Отд. геол.», т. 38, № 3, 1963.
- Раевский М. И.* Основные черты палеогеографии Восточной Туркмении в позднеплиоценовое время. «Сов. геол.», № 9, 1969.
- Раевский М. И.* Грубообломочная пачка тахтабазарской свиты в долинах палео-Амударьи и палео-Мургаба. «Изв. АН Турк. ССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук», № 3, 1971.
- Раевский М. И., Окушко В. Б.* Мургабский залив Акчагыльского моря. «Изв. АН Турк. ССР. Сер. физ.-техн., хим. и геол. наук», № 3, 1964.
- Семенов А. Ф., Жданов Б. П., Спивак Ю. С., Фартуков М. М.* Глубинные разломы юга Туркмении. «Сов. геол.», № 5, 1969.
- Федорович Б. А.* Древние реки в пустынях Турана. В сб. «Матер. по четверт. периоду СССР», вып. 3. Изд-во АН СССР, 1952.
- Яншин А. Л.* Геология Северного Приаралья. Стратиграфия и история геологического развития. В сб. «Матер. к познанию геол. строения СССР», нов. серия, вып. 15 (19). М., Изд-во МОИП, 1953.

ТуркменНИГРИ

Поступила в редакцию  
6.I.1975

## PRE-AKCHAGYLIAN BURIED DRAINAGE NETWORK OF KARA KUM

M. I. RAJEVSKY, A. F. SEMENTSOV, M. M. FARTUKOV

### Summary

Ramified paleo-drainage of Pre-Akchagylia age is discussed, which had been buried under Pliocene-Quaternary deposits at the sand plains of Low and South-Eastern Kara Kum. Main valley was paleo- Amu Darya, which crossed Kara Kum from East to West and had several left tributaries (paleo-Balkh, paleo-Murgab, paleo-Tedgen etc.). Right tributaries have not been known yet. Studies of ancient valley pattern in Turkmenistan are of importance for geological prospecting, fresh water and hydrocarbons in particular.

УДК 551.468.3 : 551.4.012(268.53)

Л. В. ТАРАКАНОВ, В. Н. НОВИКОВ

## ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНОГО (ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО) МЕТОДА К ОЦЕНКЕ ВОЗРАСТА БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ В ВАНЬКИНОЙ ГУБЕ

Ванькина губа моря Лаптевых представляет несомненный интерес в связи с происходящим в ее акватории россыпеобразованием. Непременным условием правильного понимания этого процесса является изучение геоморфологической истории самой губы, в том числе времени ее возникновения. Так, в 1971 г. было установлено, что в эрозионную ванну губы море ингрессировало совсем недавно (Тараканов, Бирюков, 1974). Поэтому неверно распространять очевидный прибрежно-морской

