

25. *Васильев Ю.М.* Новые данные о возрасте второй надпойменной террасы Волги // Бюл. ком. по изуч. четвертич. периода. № 34. 1967. С. 97–107.
26. *Нуждин В.Л.* Об интенсивности аккумуляции пойменного аллювия // Геоморфология. 1994. № 1. С. 96–99.

Волгаэнергопроект, Самара

Поступила в редакцию
12.10.2001

EOLIAN LANDFORMS ON THE TERRACES – THE EFFECT OF DEFLATION OF THEIR SLOPES

N. I. KLYUCHAREV

S u m m a r y

Winter upwind slopes of the river terraces were subjected to deflation and served as the source of the sand accumulation on the surface of the terrace. The sand grains were weakened due to frost weathering which took place there; they were crushed then in the intensive wind stream over the slope and disintegrated to loess particles, which were accumulated beyond the sand massive. The process has cyclic character and needed annual flood undercutting that forbade the overgrowing of the slope. On the long-term scale this process represented the geomorphological regime of slope denudation under the wind action.

УДК 551.435.164(571.63)

© 2003 г. А.М. КОРОТКИЙ

ВОДОСБОРНЫЕ ВОРОНКИ (ЦИРКИ) СИХОТЭ-АЛИНЯ И ЧЕРНОГОРЬЯ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

При проведении геоморфологических исследований и составлении карт четвертичных отложений Приморья вновь появилась необходимость обратить внимание на рельеф вершинного пояса гор (особенно на водосборные воронки) и сопряженные с ним отложения. Причин этому несколько. Во-первых, возродились представления о ледниковом происхождении водосборных воронок в верховьях рек Южного Приморья. Во-вторых, некоторые исследователи стали рассматривать эти отрицательные формы рельефа как сейсмогенные структуры. В-третьих, составление в рамках Государственной программы (ГДП-200) карт четвертичных отложений показало, что на некоторых территориях площадь водосборных воронок достигает не менее 10–15% от общей площади бассейна. Это потребовало выделить в качестве самостоятельного элемента съемки отложения водосборных воронок, что нашло отражение на геологических картах четвертичных отложений (м-б 1 : 200000) и прилагаемых к ним геоморфологических схемах (м-б 1 : 500000). Именно проведение этих работ позволило более детально рассмотреть строение водосборных воронок и сопряженных с ними рыхлых отложений.

Общая характеристика водосборных воронок (цирков)

Происхождение водосборных воронок – характерных форм рельефа речных бассейнов горных и равнинных территорий – на первом этапе их изучения во внеледниковых областях объяснялось преимущественно действием снежников [1, 2 и др.]. Между тем в зонах отсутствия эрозии, по справедливому предположению Б.Ф. Косова [3], их возникновение можно объяснять особенностями процессов денудации. В этом случае они должны рассматриваться как формы геоморфологической, а не

климатической поясности. Их появление связано с рельефоформирующими процессами в приводораздельной части водосборов, где линейная эрозия уступает место склоновой денудации [4].

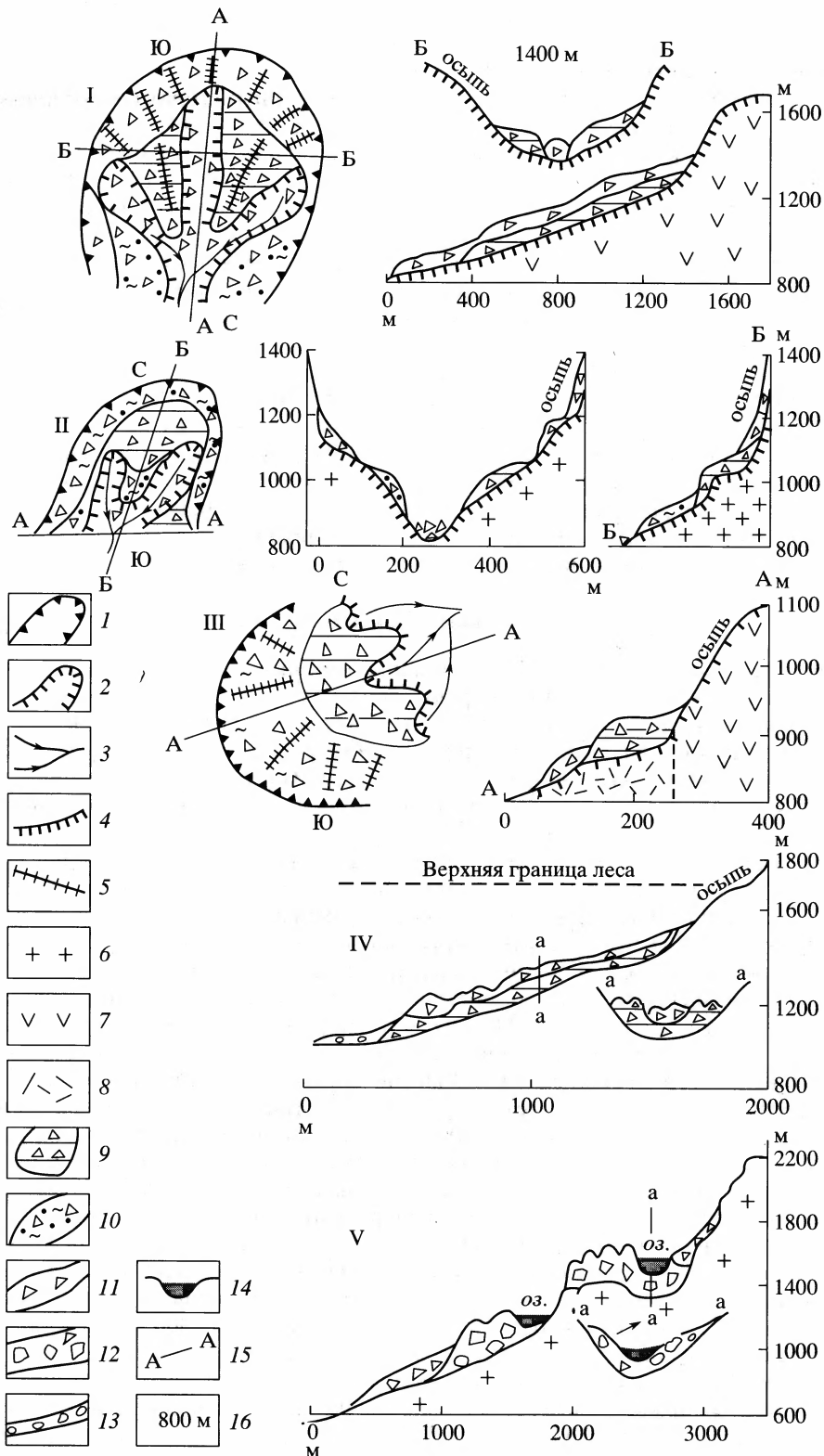
На Сихотэ-Алине и в Восточно-Маньчжурских (Черных) горах водосборные цирки как характерный элемент рельефа наблюдаются в верховьях всех рек и ручьев. Они встречаются почти от уровня моря в зонах останцово-денудационного и мелкогорного рельефа (на абсолютных высотах 20–300 м) и до 900–1900 м в ярусах низкогорья и среднегорья. По существу такие воронки являются неотъемлемым элементом любого водосборного бассейна, а их морфология определяется особенностями эрозионно-денудационных и аккумулятивных процессов в пределах разных ярусов рельефа [3, 4]. Водосборные воронки изучались автором в различных горных странах юга Дальнего Востока (хребты Ям-Алинь, Дусе-Алинь, Эзоп, Баджалский, Западно-Сахалинские горы и вулканические образования Курильской гряды). В горных системах к северу от долины реки Амур морфология водосборных воронок значительно изменена ледниковыми и нивальными процессами, что сильно затрудняет их типизацию и определение особенностей геоморфологических процессов в разных ярусах рельефа. Поэтому в данной статье рассматриваются водосборные воронки Сихотэ-Алиня и Черногорья, морфология которых четко отражает геоморфологическую поясность рельефа и сопряженных с ней экзогенных процессов. Именно на этой территории при разных видах геолого-геоморфологических съемок было выполнено наиболее детальное изучение этих форм рельефа [4, 5].

