

PRINCIPAL METHODS OF STUDIES OF DRAINAGE BASINS
SUBMITTED TO LANDSLIDES AND MUDFLOWS

N. V. DUMITRASHKO, V. S. FEDORENKO

Summary

A close connection is underlined existing between mudflows and landslides formation; various features and evolution of ground masses in terms of mud — flow processes; methods of complex studies are described in details including geological, hydro — geological, hydrological and landscape studies. An importance of remote sensing (space photographs etc.) is emphasized for landslides and mudflows studies as well as experiments. Mapping technique is recommended, and methods of stationary observations are proposed.

УДК 551.4(571.66)

Н. В. ЛУКИНА

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА БАСЕЙНА р. МУТНОВСКОЙ
(ЮЖНАЯ КАМЧАТКА)

Долина р. Мутновской является правым притоком р. Жировой, впадающей в бухту Жировую восточного (тихоокеанского) побережья Камчатки. Вместе с многочисленными притоками р. Мутновская эродировала, по-видимому, кальдеру древнего вулкана (так называемую Жировскую структуру), расположенную в 60—70 км к югу от г. Петропавловска-Камчатского между действующими вулканами Вилучинским и Мутновским. Гребни кальдеры располагаются на высотах от 800 до 1300 м над уровнем моря.

История развития рельефа бассейна р. Мутновской, изложенная ниже, базируется на представлениях о геологическом строении района (Геология СССР..., 1964, и др.) и ряде геоморфологических данных, полученных автором. В основных чертах она, по-видимому, является типичной для соседних районов Восточной Камчатки, в развитии рельефа которой выделяется несколько крупных этапов.

I этап — позднеолигоценно-миоценовый ($P_3-N_1^{1-2}$), характеризующийся накоплением терригенных и вулканогенных толщ в морском бассейне, возможно, в линейно-вытянутых морских прогибах, разделенных узкой зоной вулканических островов. Во второй половине этого этапа произошло внедрение интрузий, а в конце — поднятие территории.

II этап — предплиоценовый (N_1^3) (по И. К. Волчанской, 1965, — послесреднемиоценовый, по О. А. Брайцевой и др., 1970, — послесреднемиоценовый — допозднеплиоценовый). В это время формируется денудационный выровненный рельеф, несогласно срезающий миоценовые образования и типичный практически для всей территории Камчатки. Останцы этого рельефа в описываемом районе сохранились на левобережье р. Жировой и располагаются сейчас на высотах 800—850 м. Кроме того, представление о нем может быть получено по характеру контакта плиоценовых образований с миоценовыми. По подошве плиоценовых отложений вырисовывается пологорасчлененный рельеф с отметками от 450 до 750 м, имеющий форму чаши, с палеодолинами, частично унаследованными современной гидрографической сетью.

III этап — плиоцен-раннечетвертичный (N_2-Q_1), во время которого происходят отложение плиоценовых вулканогенных покровов и излияние раннечетвертичных плато-базальтов, сформировавших аккумулятивный вулканический рельеф, а в конце — образование кальдеры Жировской структуры.

IV этап — средне-позднечетвертичный (Q_2-Q_4), отличается интенсивным эрозионным расчленением сформированной структуры в результате, по-видимому, активного воздымания территории, в которое в это время была вовлечена вся Камчатка (Камчатка..., 1974). Образуется несколько ярусов рельефа и террасовых уровней долины р. Мутновской и ее многочисленных притоков. В отдельные моменты происходит излияние четвертичных базальтов.

Именно этот наиболее поздний этап развития Жировской структуры определил основные черты и характер ее современного рельефа. Поэтому остановимся на нем несколько подробнее.

На формирование рельефа значительное влияние, кроме тектоники, оказали климатические изменения и колебания уровня Мирового океана в четвертичное время.

Анализ гипсометрического положения аккумулятивных, эрозионно-аккумулятивных и эрозионных террас бассейна р. Мутновской, а также более высоких ярусов рельефа позволил выделить в рассматриваемом районе десять уровней (рис. 1): пойма высотой до 1 м¹; I терраса — 8—10 м; II терраса — 35—40 м; III терраса — 50—55 м; IV терраса — 80—100 (до 150 м на приподнятом крыле разрыва); V терраса — 250 м; VI терраса — 270 м; VII терраса — 330 м; VIII ярус рельефа — 400—450 м; IX ярус рельефа — 550—600 м.