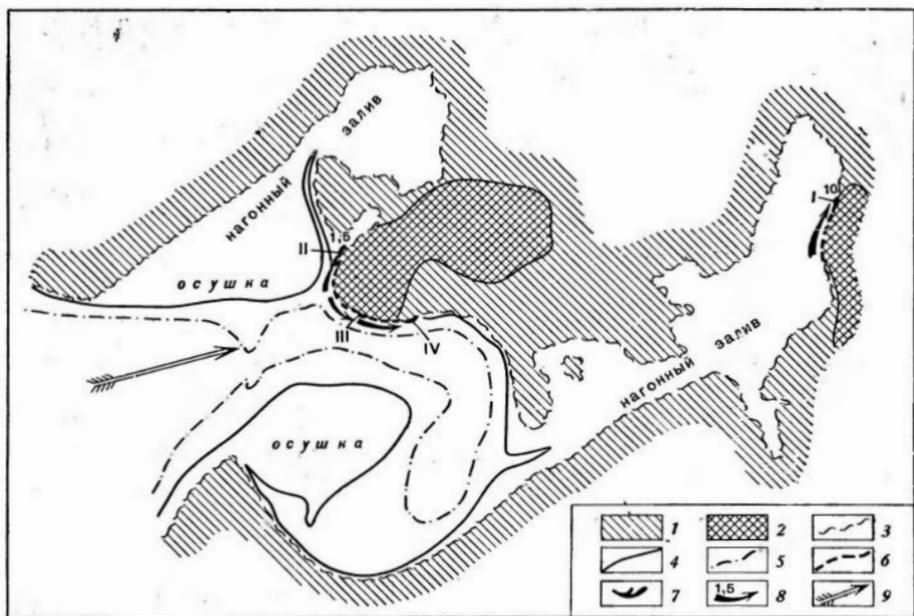


Схема расположения морских кос в Ванькиной губе и ее нагонных заливах

1 — прибрежная равнина; 2 — массивы сопок; 3 — урез максимального уровня водного зеркала губы, 4 — среднего, 5 — минимального; 6 — галечно-щебнистые пляжи; 7 — галечно-щебнистые волноприбойные косы и их абс. высоты, м: I — Тундровая, II — Усть-Чокурдахская, III — Натина, IV — Восточная; 8 — направление вдольберегового потока наносов; 9 — ветровая равнодействующая за волновой период

генезис формирующейся у подножия сопки Б. Чокурдах пляжевой россыпи на всю Чокурдахскую подводную россыпь, а тем более приписывать ей условия формирования, близкие современным, как это делали, например, К. С. Агеев и др. (1969, 1970).

Первая попытка оценить возраст акватории губы (не древнее 4—5 тыс. лет) основывалась на одной радиоуглеродной датировке и косвенных геоморфологических наблюдениях. В 1972 г. был собран дополнительный полевой материал, позволяющий оценить время установления береговой линии в Ванькиной губе уже прямым расчетом, в основу которого положены следующие факты и соображения.

Из семи галечно-щебнистых кос Ванькиной губы и ее нагонных заливов три (Усть-Чокурдахская, Натина и Восточная) соединены у подножия сопки Б. Чокурдах непрерывным галечно-глыбово-щебнистым пляжем, а Тундровая продолжает галечно-щебнистый пляж у подножия северо-западного отрога хр. Хаарстан (см. рисунок). Обломочный материал, в том числе и галька, поступает на пляжи из абрадируемых склоновых отложений и в самой незначительной степени — за счет абразии коренных пород, раздробленных морозным выветриванием. Остальные три косы, расположенные на восточном берегу губы, детально нами не обследовались, источники слагающего их материала не вполне ясны.

Косы Восточная и Усть-Чокурдахская имеют последовательно нараставшиеся, загигающиеся к берегу боковые отростки. Отростки более молодые, как правило, заметно выше предыдущих, а основания самых старых отростков Восточной косы даже пересыпаны надвинувшимся ее гребнем. Это показывает, что косы формировались при практически непрерывном повышении уровня водного зеркала губы.

Косы Натина и Восточная находятся у уреза воды обычного (среднего, нулевого) уровня; Усть-Чокурдахская — на 1—1,5 м выше; Тунд-

ровая, отсыпанная в куту Харыстахского нагонного залива прямо по поверхности тундры,— у десятиметровой изогипсы<sup>1</sup> (рисунок). Совершенно ясно, что эта коса, находящаяся на пределе досягаемости штормового волнения катастрофических нагонов, не могла начать формироваться прежде чем уровень воды в губе не занял свое теперешнее положение. Ясно также, что находящаяся на промежуточном уровне Усть-Чокурдахская коса должна быть старше Тундровой, но моложе Натинной и Восточной. И наконец, кажется вполне допустимым, что косы Натина и Восточная начали формироваться при более низком уровне моря, скажем, на 2—3 м, когда Чокурдахско-Харыстахский залив губы (рисунок) был еще ее нагонным заливом, подобно теперешним Чокурдахскому и Харыстахскому. Говоря иначе, косы Натина и Восточная — *старшие*, а коса Тундровая — *младшая современницы* сегодняшней береговой линии (=акватории) залива и, зная их возраст, мы получили бы ранний и поздний пределы интервала времени ее установления. Возраст же кос, точнее, время необходимое на их отсыпку, можно рассчитать, зная их объемы, а также энергию, продолжительность и повторяемость наносодвижущего волнения.