Типы водосборных воронок (цирков) Сихотэ-Алиня

В среднегорье Сихотэ-Алиня водосборные воронки различаются в зависимости от экспозиции склонов и типа геоморфологических процессов, проявившихся в течение всего времени формирования верхнего пояса гор. Изучение водосборных воронок проводилось в пределах массивов гор Облачной, Снежной, Сестры, Лысой, Ольховой, Ливадийской, Высокой, Килоу, Андаса, Плато и др. По морфологии намечается достаточно четкое различие в строении водосборных воронок на склонах разных экспозиций (рис. 1, I–III).

На северных склонах указанных выше массивов водосборные цирки представляют собой полуворонки с прямыми осыпными склонами (до 500 м высотой). Крутизна этих склонов и тальвеговых линий примерно одинакова и колеблется от 20° в нижней части до 45° вверх. Элементарные тальвеги или ложбины первого порядка в цирках разделены радиальными увалами, высота и крутизна склонов которых уменьшаются вниз (рис. 1, I). Элементарные воронки склонов северной экспозиции в их верхней части на отметках 1300–1700 м оконтурены крутыми осыпными склонами, более пологими у бровки и иногда переходящими в уплощенную поверхность седловинных водоразделов, осложненных нагорными террасами. Форма склонов таких водосборных воронок бывает выпуклой, вследствие чего в их верхней части развиты осыпи, а внизу наблюдаются выходы коренных пород. Днище подобных водосборных цирков представляет собой сравнительно пологую поверхность (крутизной до 25°), сложенную щебнисто-глыбовым материалом. По геоморфологическим и геологическим признакам этот покров в центральной части днища воронки является каменно-поточным (курумовым) образованием, а в краевых частях – осыпным [5]. Поверхность древних курумов в настоящее время в южной части Сихотэ-Алиня почти полностью задернована. Зона аккумуляции грубообломочного материала располагается на абс. высотах от 1000–1300 м в верхних и до 700–900 м в нижних частях водосборных воронок в лесной зоне. Древние аккумулятивные поверхности в днищах водосборных воронок формировались в холодные эпохи позднего плейстоцена. В настоящее время в нижней части воронок они расчленены эрозионными ложбинами.

В зоне среднегорья Сихотэ-Алиня ниже водосборных воронок в эрозионных ложбинах наблюдаются каменные потоки длиной от 0.4 до 1 км, возникновение которых



связано с интенсивным похолоданием климата в позднем плейстоцене [5]. Крутизна поверхностей каменных потоков в месте их зарождения в водосборных цирках составляет, как правило, 25–30°, а ширина не превышает 60 м, причем центральная часть этих потоков расположена на 3–5 м выше краевых участков. Каменные потоки испытывают поступательное движение, о чем свидетельствует микрорельеф их поверхности (продольные борозды, поперечные гребни, валы выпирания) и полное отсутствие растительности, в то время как радиальные увалы, разделяющие элементарные водосборы, покрыты темнохвойной тайгой. В месте выполаживания продольного профиля водосборных воронок каменные потоки обычно образуют поперечные ступенчатые валы, высотой до 20 м, частично перекрывающие поверхность первой надпойменной террасы [4]. Ранее считали, что эти образования, морфологически сходные с конечными моренами, возникли в результате ледниковых процессов [6]. После детального их изучения они были отнесены нами к числу псевдоморенных [4, 5]. Питание современных каменных потоков большей частью происходит за счет разрушения древних курумов (Южный Сихотэ-Алинь) и отложений каменных глетчеров (Северный Сихотэ-Алинь), возникавших в позднем плейстоцене, когда большинство водосборных цирков в зоне среднегорья находилось выше верхней границы леса и поступление обломочного материала в условиях слабозалесенных склонов и значительного развития многолетних снежников было более интенсивным [4, 5, 7].