Следует сразу оговориться, что выделенные аккумулятивные или эрозионные площадки, строго говоря, террасами называть нельзя, так как, во-первых, они, как правило, лишены типичных аллювиальных отложений и имеют четвертичный покров из плохо окатанного и сортированного материала водного (аллювиально-пролювиального) и делювиального происхождения. Во-вторых, они не прослеживаются снизу вверх по всей долине, а разобщены и разбросаны по всей территории в виде отдельных уступов. В-третьих, они сильно наклонены, что свидетельствует об очень коротких интервалах времени, в течение которых они формировались, при практически непрерывном врезании и блуждании водотоков бассейна р. Мутновской.

Образование 10 уровней выровненного рельефа должно соответствовать 10 периодам относительного замедления глубинной эрозии и аккумуляции наносов, разделенных интервалами активного врезания водотоков. Любопытно, что для рассматриваемого района характерна большая разница в величинах эрозионных врезов между различными уровнями рельефа (от 8—10 до 100—150 м), что может быть обусловлено различной продолжительностью их формирования либо климатическими или тектоническими причинами.

Скорость врезания рек, ее увеличение или уменьшение прежде всего зависит от колебаний базиса эрозии, каковым для рек Жировской структуры является уровень Мирового океана. Большое влияние оказывает водность потоков, уменьшающаяся в конце периодов потепления и увеличивающаяся в их начале.

Опираясь на оценки абс. возраста межледниковий и крупных межстадиалов, относительно теплых и относительно холодных периодов внутри них, О. А. Брайцева и И. А. Мелекесцев (Камчатка..., 1974) назвали наиболее благоприятные периоды для формирования морских, а для районов, непосредственно примыкающих к океану, следовательно, и речных террас Камчатки. Это 4—4,5; 6—7,5; 8,5; 9,8; 11; 12,2; 15; 25; 35; 45; 55—59; 63—65; 75—80; 105; 120—130; 165; 175; 190; 220; 260—270 и 290—300 тыс. лет тому назад. При этом в периоды 8,5; 9,8; 11; 12,2; 15; 55—59; 63—65 тыс. лет назад уровень Мирового океана был крайне низок (на 20—30, а то и на 100—110 м ниже современного (рис. 2). По-

¹ Здесь и далее высоты даются относительно уреза воды р. Мутновской.

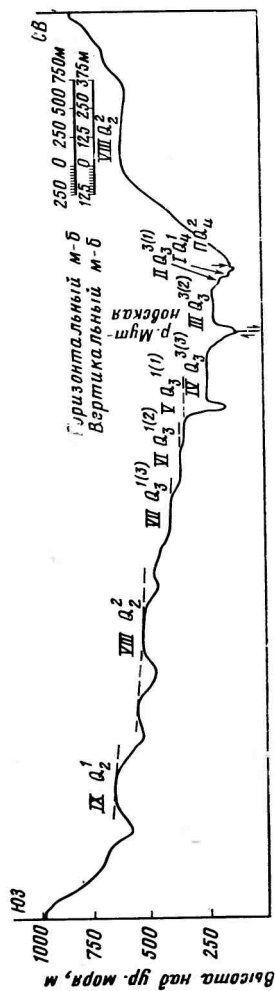


Рис. 1. Схема террас и ярусов рельефа Жировской структуры
П — пойма; I—IX — надпойменные террасы и высокие ярусы рельефа; вертикальная штрих-пунктирная линия — тектонический разрыв