Исходной формулой расчета этого времени, очевидно, может быть принята

$$t = A/M, \quad (1)$$

где  $A$  — работа, необходимая для перемещения береговых наносов в количестве полного объема косы, а  $M$  — среднесуточная работа волнения, обеспечивающая годовую мощность берегового потока наносов.

$$A = PL = \rho_k V_k L, \quad (2)$$

где  $P$  — вес материала косы,  $\rho_k$  — его объемный вес ( $2 \text{ т/м}^3$ ),  $V_k$  — объем косы,  $L$  — длина пути перемещения береговых наносов за створом, после которого происходит их устойчивая аккумуляция (Попов, 1972). Практически это расстояние от корня косы до центра ее массы, приближенно — половина длины косы.

Во всех вариантах энергетического метода оценки вдольбереговых перемещений наносов (Лонгинов, 1966а, б) определяется не сама  $M$ , а определяющая ее величина вдольберегового потока волновой энергии  $T$ :

$$M = KT. \quad (3)$$

Коэффициент пропорциональности  $K$  в этом выражении — так называемый коэффициент переноса — зависит от целого ряда трудно учитываемых факторов: интенсивности поступления наносов в зону перемещения, их крупности и однородности, крутизны пляжа, величины потерь материала за счет истирания и др. — и всегда меньше 1. Поэтому выражение

$$t = A/T. \quad (4)$$

определяет не истинное, а минимально возможное, заведомо заниженное значение времени отсыпки кос. Для песка  $K$  может составлять 0,1—0,2, для более крупных наносов он не определялся. Однако установлен-

<sup>1</sup> Это очень высокое положение. Расчет по рекомендованной «Техническими условиями определения волновых воздействий...» (1960) формуле высоты нагона:

$$H = K \frac{V^2 D}{2gH_0} \cos \alpha,$$

где  $V$  — скорость ветра,  $\text{м/сек}$ ;  $D$  — длина оси водоема,  $\text{км}$ ;  $H_0$  — глубина водоема,  $\text{м}$ ;  $\alpha$  — угол между осью водоема и направлением нагонного ветра;  $K$  — эмпирический коэффициент, равный для наших условий 0,012, дает величину 7—8 м. Очевидно, нужна проверка нивелирным ходом.

ная закономерность увеличения коэффициента переноса с увеличением размера частиц (Ингл, 1971) и некоторые теоретические соображения (Попов, 1972) позволяют для условий Ванькиной губы принять его значение в пределах 0,2—0,3.

Интенсивность вдольберегового перемещения наносов пропорциональна алгебраической сумме вдольбереговых составляющих потока энергии волн всех эффективных направлений:

$$T = \Sigma E_{\alpha} \rho_{\alpha} f(\varphi), \quad (5)$$

где  $E_{\alpha}$  — поток энергии волнения каждого эффективного румба;  $f(\varphi) = \sin \varphi \cos \varphi$  — коэффициент, учитывающий угол подхода волн к линии берега и потери  $E_{\alpha}$  за счет рефракции волн;  $\rho_{\alpha}$  — продолжительность (повторяемость) волнения (или ветра) определенных румбов в год за безледный период.

Линейная теория волн величину секундного потока волновой энергии на погонный метр фронта подходящей к берегу волны мелководья определяет как

$$E = \frac{1}{16} \rho g \frac{h^2 \lambda}{\tau} \left[ 1 + \frac{4\pi \frac{H}{\lambda}}{\text{Sh} 4\pi \frac{H}{\lambda}} \right]. \quad (6)$$

Подставляя это выражение в (5), получаем окончательную расчетную формулу для вдольберегового потока волновой энергии:

$$T = \Sigma \frac{1}{16} \rho g \frac{h^2 \lambda}{\tau} \left[ 1 + \frac{4\pi \frac{H}{\lambda}}{\text{Sh} 4\pi \frac{H}{\lambda}} \right] \rho_{\alpha} \sin \varphi \cos \varphi, \quad (7)$$

где  $\rho$  — весовая плотность морской воды,  $g$  — ускорение силы тяжести (9,81 м/сек<sup>2</sup>),  $h$  — высота,  $\lambda$  — длина,  $\tau$  — период волны и  $H$  — глубина в зоне разрушения волн.