Водосборные цирки, расположенные на склонах южной и восточной экспозиций массивов гор Облачной, Снежной, Сестры, Ольховой и др., имеют много общих черт с цирками северной экспозиции (рис. 1, II). Для них также характерна значительная высота и крутизна склонов, широкое развитие каменных рек и осыпей, но отсутствуют четко выраженные радиальные увалы, а в местах слияния элементарных водосборов днище, как правило, плоское (6–10°). Это придает воронкам облик ледниковых каров. Склоны таких воронок покрыты подвижными осыпями, которые вблизи днища воронки образуют высокие “террасы” (10–15 м), а в тальвеге – “каменные реки” [4, 5]. Эта особенность строения воронок на южных склонах, на наш взгляд, обусловлена снежниковой денудацией (нивацией) в позднем плейстоцене. Как отметил Б.Л. Колесников [7], на Южном и Среднем Сихотэ-Алине крупные снежники возникают преимущественно на склонах Ю и В экспозиций. Это определяется господством в зимний сезон С и СЗ ветров, способствующих метелевому переносу снега с северных склонов на южные и с западных на восточные. Подобный процесс благоприятствовал в холодные эпохи плейстоцена формированию в водосборных воронках многолетних снежников. Процессы нивальной денудации уничтожили почти полностью радиальные увалы с возникновением в пределах водосборных воронок сравнительно плоских днищ. Ледниковые образования в подобных воронках отсутствуют, а ниже них речные долины имеют облик эрозионных ущелий [4, 5].

Иногда на склонах южной экспозиции воронки имеют более сложное строение (рис. 1, II). Так, например, в верхней части крутого склона одного из правых притоков р. Киевка, на абс. высоте 1200–1400 м наблюдаются пологие поверхности крутизной около 10–12°. В такую ступенчатую поверхность, оконтуривающую вышележащий крутой склон, врезана водосборная воронка с осыпными склонами в верхней

Рис. 1. Строение водосборных воронок в верховьях рек Сихотэ-Алиня (I–IV) и ледникового цирка на хр. Ям-Алинь (V)

Истоки рек: I – Извилинка, II – Киевка, III – Милоградовка, IV – Самарга, V – Селемджа.

1 – крупные водосборные цирки, 2 – элементарные воронки, 3 – тальвеги ручьев, 4 – аккумулятивные уступы, 5 – скалистые выступы и увалы, 6 – граниты, 7 – порфириды, 8 – кислые эффузивы, 9 – красноцветные глины с щебнем, 10 – щебни в песчанистом суглинке, 11 – щебни, 12 – щебни и глыбы (морена), 13 – аллювий, 14 – озера, 15 – линии профилей, 16 – абс. высота (м)

части и с выходами коренных пород внизу. Создается впечатление, что она вложена в древний цирк больших размеров со ступенчатыми склонами и плоским дном. Их ступенчатость на рассматриваемых участках не может быть объяснена литологическими факторами, т.к. цирки выработаны в однородных комплексах горных пород. Поэтому их можно рассматривать как древние нивальные кары, возникшие в эпохи похолоданий климата и разрушаемые в настоящее время регрессивной эрозией с образованием глубокооврезуемых щелевидных долин со ступенчатыми тальвегами.

Общий облик среднегорья на участках развития водосборных воронок разного типа отличается значительной глубиной эрозионного расчленения, большой крутизной склонов, широким развитием осыпей, узких гребневидных водоразделов и глубоких седловин, что придает рельефу характер альпинотипного [4, 7].

В пределах Сихотэ-Алиня на абс. высотах от 500 до 1200 м развиты водосборные цирки, характеризующиеся относительно малой крутизной и задернованностью склонов. Элементарные линейно вытянутые воронки разделены высокими гребневидными водоразделами, крутизна которых уменьшается по простираанию тальвегов. Морфометрические характеристики этих цирков на З и В склонах Сихотэ-Алиня различны, что связано с асимметричным строением этой горной страны [5]. На восточном, более коротком склоне, водосборные цирки имеют крутые, почти прямые склоны, чаще всего задернованные, с пятнами осыпей и выходами коренных пород, особенно часто в нижней части. Днища воронок отличаются небольшой шириной, крутым изломанным продольным профилем и выходами коренных пород почти по всему тальвегу. Здесь, в районах предчетвертичной перестройки гидрографической сети [5], и в настоящее время происходит наибольший по интенсивности для рассматриваемой территории врез с очень активной регрессивной эрозией в верховьях рек. Для таких участков, где наблюдается усиление глубинной эрозии после перестройки речной сети, характерны ступенчатые водосборные цирки (рис. 1, III) [8]. Так, в верхней части воронки руч. Терпового (басс. р. Милоградовка) диаметром около 150 м и высотой склонов 80–120 м, расположенной в интервале высот 950–1100 м, наблюдается кароподобная ниша с крутой (35–40°) задней стенкой и плоским (4–6°) дном, сплошь перекрытым площадным курумом. Активное движение обломков в днище водосборной воронки определяется тем, что под покровом грубого материала находятся красноцветные мелкощебнистые монтмориллонитовые глины [4]. Эта древняя воронка разрушается интенсивно растущим водосборным цирком руч. Терпового, имеющего небольшую ширину (10–15 м), очень крутые склоны и чрезвычайно изломанный продольный профиль при глубине вреза до 120–150 м. Подобные молодые водосборные воронки, расчленяющие более древние обширные цирки, широко распространены на восточном склоне Сихотэ-Алиня. Усиление интенсивности глубинной эрозии в этом районе предположительно связано с формированием асимметрии Сихотэ-Алиня в конце плиоцена – начале эоплейстоцена, когда в пределах Приморского региона проявилась мощная фаза эрозионного расчленения с глубиной вреза до 100–200 м [5, 8, 9].

Ледниковые образования в пределах водосборных воронок, описанных в среднегорье Сихотэ-Алиня, отсутствуют. Обычно ниже цирков долины имеют облик типичных эрозионных ущелий. Для сравнения на рис. 1, IV–V показано строение водосборных воронок Сихотэ-Алиня и ледниковых цирков Ям-Алиня. Очевидна разница в морфологии рельефа: многоступенчатость ледниковых цирков с резкими перегибами продольного профиля и значительная крутизна последнего в водосборных воронках, не затронутых ледниковыми и нивальными процессами.

На западном склоне Сихотэ-Алиня, где интенсивность современных эрозионных процессов в общем незначительна, внешний вид воронок в интервале тех же абсолютных высот (500–1200 м) отличается от облика воронок восточного склона. При общей хорошей выраженности радиальных увалов крутизна склонов колеблется в пределах 15–20°. В месте схождения нескольких элементарных водосборов формируется расширенное плоское днище, придающее циркам чашеобразный облик. Днища таких воронок перекрыты маломощным чехлом щебнистых суглинков, но выхо-

ды коренных пород вдоль тальвега более редки, чем в подобных формах на восточном склоне Сихотэ-Алиня.