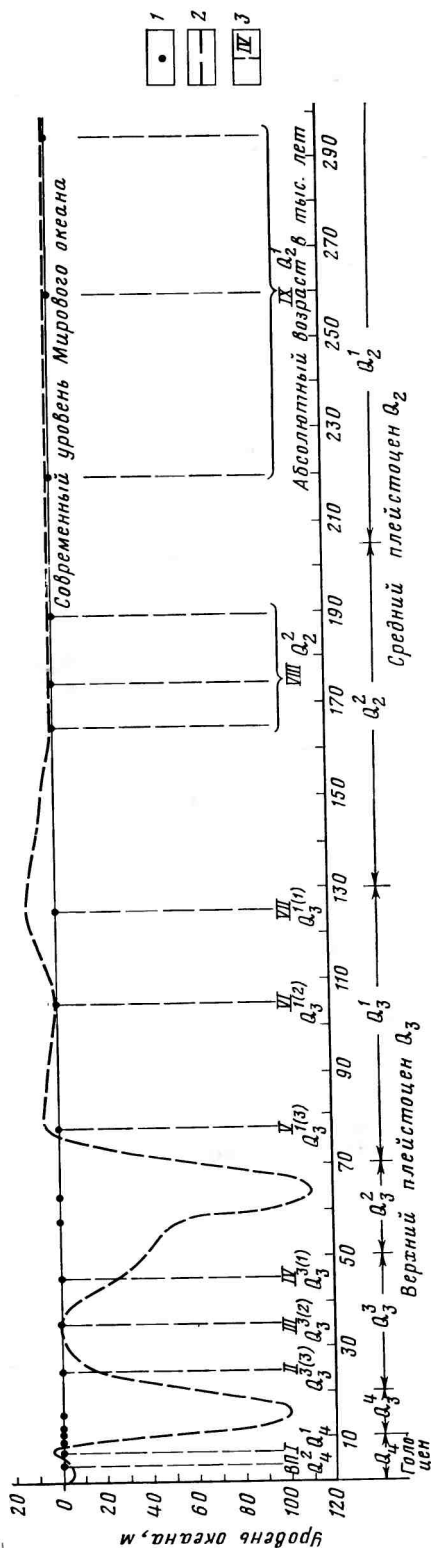


Рис. 2. График колебаний уровня Мирового океана и климата в среднеледниково-голоценовое время и наиболее вероятные датировки террас и ярусов рельефа Жировской структуры
I — моменты окончания периодов потепления Камчатки; 2 — кривая колебаний уровня Мирового океана; 3 — периоды, благоприятные для террасообразования, по О. А. Брайцевой и И. В. Мелекесцеву (Камчатка..., 1974). Римские цифры — номера террас и ярусов рельефа

этому в эти периоды происходило наиболее активное врезание рек, впадающих в океан.

Таким образом, для голоцена остаются благоприятными для образования террас периоды: Q_4^2 (от 4 до 4,5 тыс. лет) и Q_4^1 (от 6 до 7,5 тыс. лет тому назад), с которыми естественно связать в нашем районе формирование поймы и I надпойменной аккумулятивной террасы.

Поздний плейстоцен Q_3^4 в интервале от 10 до 20 тыс. лет тому назад (время второй фазы оледенения Камчатки) был неблагоприятным для террасообразования, а в межстадиал Q_3^3 между первой и второй фазой камчатских оледенений (20—50 тыс. лет) при уровне Мирового океана, близком к современному, на побережье юго-восточной Камчатки сформировалось три морские террасы (Камчатка..., 1974), которым могут соответствовать по времени образования следующие три речные террасы бассейна р. Мутновской: II — $Q_3^{3(3)}$ (25 тыс. лет); III — $Q_3^{3(2)}$ (35 тыс. лет) и IV — $Q_3^{3(1)}$ (45 тыс. лет). Врез во II террасу образовался во время резкого падения уровня Мирового океана ~ на 100 м (рис. 2).

Во время первой фазы камчатского оледенения — в Q_3^2 , когда уровень Мирового океана опять находился на 50—60 и 100—120 м ниже современного, террасы не могли образовываться: шло активное врезание рек. В период межледниковья (Q_3^1) наблюдалось трехкратное чередование относительно теплых и относительно холодных периодов, которые обусловили формирование на юго-восточном побережье Камчатки еще трех морских террас (Камчатка..., 1974). Время их образования можно считать также временем, благоприятным для замедления глубинной эрозии и аккумуляции наносов, т. е. террасообразования в долинах рек, впадающих в океан. С большой долей вероятности можно предположить, что в пределах Жировской структуры в это время сформировались следующие три эрозионно-аккумулятивные и эрозионные террасы: V — $Q_3^{1(3)}$ (75—80 тыс. лет), VI — $Q_3^{1(2)}$ (105 тыс. лет) и VII — $Q_3^{1(1)}$ (120—130 тыс. лет). Несоизмеримо глубокий врез в V террасу (~100 м) логично связать с резким падением уровня Мирового океана примерно 60 тыс. лет тому назад на 100—120 м (рис. 2).

