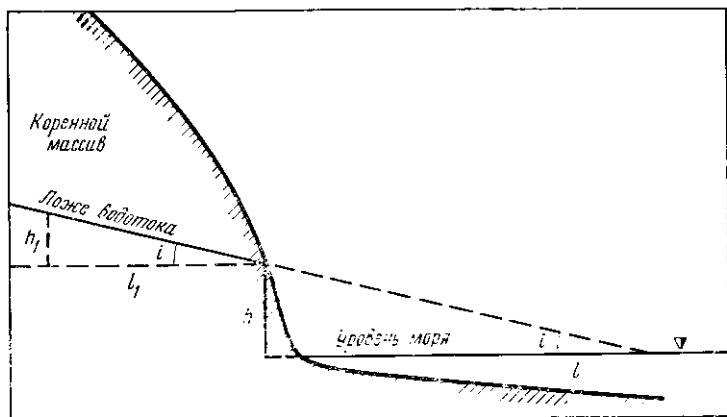


Э. А. КУДУСОВ

О СУММАРНОЙ ВЕЛИЧИНЕ И СКОРОСТИ АБРАЗИИ
ФИОРДОВОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ В ГОЛОЦЕНЕ

Фиордовое побережье Камчатки испытывало интенсивную абразию на протяжении всего голоцена. На это указывают прежде всего высокие (до 900 м) береговые обрывы, секущие горный рельеф с плейстоценовыми ледниковыми формами, которые в период образования отстояли далеко от береговой зоны. Об отступании открытых берегов фиордового побережья Камчатки говорят также многочисленные кекуры — останцы,



Графический вариант расчета величины абрадированного берега

сохранившиеся в результате селективной деятельности волн и отстоящие от берега на расстоянии до 1,5—2 км, при наибольшей густоте их распространения у береговой полосы. На продолжение интенсивной абразии в настоящее время указывают свежие клифы обвально-осыпного характера и дефицит береговых наносов, проявляющийся в отсутствии пляжа на открытых берегах (при столь мощных источниках склонового поступления!). Непрерывающееся отступление внешних берегов побережья привело к тому, что в некоторых местах стали размываться кутовые части бухт (Березовая, Опасная и др.), либо расположенные в них пересыпи (Тихая, Саботажная, Фальшивая и др.). Это происходит в результате «приближения» указанных участков к устьям бухт в связи со срезанием входных мысов. Наконец, о быстром отступании внешних берегов свидетельствуют многочисленные висячие устья водотоков с высотой водопадов до 100 м и более.

Наличие висячих долин на открытых берегах морей говорит о преобладании скорости абразии над скоростью врезания водотоков (Леонов, 1961). Однако автором было замечено, что высота водопада при прочих равных условиях зависит еще и от уклонов русла ручья: чем больше уклоны, тем выше водопад. Сравнение и анализ морфологии висячих долин фиордового побережья Камчатки натолкнуло на мысль о возможности реконструировать тот контур береговой линии, который существовал до образования висячих долин. За начало процесса формирования висячего устья нужно принимать фазу стабилизации уровня Мирового океана в послеледниковое время около 6000 лет назад, по К. К. Маркову и др. (1968), поскольку при быстро трансгрессирующем

море процесс образования висячих устьев не происходит. Море в этих условиях подтопляет возникающие уступы в устьях рек.

Чтобы рассчитать ширину полосы абрадированного берега, начнем со следующего графического построения (рисунок). Учитывая уклоны водотока, продолжим линию его продольного профиля от вершины водопада до пересечения с уровнем моря. Решая таким образом задачу на подобие треугольников, составляем отношение $h_i/l_i = h/l$ (обозначения на рисунке). Но h_i/l_i — это уклон i -водотока, тогда $h/l = i$, а отсюда

$$l = h/i \quad (1)$$

Это и есть искомая величина. Зная теперь ширину зоны отступившего берега l , мы легко можем рассчитать среднюю скорость абразии берега

$$A_\delta = \frac{l}{t} = \frac{l}{6000} \text{ м/год} \quad (2)$$

В таком виде формула применима для берегов океанов и морей с ними связанных.

Однако, если мы будем принимать в расчетах h высоту водопада, неизменную во времени, то рискуем получить неверные результаты. Участок берега, где располагается водоток, мог испытывать вертикальные перемещения под влиянием тектонических сил. Кроме того, водоток углублял свое русло, тем самым понижая реальную высоту водопада. Следовательно, чтобы восстановить ширину зоны отступившего берега, требуется принять в расчет оба указанных фактора. Если берег поднимается, то тектоническое приращение высоты водопада h_i находим простым умножением скорости поднятия на время (6000 лет). Полученное приращение h_i при расчетах вычитается из реальной высоты водопада h , так как 6000 лет назад берег был ниже на эту величину. При поднимающемся берегу «тектоническая поправка» будет иметь отрицательный знак, при опускающемся — положительный.