В зоне низкогорья вокруг кайнозойских впадин наблюдаются чашеподобные водосборные воронки с крутизной задернованных склонов около 7–10° и тальвега 3–4°. Элементарные линейно вытянутые, расширяющиеся к верховьям воронки разделяются невысокими увалами с шатровой формой водоразделов. Для них характерна относительно малая высота и увеличивающаяся пологость склонов вниз по простиранию тальвегов. Отмечается значительная заболоченность плоских днищ. Мощности щебнистых песков и суглинков, перекрывающих днище, составляет 3–5 м. Возраст этих отложений позднеюрмский [8]. Развитию таких водосборных цирков благоприятствует слабая интенсивность процессов денудации в придепресссионных зонах. При последующем эрозионном расчленении территории в плиоцене возникли выпуклые слаботеррасированные склоны, сочетающиеся с плосковершинными и шатровыми водоразделами и широкими днищами речных долин. На вновь возникших придолинных склонах в позднем плиоцене-плейстоцене сформировались зачаточные водосборные воронки, в отдельных случаях – придолинные педименты [10].

Сходные по морфологии формы рельефа распространены и в зоне мелкогорья западного Сихотэ-Алиня, где в верховьях рек сформировались днища водосборных воронок значительной ширины, с крутизной обрамляющих склонов около 15–20°. Гряды, разделяющие элементарные водосборы, характеризуются мягкостью очертаний, террасовидными площадками, пологовогнутой формой склонов, однако сочленение днищ и оконтуривающих их склонов достаточно четкое. Мощность рыхлых отложений (глин с примесью щебня) в пределах заболоченных днищ может превышать 5 м. Удаление обломочного материала происходит за счет струйчатого смыва и медленно-го сползания всего покровного чехла. Об этом свидетельствуют характер микрорельефа (трещины отрыва, валы выпирания) и особенности распределения растительности. О многократном повторении процессов аккумуляции и эрозии в днищах таких водосборных воронок свидетельствуют локальные террасы. Наиболее древние из них сложены нижнечетвертичными красно-бурыми щебнистыми глинами, а самая молодая из локальных террас – верхнечетвертичными суглинками и супесями [9, 10].

На границе мелкогорного и останцово-педиментного рельефа наблюдаются водосборные цирки с еще более плоскими днищами, ширина которых нередко достигает 0.5 км, а высота пологих склонов не более 60–100 м. Слияние элементарных водосборных цирков и превращение водоразделов между ними в плосковершинные педименты приводят к формированию отчетливого уступа (крутизной до 15–30°) между останцово-педиментным и мелкогорным рельефом. Смещение противоположно ориентированных склонов водосборных воронок ведет к возникновению обширных седловин, расчленяющих мелкогорье на отдельные массивы. Этот тип водосборных воронок-педиментов с довольно мощным чехлом рыхлых отложений широко распространен на западном склоне Сихотэ-Алиня и особенно в пределах Хорольского мелкогорья. На побережье Японского моря цирки-педименты чаще всего приурочены к окраинам кайнозойских депрессий [10].

В зоне останцово-педиментного рельефа Уссури-Ханкайской впадины встречаются водосборные цирки, приуроченные к крупным балкам. Для них характерен постепенный переход от днищ к водоразделам, крутизна уступа, оконтуривающего сильно заболоченное днище, редко превышает 10°. Формирование водосборных цирков этого типа, судя по большой мощности рыхлых отложений (до 15 м), отсутствию четко выраженных тальвегов, морфологии склонов и водоразделов, происходит в условиях нисходящего развития рельефа. Подобные цирки отражают отмирание ложковой и овражно-балочной сети и распространение аккумуляции аллювия вплоть до истоков [5, 10, 11].

Вблизи останцов и в обширных седловинах, сопряженных с водосборными воронками малых водотоков, ложковых и овражно-балочных систем, распространены красноцветные глины. Эти отложения образуют кровлю разреза плиоценовой тер-

расы и залегают на денудационной поверхности. Ниже, в обрамлении водосборных воронок наблюдается террасовидный уровень, сложенный шоколадными глинами (мощностью до 30 м). В составе этих глин в основании разреза выделяется ложковый и балочный аллювий, в средней части – делювиально-солифлюкционные, в кровле – эоловые накопления [5, 10, 11].

Накопление толщи шоколадных глин в Уссури-Ханкайской депрессии произошло после эрозионного расчленения плиоценовой равнины, когда сформировались борта речных долин. Ослабление эрозии в вершинах водосборных систем и послужило одной из причин (наряду с климатической) формирования мощного покровного комплекса [11, 12]. Неглубокая эрозия способствовала усилению процессов выветривания, развитию боковой планации и медленному смещению обломочного материала в нижние части склонов. Менее значительное распространение шоколадных глин в прибрежной зоне Японского моря связано, вероятно, не только с различной степенью гумидности климата, но и с близостью главного базиса денудации [10]. Ниже уровня шоколадных глин в водосборных воронках наблюдается терраса высотой 6–8 м, сложенная толщей пестроцветных глин, суглинков и глинистых песков. Их накопление происходило в среднем плейстоцене [12].

Аккумуляция в низкопорядковых водосборах была обусловлена выполаживанием продольных профилей и общим затуханием эрозии. На первом этапе аккумуляции в эрозионных врезках, возникших в раннем плейстоцене, происходило накопление преимущественно балочного аллювия, а затем, по мере усиления похолодания климата, – склоновых и эоловых накоплений. Пачка пестроцветных глин относится к полигенетическому комплексу, внутри которого наблюдаются мощные погребенные почвы, возникшие в эпохи потепления климата, со следами криотурбаций, относящимися к этапам похолоданий, когда на данной территории возникали многолетнемерзлые грунты [6, 12–15].

Описанные типы водосборных цирков, конечно, не охватывают все многообразие форм рельефа в вершинах речных систем, но отражают отчетливую связь между морфологией воронок и характером эрозионно-денудационных процессов в пределах различных ярусов рельефа. С уменьшением относительной высоты и расчлененности рельефа морфология цирков изменяется от воронкообразных форм с крутыми, значительными по высоте осыпными склонами и незначительным по площади дном до чашеобразных, с невысокими пологими склонами и широким плоским, часто заболоченным дном-педиментом.