Два верхних яруса рельефа, VIII и IX, имеют, по-видимому, среднеплейстоценовый возраст. Во время среднеплейстоценового оледенения (Q_2^2 , 165—190 тыс. лет тому назад) на морском побережье Юго-Восточной Камчатки сформировалась только одна морская терраса (Камчатка..., 1974, стр. 105). В пределах Жировской структуры этому времени должен соответствовать только один ярус рельефа (по нашему счету, VIII). Широкое распространение моренно-ледниковых отложений на поверхности VIII яруса рельефа, вскрытых несколькими канавами мутновской поисковой партии, убеждает нас в правильности абсолютных датировок террас и ярусов рельефа.

IX ярус рельефа сформировался, по-видимому, в первой половине среднего плейстоцена (Q_2^1). Гипсометрически выше него располагаются гребни кальдеры Жировской структуры, сложенные базальтами, определяемыми геологами-съемщиками как раннечетвертичные — Q_1 . Таким образом, датирование «лестницы» террас и ярусов рельефа контролируется и их возможное нижним возрастным пределом.

Опираясь на приведенную выше возрастную схему террас и ярусов рельефа Жировской структуры, можно высказать определенное мнение о времени излияний четвертичных базальтов. Базальты в верховьях р. Мутновской залегают на поверхности VIII уровня рельефа и, по-видимому, образовались здесь до вреза долин в этот уровень, т. е. около 165 тыс. лет назад. Базальтовый поток в низовьях р. Мутновской на ее правобережье, по нашим представлениям, ложится на поверхность III террасы и срезан ее эрозионным уступом. Его возраст, как и возраст террасы, по-видимому, порядка 35 тыс. лет.

В заключение необходимо подчеркнуть, что гидрографическая сеть Жировской структуры в большинстве случаев имеет строгую тектоническую обусловленность. По долине р. Мутновской проходит тектонический разрыв, живущий в четвертичное время, что подтверждается не только разницей высот террас правобережья и левобережья (рис. 1), но и наличием на ее продолжении действующего в настоящее время Мутновского вулкана, а также гидротермальными излияниями в самой долине. Притоки р. Мутновской также часто используют либо разрывы, либо направления систем трещин горных пород.

Полученные представления об истории развития рельефа бассейна р. Мутновской, по-видимому, могут быть экстраполированы на ближайшие районы, так как описанные террасы и ярусы рельефа Жировской структуры подчинены периодам, благоприятным для террасообразования в пределах всей Камчатки.

ЛИТЕРАТУРА

- Брайцева О. А., Мелекесцев И. В., Кожемяка Н. Н. Основные этапы формирования рельефа Камчатки. «Геоморфология», № 3, 1970.
Волчанская И. К. Особенности формирования рельефа и рыхлых отложений верхнекайнозойской вулканической области на примере некоторых районов Камчатки. Автореф. канд. дис., М., 1965.
Геология СССР, т. XXXI. Камчатка, Курильские и Командорские острова. М., Гостеолтехиздат, 1964.
Камчатка, Курильские и Командорские острова (Коллектив авторов: И. В. Мелекесцев и др.). М., «Наука», 1974.

Геологический институт
АН СССР

Поступила в редакцию
13.XI.1978

EVOLUTION OF THE RELIEF OF THE MUTNOVSKAYA RIVER BASIN (SOUTHERN KAMCHATKA)

N. V. LUKINA

Summary

Erosion of an ancient volcanic caldera (Pacific coast of Southern Kamchatka) resulted from climatic changes and the World Ocean level fluctuations. 10 terraces and topographic levels correspond to time intervals favourable for terrace formation, their absolute ages are as follows (thousand years): floodplain, Q_4^2 — 4 to 4.5; 1st terrace, Q_4^1 — 6 to 7.5; II, $Q_3^{(1)}$ — 25; III, $Q_3^{(2)}$ — 35; IV, $Q_3^{(1)}$ — 45; V, $Q_3^{(3)}$ — 75—80; VI, $Q_3^{(2)}$ — 105; VII, $Q_3^{(1)}$ — 120—130; VIII level, Q_2^2 — 165—190; IX level, Q_2^1 — 200—400.

УДК 551.4 : 551.24 (571.65)

Л. И. СЕРЕДА, Л. Ф. БАЗИЕВА

ОТРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ В НЕОСТРУКТУРАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

Проблема отражения глубинных объектов и явлений в неотектонических структурах была затронута в процессе изучения глубинного строения и металлогении Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (Бабкин и др., 1976; Середа, 1976б). С этих позиций анализировались высокоградиентные зоны неотектонических деформаций, остаточные (локаль-