Ванькина губа представляет полузамкнутый бассейн с собственным режимом волнения, определяемым прежде всего ее малыми глубинами. Средние глубины Чокурдахско-Харыстахского залива всего 1,5—2 м и только в узком желобе фарватера они достигают 4,5—6 м; во время сгонов при сильных юго-восточных ветрах от залива по существу остается только этот желоб (рисунок). В связи с этим массовое перемещение галечно-щебнистого материала пляжей и кос происходит лишь во время достаточно больших нагонов в губу. Это обстоятельство не позволяет использовать для расчета данные о повторяемости ветров из «Справочника по климату СССР» (1967) и заставило обратиться к оценкам повторяемости и продолжительности штормовых нагонов.

Нагоны создаются в «мешке» Янского залива устойчивыми северо-западными и западными ветрами со скоростью 18—20 м/сек и более и продолжительностью не менее 15 час. Длительность нагонов, т. е. время стояния максимального уровня, составляет от нескольких часов до двух суток, в среднем около 15 час.; это значение мы и принимаем для расчета. Для катастрофических нагонов характерен усиливающийся во времени ветровой поток, достигающий 26—34 м/сек. Максимальный уровень нагона из-за инерции водной массы запаздывает по отношению к пику скорости ветра на 12—15 час., поэтому он зачастую устанавливается при ветре, уже ослабевшем или изменившем направление (Муштафин, 1961). Средней расчетной скоростью ветра для нагонов высотой 1—4 м в первом приближении можно принять 20 м/сек, для максимальных нагонов — 25 м/сек.

Высота заплеска штормовых волн при нагонах в Ванькиной губе достигает 5,5, а в Харыстахском нагонном заливе (коса Тундровая) —

приблизительно 10 (не менее 7—8) м над ур. моря. Такой аномально высокий уровень объясняется, по-видимому, гидрографическими особенностями: Ванькина губа и ее нагонный залив представляют собой мелководную воронку, расширяющуюся навстречу западным нагонным ветрам (рисунок). Но если при максимальном нагоне средняя глубина Чокурдахско-Харыстахского залива губы составляет 7 м, то в Харыстахском нагонном заливе она не превышает 2 м. Глубины от 2 до 7 м и приняты для расчета энергии волнения, формирующего косы. Расчет энергии приведен в табл. 1. Параметры волнения, соответствующие ука-

Таблица 1

Энергия волнения при различных уровнях водного зеркала в Ванькиной губе

| Скорость ветра, м/сек | Глубины Н, м | Параметры волнения |            |                | Энергия волнения        |                         |
|-----------------------|--------------|--------------------|------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
|                       |              | высота h, м        | длина λ, м | период, τ, сек | Е <sub>н</sub> , тм/сек | Е <sub>н</sub> , тм/час |
| 25                    | 2,0          | 0,56               | 8,2        | 2,6            | 0,15                    | 540                     |
| 25                    | 5,0          | 0,94               | 16,5       | 3,8            | 0,46                    | 1656                    |
| 25                    | 7,0          | 1,19               | 22,3       | 4,5            | 0,84                    | 3024                    |
| 20                    | 2,5          | 0,57               | 9,9        | 2,9            | 0,13                    | 468                     |
| 20                    | 3,0          | 0,64               | 11,2       | 3,1            | 0,17                    | 612                     |
| 20                    | 4,0          | 0,74               | 13,9       | 3,5            | 0,25                    | 900                     |
| 20                    | 5,5          | 0,88               | 16,6       | 3,9            | 0,38                    | 1368                    |

занным глубинам и скоростям ветра 20 и 25 м/сек, определены с помощью номограмм «Руководства по расчету параметров ветровых волн» (1969). Натурные наблюдения в Ванькиной губе при обычных условиях и при нагонах до 1,5 м показали хорошее совпадение расчетных и наблюдающихся параметров волн.

Уровневые наблюдения на ближайших к Ванькиной губе полярных станциях Святой Нос, Юэдей и Буорхая показывают, что нагоны с подъемом уровня до 1 м повторяются примерно два раза в год, до 1,5 м — раз в год, до 2,5 м — раз в два — три года, до 4 м — раз в 10 лет. Повторяемость катастрофических (максимальных) нагонов оценить труднее, так как она не обеспечена достаточным рядом наблюдений. За 20 лет наблюдений на станции Святой Нос зарегистрирован всего один подъем уровня на 5,2 м выше среднемесячного: 15—16 сентября 1958 г. (Мустафин, 1961). Кроме того, экспедиция К. А. Воллосовича в 1908 г. отметила свежий плавник на берегу Эбеляхской губы на высоте 6 м над ур. моря (Труды комиссии..., 1930). Таким образом, можно принять, что максимальные нагоны повторяются не реже одного раза в 50 лет, имея при этом в виду возможность ошибки  $\pm 20$  лет.