Типы водосборных воронок Черногорья (Юго-Западное Приморье)

Отдельный анализ строения водосборных воронок в пределах Черногорья связан с тем, что здесь в процессе крупномасштабной геолого-геоморфологической съемки территории проводилось детальное изучение этих форм рельефа и условий накопления комплекса четвертичных отложений, состоящего из склоновых и аллювиальных фаций. Водосборные воронки являются характернейшим элементом вершинного пояса всех морфотипов рельефа Юго-Западного Приморья. Они рассматривались здесь как результат воздействия горно-долинных ледников, как, например, в бассейне р. Цукановки [6]. Изучение рыхлых отложений в разрезах водосборных воронок этой территории привело автора к выводу, что их формирование происходит в зоне отсутствия линейной эрозии за счет попеременного проявления склоновой денудации и флювиальных процессов, имевших место на разных этапах развития речной сети.

В пределах Юго-Западного Приморья выделены следующие морфологические типы водосборных воронок и описаны особенности выполняющих их рыхлых отложений (рис. 2, I–IV).

1. Водосборные воронки, приуроченные к низкогорью на участках древних перехватов. Для них характерно высокоприподнятое дно шириной до 1.5 км и длиной до 0.8–1.0 км, расчлененное сетью глубоковрезанных тальвегов (рис. 2, I). На от-

дельных участках тальвеги выполнены грубообломочным материалом (древние кумы?), а на других наблюдаются ступенчатые выходы коренных пород. Для древних водосборных воронок характерна почти правильная эллипсовидная форма, а для более молодых – линейно вытянутая. Глубина их вреза относительно бровки древних водосборов составляет 200–240 м.

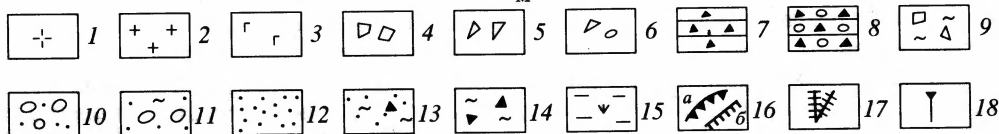
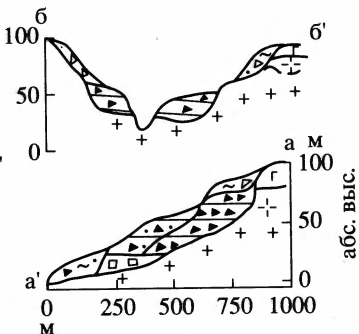
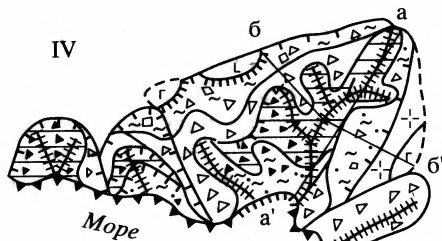
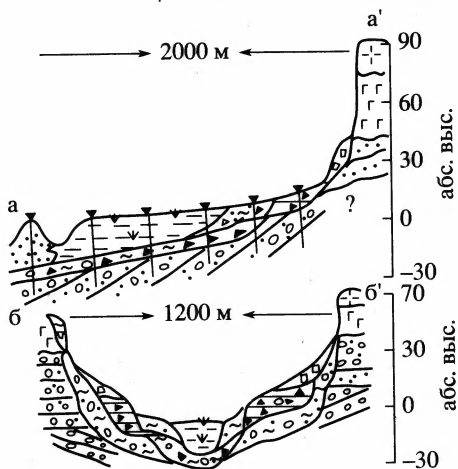
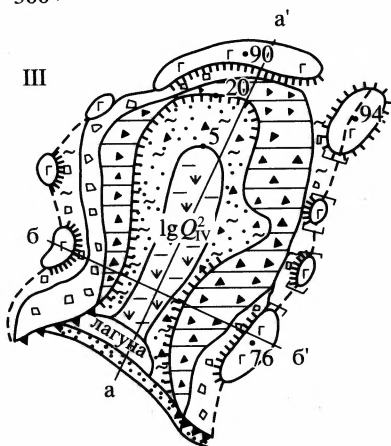
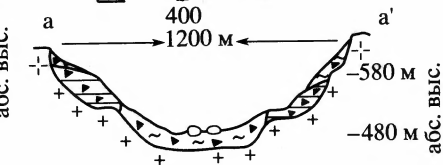
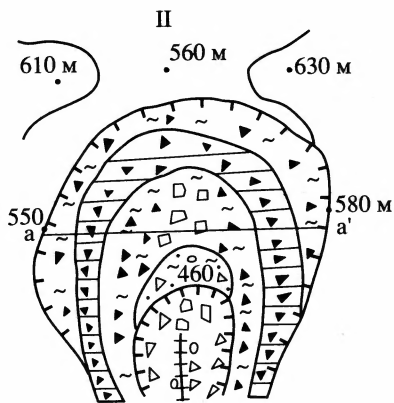
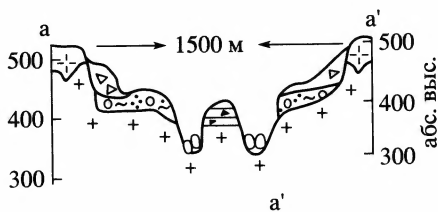
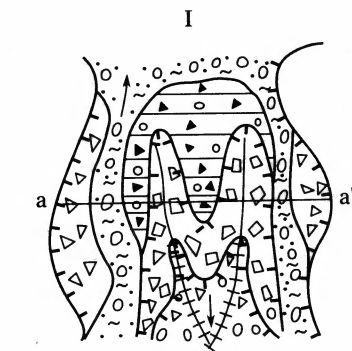
2. Водосборные воронки, характерные для водотоков, не испытывавших интенсивного эрозионного расчленения в позднем кайнозое. Они имеют большие линейные размеры (ширина до 1.2–1.5 км, длина по простираанию тальвега 0.8–1.2 км) и оконтурены умеренно крутыми вогнутыми склонами. Для них характерна большая мощность рыхлых отложений на склонах и в бестальвежных днищах. Изучение разрезов в воронках показало неоднократное чередование во времени усиления флювиальных (прослой галечников) и склоновых процессов (пачки щебнистых глин и суглинков). Для отдельных водосборных воронок характерна ступенчатость днища, но она менее выражена, чем в “молодых” водосборах (рис. 2, П).