Существующие точные способы определения скорости эрозионного вреза очень сложны и требуют полевых наблюдений. Однако для получения общих соображений, вопрос можно упростить. Как отмечалось выше, для образования висячего устья недостаточно одного лишь преобладания скорости абразии над скоростью эрозии. Для каждого конкретного уклона водотока существуют свои вполне определенные соотношения. Например, если уклон водотока равен 0,1, где $l > h$ в 10 раз, то скорость абразии должна превосходить скорость эрозии более чем в 10 раз. Только в этом случае образуется висячее устье.

В общем виде можно считать, что висячее устье на берегах водоемов (озер, водохранилищ, морей и океанов) образуется лишь в том случае, если скорость абразии берега больше скорости глубинной эрозии водотока в $\frac{1}{i} = k$ раз. Коэффициент k в данном случае отражает условия воз-

никновения конкретного водопада. При преобладании абразии над эрозией только в $1/i$ раз водопад еще не образуется. Следовательно, $k > 1$, и чем больше k , тем выше водопад.

Отношение k/i показывает, во сколько раз абразия превосходит по скорости эрозию. Поэтому, зная величину абразии, мы узнаем и величину эрозии за тот же промежуток времени. Для этого величину абразии l , полученную по формуле (1), делим на отношение k/i .

$$h'' = li/k \quad (3)$$

Полученная величина и есть эрозионное приращение. Оно всегда имеет положительный знак.

Таким образом, после уточнения h расчет l производится заново, с учетом на этот раз и эрозионной поправки.

В качестве примера можно привести долину безымянного ручья в 0,4 км от м. Полосатого. Средний уклон его равен 0,03, а высота водопада — 65 м. Тектоническая поправка нами принимается равной примерно 10 м и с отрицательным знаком, так как берег поднимается со скоростью порядка 1,5—2,5 мм/год (Кудусов, 1967). Величина l , рассчитанная без учета эрозионной поправки, равна 1800 м. Для нахождения эрозионной поправки h'' принимаем k^1 равным 2,5. Тогда h'' по формуле (3) получается равным 22 м. После уточнения h снова высчитываем по формуле (1) общую величину абразии, которая составляет 2,5 км. Отсюда узнаем и среднюю скорость абразии берега по формуле (2), которая равна 0,4 м/год.

Полученные цифры репрезентативны для всего фиордового побережья Камчатки. Они хорошо согласуются с результатами, полученными при геоморфологических исследованиях. Использование изложенного метода требует внимательного подхода к определению уклонов водотока. Данные по уклонам, как правило, оказываются завышенными, так как мы определяем средние уклоны только по верховьям ручьев из-за отсутствия их бывших низовьев. Вследствие этого величины абразии окажутся меньше реальных. Исследователь должен учитывать этот фактор и вводить соответствующие коррективы по аналогии со смежными водотоками.

ЛИТЕРАТУРА

- Кудусов Э. А. Опыт определения современных вертикальных тектонических движений геоморфологическим методом. «Вопр. географии Камчатки», вып. V, изд. Камчат. отд. Геогр. общ. СССР, Петропавловск-Камчатский, 1967.
 Леонтьев О. К. Основы геоморфологии морских берегов. Изд-во МГУ, 1961.
 Марков К. К., Величко А. А., Лазуков Г. И., Николаев В. А. Плейстоцен. М., «Высшая школа», 1968.

Казанский университет

Поступила в редакцию
27.VI.1973

ON THE TOTAL VALUE AND RATE OF ABRASION OF KAMTCHATKA FJORD SHORES AT HOLOCENE

E. A. KUDUSOV

Summary

At abrasion coasts hanging valleys and waterfalls result from intensive shoreline retreat, the abrasion rate many times exceeding rate of river-bed erosion. Width of eroded coast zone can be defined from expression: $l=h/i$, where h is height of waterfall and i —stream slope. Mean abrasion rate is calculated as $A_b=l/6000$. Considering the hanging mouth to develop simultaneously with tectonic vertical movement and deepening of stream bed, corrections are made in the calculated value of « h ». A tectonic correction is defined as tectonic vertical movement rate multiplied by 6000 years (time of post-glacial relative stabilization of the World Ocean level); erosion correction is calculated from the formula $h''=li/K$, where K is empirical coefficient determined by analogy with adjacent streams.

¹ k — эмпирический коэффициент.