Тундровая коса формируется только во время максимальных нагонов, причем продолжительность стояния нагонного уровня здесь меньше, чем в самой губе: 12 час. против 15; Усть-Чокурдахская — максимальными, 4- и 2,5-метровыми, — соответствующие расчетные глубины 5; 3,5 и 2,5 м; нагоны меньше 2,5 м не достигают или едва достигают ее. Косы Натина и Восточная формируются всеми нагонами выше метрового уровня; соответствующие нагонным уровням расчетные глубины — 7; 5,5; 4; 3 и 2,5 м.

Средний угол подхода волн к берегу определялся для каждой косы относительно равнодействующей западных нагонных ветров — 260°. Все расчетные данные сведены в табл. 2.

Полученный временной ряд — 1,5; 3,2; 2 и 7,5 тыс. лет — вполне отвечает относительной возрастной последовательности и геоморфологической позиции этих четырех кос. Даже кажущееся несоответствие времени формирования Натинной косы — всего 2 тыс. лет — подтверждает

Время, необходимое для формирования кос Ванькиной губы

| Косы                     | Суммарная работа, затраченная на перемещение материала кос |                             |            | Интенсивность вдольберегового потока волновой энергии |  |                                      |  |             |           |      | t=A/T, лет | С учетом K=0,2—0,3, лет |
|--------------------------|--|-----------------------------|------------|---|--|--------------------------------------|--|-------------|-----------|------|------------|-------------------------|
|                          | Вес перемещенного материала P, т                           | Расстояние перемещения L, м | A=PL, тм   | Нагоны, м   | Среднегого-летняя продолжительность R, час/год | E <sub>H</sub> (см. табл. 1), тм/час | Годовая энергия волнения ΣE=ΣpE, тм/год            | sin φ cos φ | T, тм/год |      |            |                         |
| Тундровая, φ=45°         | 300  | 75                          | 22 500     | Макс.   | 0,24   | 540                                  | 130  | 0,5         | 65        | 346  | 1440±290   |                         |
| Усть-Чокурдахская, φ=65° | 9 000  | 150                         | 1 350 000  | Макс.<br>4<br>2,5                                     | 0,3<br>1,5<br>6,0                              | 1656<br>900<br>468                   | 497<br>1 350<br>2 808<br>4 655                     | 0,38        | 1 769     | 763  | 3180±540   |                         |
| Натина, φ=50°            | 51 600   | 150                         | 7 740 000  | Макс.<br>4<br>2,5<br>1,5<br>1,0                       | 0,3<br>1,5<br>6,0<br>15,0<br>30,0              | 3024<br>1368<br>900<br>612<br>468    | 907<br>2 052<br>5 400<br>9 180<br>14 040<br>31 579 | 0,49        | 15 474    | 500  | 2085±415   |                         |
| Восточная, φ=25°         | 72 000   | 300                         | 21 600 000 | То же, что и для Натинной косы                        |  |                                      | 31 579   | 0,38        | 12 000    | 1800 | 7500±1500  |                         |

«чувствительность» метода: эта коса — примкнувшая форма, по которой давно осуществляется транзит материала в Восточную косу.

Какова точность полученных временных оценок? Полагая, что нынешние климатические и гидрологические условия существовали в продолжение всего расчетного периода (допущение, избежать которого мы не можем), ошибки в определении возраста кос нужно ожидать в основном в связи с неизвестностью точного значения коэффициента переноса; величина ее может достигать 20%. Кроме того, учитывая, что повторяемость максимальных нагонов скорее занижена, чем завышена, возраст Тундровой косы должен определяться более широкой временнойвилкой: 1—2 тыс. лет; вклад этих нагонов в формировании остальных кос, как видно из табл. 2, невелик.