3. Третий тип воронок развит в зоне мелкогогорья, где он приурочен к верховьям малых водотоков – притоков основных рек. Для этих воронок характерно резкое расширение площади вверх по водотоку. При общей длине последних в 2.5–5.0 км длина водосборных воронок составляет около 1.5 км, а ширина меняется в пределах от 0.5 (нижняя граница) до 1.5 км в верхней трети. Глубина вреза воронок колеблется в пределах 100–120 м, а крутизна склонов от 15° в верхней части до 8–10° в нижней. Средний уклон склона равен 0.16 м/м, а днища – 0.066 м/м. Такое соотношение уклонов отвечает морфологически хорошо выраженному контакту между склоном и днищем водосборной воронки. Верхняя граница водосборной воронки этого типа имеет фестончатый характер, что, вероятно, свидетельствует об ее образовании за счет слияния более мелких водосборных воронок в условиях нисходящего развития рельефа. Этому предположению соответствуют и резкие колебания мощности рыхлых отложений по внутреннему периметру водосборной воронки: от 8–10 м на участках понижения рельефа (древние тальвеги) до 2.5–4.0 м на разделяющих их плоских увалах (древние водоразделы). Водосборные воронки этого типа имеют достаточно хорошо выраженную асимметрию склонов. Для долин с ЮЗ простираанием тальвегов чаще крутыми являются склоны, обращенные на СЗ. “Сползание” водотоков совпадает с направлением общего гипсометрического перекаса склона водосбора. Для долин с ЮВ простираанием тальвегов более крутыми являются склоны, обращенные на ЮЗ, т.е. сползание водотоков противоположно направлению перекаса водосборного бассейна. По всем признакам эта асимметрия водосборных воронок и малых долин отвечает климатической, формировавшейся в холодные эпохи плейстоцена [16].

4. Линейно вытянутые водосборные воронки, приуроченные к мелкогогорьям и холмогорьям. В отличие от третьего типа эти воронки заложены на склонах останцовых массивов в долинах водотоков длиной до 2.0–3.0 км. Они имеют значительную длину – до 1.5 км при ширине 0.6–0.8 км, а глубина вреза колеблется в пределах 120–150 м; их днища отличаются значительными уклонами (до 0.1–0.15 м/м) при крутизне склонов в 0.2–0.3 м/м, т.е. свыше 20°. Воронки имеют обычно неширокое днище (до 200 м), оконтуренное почти прямыми или выпуклыми склонами. Ниже по тальвегам наблюдается слияние нескольких воронок с образованием широкого выпуклого днища, возникшего в результате активной аккумуляции обломочного материала, выносимого из верхней части элементарных водосборных воронок.

5. Пятый тип водосборных воронок приурочен к малым долинам останцово-педиментного рельефа на участках с густым эрозионным расчленением. Водосборные воронки сходны по своим параметрам с четвертым типом, т.е. их можно отнести к линейно вытянутым образованиям. Но они имеют меньшие уклоны днищ (до 0.05 м/м), а глубина вреза не превышает 60–80 м. Этот тип водосборных воронок характерен для обрамления Краскинской и других кайнозойских впадин ЮЗ Приморья [17].

6. Водосборные воронки краевых частей педиментов и речных террас, испытывавших подтопление во время ресс-вюрмской и голоценовой трансгрессий. Они широко



распространены в нижнем течении рек Виноградской, Камышовой, Тесной, а также в пределах останцовых массивов Хасанской низменной равнины (рис. 2, III). Водосборные воронки этого типа отражают крайнюю стадию отмирания руслового процесса в малых долинах. Обычно для них характерно широкое заболоченное днище со средними уклонами от 0.02 до 0.0065 м/м. Ширина воронок колеблется от 0.8 до 1.0 км, а глубина вреза не превышает 40–80 м. Их формирование происходило в условиях подтопления морем с накоплением большой мощности аллювиально-морских и аллювиально-болотных отложений, сходных с балочным аллювием. Заложение этих воронок связано с расчленением древних педиментов в нижнем и среднем плейстоцене, чему соответствуют вскрываемые в их основании глинистые щебни с галькой, глинистые пески и суглинки. Полученные из этих отложений диатомовые комплексы свидетельствуют о существовании временных водотоков в пределах слабоволоченных днищ [12, 17].

7. Водосборные воронки на участках абразионного подрезания морских побережий, где происходило укорачивание малых водосборных бассейнов и увеличение их средних уклонов (рис. 2, IV). С подобной перестройкой связана активизация эрозионных процессов и образование локальных террас в днищах воронок. Умеренная мощность рыхлых отложений в этих водосборах, выход в цоколе “террас” коренных пород, ступенчатость продольного профиля соответствуют периодическому проявлению регрессивной эрозии. Накопление обломочного материала, скорее всего, связано с климатическими сменами, а проявление эрозии – с подрезанием водосборов абразией во время трансгрессий. Подобное активное влияние морской абразии на эволюцию водосборных воронок не является чем-то уникальным для ЮЗ Приморья. Оно зафиксировано на разных участках морского побережья Японского моря как в его континентальном, так и в островном секторах [17].

Отложения водосборных воронок

Водосборные воронки относятся к длительно существующим геоморфологическим образованиям. Поэтому в составе выполняющих их осадков встречены разновозрастные полигенетические образования с переходом от типично склоновых к ложковому и балочному аллювию. В отложениях водосборных воронок наблюдается сочетание склоновых, пролювиальных, аллювиально-болотных и лагунных отложений, образующих следующие литофациальные комплексы.

1. Красноцветные щебнистые глины и суглинки вскрываются в пределах верхней, наиболее пологой террасовидной ступени водосборных воронок. Эти отложения мощностью до 5–7 м наиболее хорошо сохранились в вершинах малых водотоков, в зоне останцово-педиментного рельефа и представляют собой фацию медленного перемещения склонового чехла. Появление в их составе пластов выветрелого грубообломочного слабоокатанного материала – свидетельство участия осадков зачаточных водотоков. Тонкая, горизонтально-волнистая слоистость, подчеркиваемая разной окрашенностью слоев и имеющая падение по направлению склонов, вероятно, может рассматриваться как результат делювиальных процессов. Возраст красно-

Рис. 2. Геолого-геоморфологическое строение водосборных воронок в пределах Черногорья (Юго-Западное Приморье)

Водосборные воронки: I – на участке речного перехвата, II – не затронутые регрессивной эрозией, III – подтопленные морем во время голоценовой трансгрессии, IV – на участках абразионного подрезания.

I – коры выветривания (сапролиты), *2* – коренные породы, *3* – базальты, *4* – глыбы, *5* – крупный щебень, *6* – щебень с галькой; *красноцветные глины:* *7* – с мелким щебнем, *8* – с щебнем и галькой; *9* – щебень и глыбы в суглинке, *10* – галечник с песком, *11* – глинистый песок с галькой, *12* – песок, *13* – песок глинистый с мелким щебнем, *14* – суглинок с мелким щебнем, *15* – алеврит с органикой, *16* – уступы (*a* – абразионный, *b* – денудационный), *17* – эрозионные тальвеги, *18* – скважины бурения

цветных отложений, вероятнее всего, соотносится с эоплейстоценом [18]. Красноцветы, изученные в пределах распространения эффузивно-осадочных толщ, отличаются высоким содержанием тонкодисперсных глин (до 30–40%) монтмориллонит-гидроослюдистого состава. Для алевро-псаммитовой фракции характерны высокая зрелость терригенных минералов и преобладание в составе тяжелой фракции гидроокислов железа. Красноцветы на гранитах представлены аркозово-песчанистыми глинами и глинистыми песками. В основании иногда наблюдаются крупные “валуны” – неветерельные ядра из сапролитов на гранитах. Наиболее часто подобные “валуны” горизонты наблюдаются в пределах площадей реликтовых элементов выровненного рельефа, с которыми сопряжены мощные коры выветривания [10, 15]. Разрезы красноцветов в водосборных воронках отличаются грубой слоистостью, а в их составе наблюдаются темно-шоколадные суглинки – погребенные почвы [10, 11, 14].

2. Ниже по склону водосборных воронок в большинстве вершин малых водотоков останцово-педиментного и холмисто-увалистого рельефа – в пределах террасовидных поверхностей, высотой до 15–20 м над днищем, распространены красновато-коричневые (шоколадные) и пестроцветные щебнисто-песчаные глины и суглинки, глинистые пески и грубозернистые пески с гравием. Шоколадные глины более типичны для хорошо дренируемых, а пестроцветные – заболоченных водосборных воронок. В их составе присутствуют темно-бурые тяжелые глины (на эффузивах и осадочных породах) и аркозовые суглинки (на гранитах) со значительным содержанием конкреций железа и марганца. В распределении песчано-щебнистого материала хорошо прослеживается связь со слабовыраженными тальвеговыми линиями, возникавшими при расчленении древних ложков и балок [10]. Для шоколадных щебнистых суглинков и глин характерна высокая зрелость тяжелых минералов алевро-псаммитовой фракции с высоким содержанием кварца и полевых шпатов. Отмечаются значительная пестрота состава глинистых минералов и их зависимость от коренных пород, слагающих вершинный пояс водосборных систем. Грубая наклонная слоистость в шоколадных и пестроцветных щебнистых суглинках фиксирует смещение обломочного материала по направлению склонов. Наличие довольно мощных погребенных почв в таких разрезах отвечает этапам стабилизации склонов.

3. Пестроцветная толща характерна для наиболее низкой из локальных террас в обрамлении водосборных воронок. По своим структурно-литологическим признакам и характеру изменения фациального состава пестроцветная толща отвечает балочному аллювию со слабовыраженной русловой фацией. Для этой толщи, имеющей мощность до 8–15 м, характерно грубое переслаивание красно-коричневых (как правило, щебнистых), темно-коричневых, темно-, светло- и охристо-желтых суглинков и синевато-серых глин, глинистых песков и алевроитов. В разрезах пестроцветной толщи отмечены пласты оторфованных песчанистых алевроитов с остатками растений. Из таких слоев были получены спорово-пыльцевые комплексы, соответствующие “холодному” ландшафту: на территории были распространены мелколистственные леса с обилием фригидных кустарников [9, 12, 19].

Общая структурно-литологическая характеристика пестроцветной пачки свидетельствует о ее накоплении в условиях переменного увлажнения. Этому соответствует и состав диатомовых комплексов, содержащих почвенные и болотные виды. По данным В.Ф. Болиховского [14], изучавшего погребенные почвы в пестроцветных суглинках, сильная оглеенность отдельных горизонтов соответствует слабопромывному режиму в условиях многолетнемерзлых грунтов. На резко меняющееся увлажнение указывает достаточно высокое содержание Fe^{++} в глинистой фракции и алевроитах. Минералогический состав тяжелой фракции отражает поступление исходного обломочного материала с разной степенью выветрелости и с накоплением гидроокислов железа в процессе диагенеза.

4. В днищах водосборных воронок, подтопленных морем, сформировались отложения, сходные по своим характеристикам с аллювиально-болотным комплексом, но с большим влиянием на их генезис дефлюкционных и солифлюкционных процес-

сов (рис. 2, III). На первых этапах ингрессии здесь формировалась толща пролювия. По мере выполаживания продольного профиля пролювий замещался балочным аллювием, а затем лагунно-болотными отложениями, мощность которых в водосборных воронках прибрежной зоны достигает 10–25 м. Накопление основного объема отложений в нижнем течении малых водотоков соответствует концу позднего вюрма – раннему голоцену, а в зоне трансгрессивной аккумуляции возраст аллювиально-болотных фаций – средний-поздний голоцен. В наиболее выположенных ложках заболачивание проникло вплоть до верховий водосборных воронок. Аналогичный режим осадконакопления наблюдается в водосборных воронках и балочных системах в зонах устойчивой аккумуляции Западного Приморья [9–12, 17].

5. Нижний террасовидный уровень в днищах водосборных воронок горных территорий сложен чаще всего щебнистыми и щебнисто-глыбовыми накоплениями с бурым песчано-глинистым и глинистым матриксом, имеющим точечное и полосчатое ожелезнение. Мощность этой грубообломочной пачки колеблется в пределах 3–6 м. Накопление грубого материала связано в большей мере с проявлением солифлюкционно-курумовых и солифлюкционно-дефлюкционных процессов [4, 8].