Таким образом, можно считать, что Чокурдахско-Харыстахский залив Ванькиной губы образовался не ранее, чем 9, и не позже, чем 1 тыс. лет назад, а если принять средние значения возраста кос, то в интервале между 7,5 и 1,5 тыс. лет. Нулевой уровень моря в Ванькиной губе за это время поднялся на 2 м, следовательно, вертикальная скорость ингрессии в этот период составляла 0,33 м в тысячелетие (0,3 мм/год). Следует отметить, что обе наши оценки, выполненные независимыми методами на конкретном местном материале, очень близки и что они хорошо согласуются с современными представлениями о времени и скорости голоценовой (фландрской) трансгрессии (Каплин, 1973).

В заключение подчеркнем возможность решения на этом материале и ряда обратных задач, в частности, определения значений коэффициента переноса. Для этого необходимо получение ряда радиоуглеродных датировок отложений, погребенных косами, прежде всего Тундровой.

- Агеев К. С., Андреев С. И., Иванов О. А., Ли Ю. А., Семенов Н. П. Условия формирования россыпей олова в донных отложениях акватории Ванькиной Губы моря Лаптевых. В кн. «Проблемы геологии россыпей (Тезисы докл. III Всес. совещ. по геологии россыпей)». Магадан, 1969.
- Агеев К. С., Андреев С. И., Семенов Н. П., Ли Ю. А. Условия формирования россыпей олова в пределах акватории Ванькиной губы (море Лаптевых). В кн. «Проблемы геологии россыпей». Магадан, 1970.
- Ингл Дж. Движение пляжевых песков. Л., Гидрометиздат, 1971.
- Каплин П. А. Новейшая история побережий Мирового океана. М., Изд-во МГУ, 1973.
- Лонгинов В. В. Энергетический метод оценки вдольбереговых перемещений наносов в береговой зоне моря. «Тр. Союзморниипроекта», вып. 12 (18), 1966а.
- Лонгинов В. В. Обзор методов расчета вдольберегового перемещения наносов в береговой зоне моря. «Тр. Союзморниипроекта», вып. 14 (20), 1966б.
- Мустафин И. В. О катастрофических нагонах в юго-восточной части моря Лаптевых. «Проблемы Арктики и Антарктики», вып. 7, 1961.
- Попов Б. А. Расчет коэффициента аккумуляции морских прибрежных наносов. В сб. «Процессы развития и методы исследования прибрежной зоны моря». М., «Наука», 1972.
- Руководство по расчету параметров ветровых волн. Л., Гидрометиздат, 1969.
- Справочник по климату СССР, вып. 24. Ветер. Л., Гидрометиздат, 1967.
- Тараканов Л. В., Бирюков В. Ю. Геоморфологические признаки современной ингрессии моря Лаптевых в районе п-ова Широкостан. «Геоморфология», № 4, 1974.
- Технические условия определения волновых воздействий на морские и речные сооружения и берега. СН 92-60. М., Гос. изд-во лит. по строит., архитект. и стройматер., 1960.
- Труды Комиссии по изучению Якутской АССР, т. 15. М., Изд-во АН СССР, 1930.

Географический факультет  
Московского государственного  
университета

Поступила в редакцию  
12.VI.1974

## APPLICATION OF CALCULATION (ENERGETIC) TECHNIQUE TO THE ESTIMATION OF THE LAPTEV SEA SHORELINE AGE AT THE VANKINA GUBA

L. V. TARAKANOV, V. N. NOVIKOV

### Summary

The moments, when the shoreline has not yet got and already got its present position, are assumed to be dated by age of spits situated within the bay and its inlets at various height from 0 to 10 meters a. s. l. The spits age defined as time interval which is necessary for the spit accumulation was calculated on the base of the spit volume and energy, duration, and frequency of sediment-moving waves within the bay. The calculation was complicated by special hydrological conditions of the bay, by very high level of storm surges in particular. An uncontradictory time series has been deduced, its average values being from 7,5 to 1,5 thousand years. The reference sea level at the Vankina Guba bay rose for two meters within the time interval.

УДК 551.4

Г. Ф. У Ф И М Ц Е В

## ИЗУЧЕНИЕ ПЛАНОВОГО РИСУНКА РЕЧНОЙ СЕТИ ПРИ МОРФОСТРУКТУРНОМ АНАЛИЗЕ

Рисунок современной речной сети обладает многими качествами, позволяющими широко использовать его анализ при различных морфоструктурных исследованиях. Он непосредственно связан с элементами морфоструктуры и историей их развития. В большинстве случаев речная