Заключение

Водосборные воронки как важнейший элемент речных бассейнов обладают целым рядом признаков, позволяющих рассматривать их как самостоятельный элемент рельефа, отличающийся по типу экзогенных процессов от типичных склоновых поверхностей. Выделенные здесь зоны отсутствия линейной эрозии не являются пространственно устойчивыми образованиями во времени. Продолжающиеся процессы глубинной эрозии в четвертичное время приводили в пределах средне- и низкогогорного типов рельефа к понижению высотных отметок поверхностей наиболее активной эрозии и аккумуляции в водосборных воронках. В зонах останцово-педиментного и мелкогорного рельефа и в обрамлении крупных кайнозойских тектонических впадин, где установлено наибольшее типологическое разнообразие водосборных воронок, наблюдалось периодическое чередование фаз эрозии и аккумуляции, обусловленное как тектоническими, так и климатическими процессами. Это приводило к образованию локальных террасовидных поверхностей – наиболее древних в верхней части водосборных воронок и самых молодых в нижней части днища. Во второй половине плейстоцена наибольшее влияние на процессы в пределах водосборных воронок оказывали направленно-ритмические колебания климата.

Специфика склоновых и флювиальных процессов обусловила наличие в водосборных воронках сложно построенных разрезов четвертичных отложений, в составе которых на отдельных этапах фиксируется поочередное преобладающее проявление то разнообразных склоновых (делювиальный смыл, дефлюкция, солифлюкция, образование курумов, осыпей), то флювиальных процессов с формированием отложений низкопорядковых водотоков, балочного и ложкового аллювия, иногда селевых накоплений. Изучение комплекса полигенетических отложений, наиболее хорошо сохранившихся от разрушения в вершинах водосборных систем, позволяет достаточно полно восстановить динамику процессов рельефообразования в верхнем поясе различных морфотипов горного рельефа, обусловленную тектоническими процессами и направленно-ритмическими сменами климата, определявшими динамику эрозионных и аккумулятивных процессов.

Типы осадков водосборных воронок горных стран, расположенных в зонах с разным климатом, позволяют установить интенсивность процессов денудации, а также определить степень преобразования обломочного материала, поступающего со склонов в речную долину. Генетическое истолкование водосборных цирков и выполняющих их осадков позволяет различать в горных областях Восточной Азии следы ледниковой деятельности и эрозионно-денудационные формы рельефа.

1. Солнцев Н.А. Снежники как геоморфологический фактор. М.: Географгиз, 1949. 105 с.
2. Федоров В.П. К вопросу о генезисе и развитии каров в центральном Забайкалье // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1961. № 1. С. 62–66.
3. Косов Б.Ф. К вопросу о происхождении горных цирков // Уч. Зап. М.: Изд-во МГУ, 1956. Вып. 182. С. 45–58.
4. Короткий А.М. Водосборные цирки и седловины (на примере Южного Приморья) // Региональная морфотектоника, геоморфология и четвертичная геология Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 95–105.
5. Худяков Г.И., Денисов Е.П., Короткий А.М. и др. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Юг Дальнего Востока. М.: Наука, 1972. 424 с.
6. Соловьев В.В. Следы древнего оледенения и перигляциальных условий в Южном Приморье // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1961. Т. 64. С. 141–149.
7. Колесников Б.П. Вечная мерзлота на Сихотэ-Алине // Вестн. ДВФ АН СССР. 1939. № 33 (1). С. 85–95.
8. Развитие природной среды юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1988. 238 с.
9. Климатические смены на территории юга Дальнего Востока в позднем кайнозое (миоцен-плейстоцен). Владивосток: ДВО РАН, 1996. 57 с.
10. Короткий А.М. Палеогеоморфологический анализ рельефа и осадков горных стран (на примере Дальнего Востока). М.: Наука, 1983. 246 с.
11. Короткий А.М., Никонова Р.И., Пода Б.П. Условия формирования “бурых” суглинков и глин Приморья // Проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1972. С. 57–63.
12. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертичные отложения Приморья. Стратиграфия и палеогеография. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 234 с.
13. Короткий А.М. Следы криогенных явлений в четвертичных отложениях Южного Приморья // Вопросы геоморфологии и четвертичной геологии юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ СССР, 1975. С. 131–138.
14. Болиховский В.Ф. Ископаемые почвы и генезис покровных бурых суглинков Южного Приморья // Палеогеография плейстоцена Дальнего Востока и его морей. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 76–80.
15. Ганешин Г.С. Геоморфология Приморья // Тр. ВСЕГЕИ. Л.: Гостеолтехиздат, 1957. Т. 4. 135 с.
16. Короткий А.М., Скрыльник Г.П. Анизотропность геоморфологических процессов и асимметрия разнорядковых форм рельефа (на примере Дальнего Востока) // Исследования глобальных факторов климоморфогенеза Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 118–141.
17. Короткий А.М., Худяков Г.И. Экзогенные геоморфологические системы морских побережий. М.: Наука, 1990. 216 с.
18. Короткий А.М. Эоплейстоцен Приморья (уточнение к стратиграфической схеме) // Четвертичные отложения юга Дальнего Востока и сопредельных территорий. Хабаровск: ДВИМС, 2001. С. 35–40.
19. Голубева Л.В., Караулова Л.П. Растительность и климатостратиграфия плейстоцена и голоцена юга Дальнего Востока СССР. М.: Наука, 1983. 144 с.

ТИГ ДВО РАН

Поступила в редакцию
04.06.2001

CATCHMENT FUNNELS (CIRCUS) OF THE SIKHOTE-ALIN AND CHERNOGORIE (PRIMORSKY KRAY)

A.M. KOROTKY

S u m m a r y

The description of the morphology of catchment funnels and their distribution within the Sikhote-Alin and Chernogorie is given. These landforms are considered as independent elements of geomorphological zoning in the upper parts of any catchment basin. The main features of quaternary deposits (lithocomplexes) correlated to catchment funnels are considered. Their formation proved to be durable and effected by denudation intensity changes caused by tectonic and climate. The characteristics were determined, which make it possible to distinguish clacial circus from catchment funnels.